

AFRIQUE SUBSAHARIENNE

**ENQUÊTE DE COLLECTE DE DONNÉES
SUR L'AMÉLIORATION DE L'ACCÈS AU
SECTEUR ÉLECTRIQUE EN AFRIQUE
SUB-SAHARIENNE**

DE RAPPORT FINAL

FÉVRIER 2023

**AGENCE JAPONAISE DE COOPERATION INTERNATIONALE
(JICA)**

**YACHIYO ENGINEERING CO., LTD.
DELOITTE TOUCHE TOHMATSU LLC
WEST JAPAN ENGINEERING CONSULTANTS, INC.**

IM
JR
23-033

ENQUÊTE DE COLLECTE DE DONNÉES SUR L'AMÉLIORATION DE L'ACCÈS AU SECTEUR ÉLECTRIQUE EN AFRIQUE SUB- SAHARIENNE

DE RAPPORT FINAL

CONTENU

Carte des sites du projet

Données de base sur les pays cibles de l'enquête

Résumé exécutif

PARTIE I LES DEFIS POUR L'AMELIORATION DU SECTEUR ENERGETIQUE ET APERÇU DES PROJETS POTENTIELS

Chapitre 1 Aperçu de l'étude

Chapitre 2 Les défis pour l'amélioration de l'accès à l'électricité en Afrique subsaharienne

Chapitre 3 Propositions de projets visant à améliorer l'accès à l'électricité

Chapitre 4 Recommandations

PART II SURVEY RESULTS FOR EACH COUNTRY

Chapitre 1 Burkina Faso

Chapitre 2 République du Camerou

Chapitre 3 République du Congo

Chapitre 4 République de Guinée

Chapitre 5 République de Madagascar

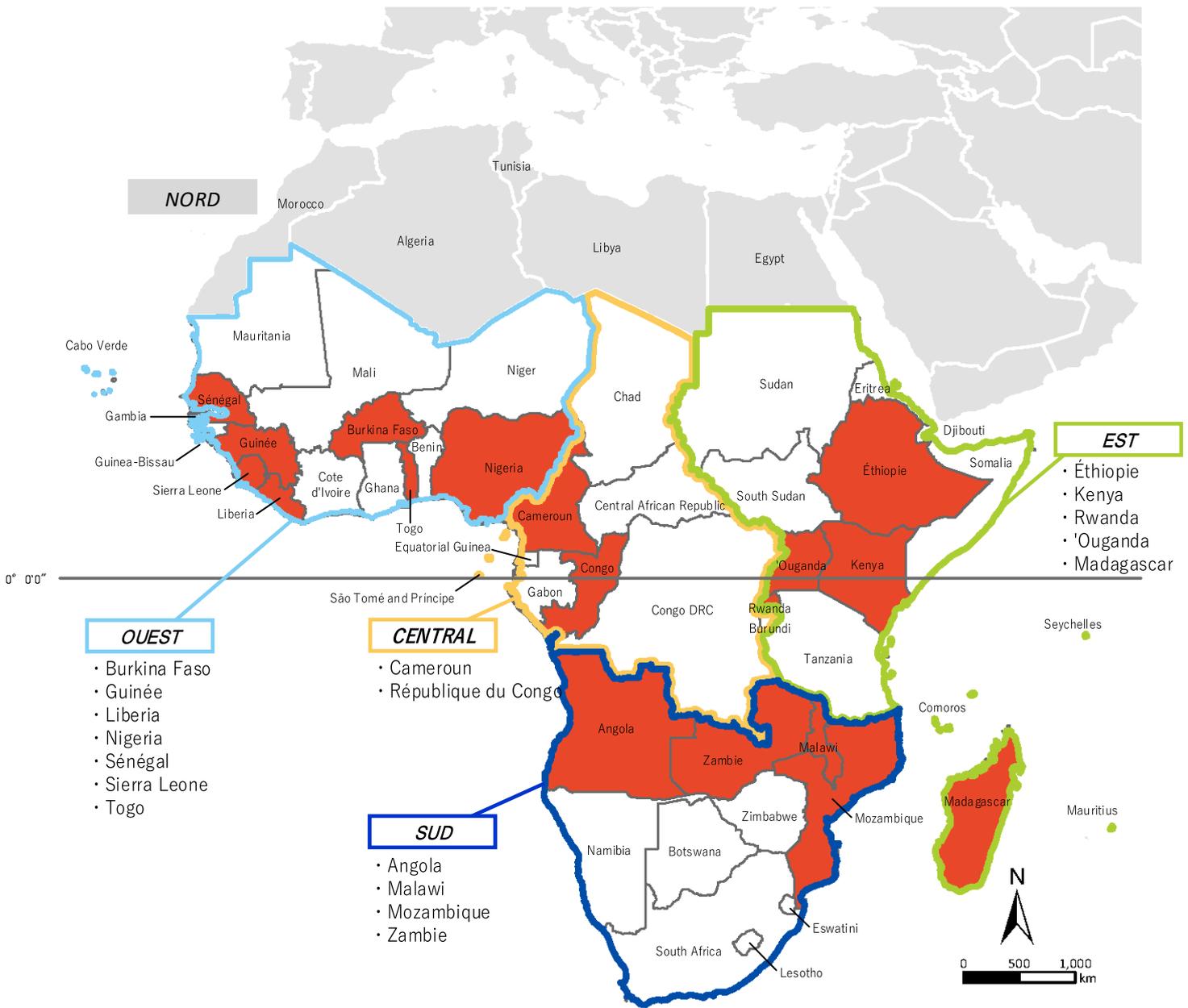
Chapitre 6 République du Sénégal

Chapitre 7 République Togolaise

Annexe

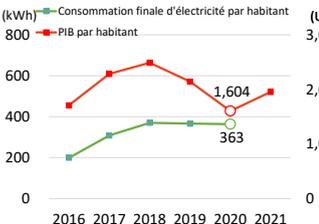
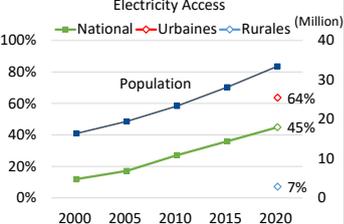
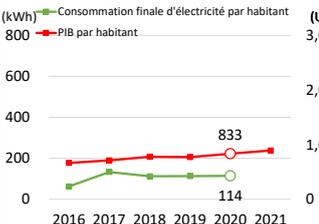
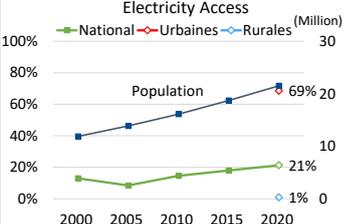
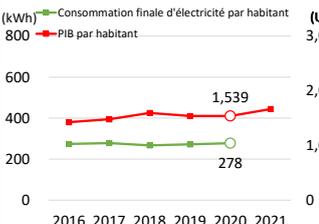
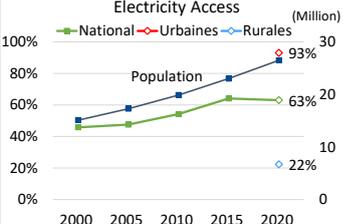
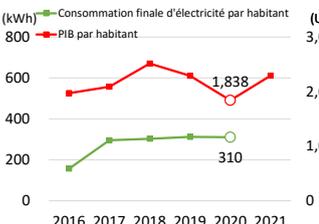
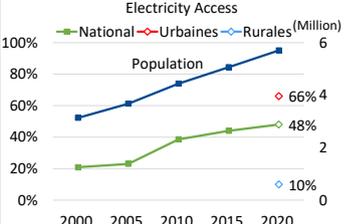
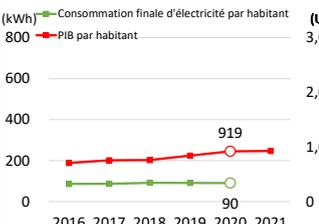
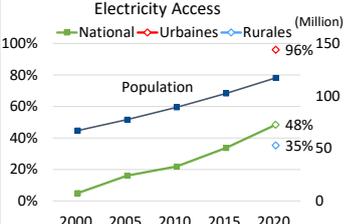
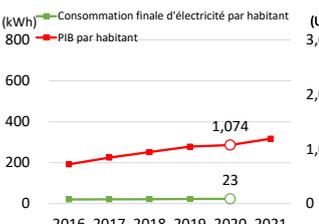
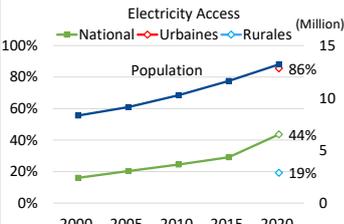
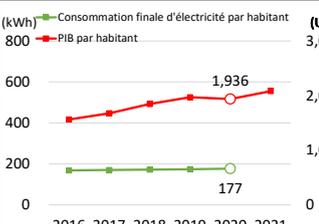
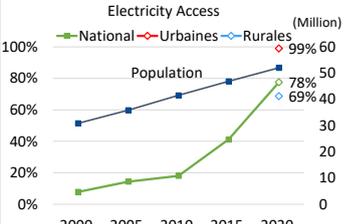
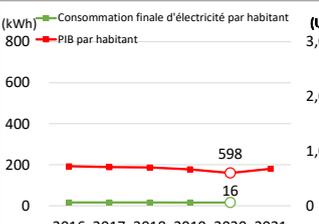
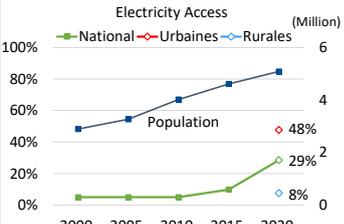
Annexe- 1 Méthodes d'évaluation pour le filtrage

Annexe- 2 Aperçu des technologies candidates proposées et leurs effets attendus



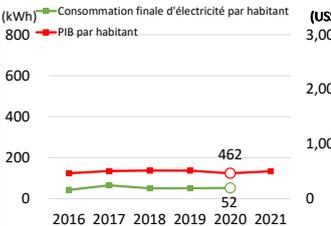
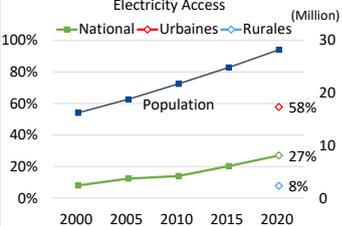
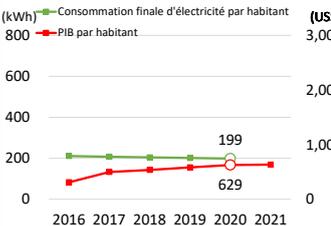
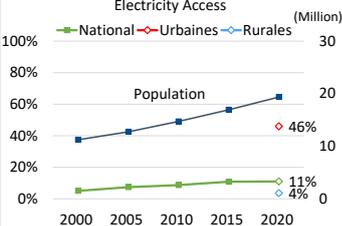
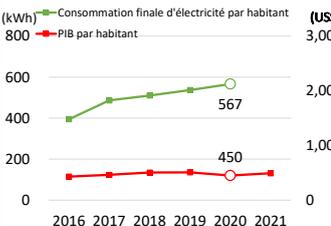
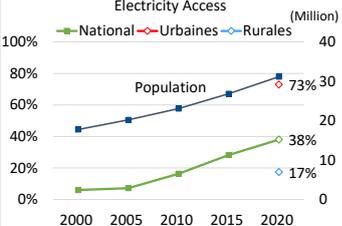
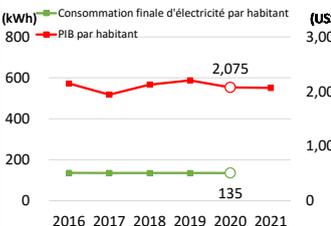
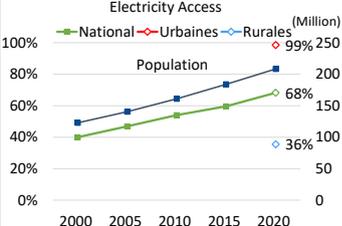
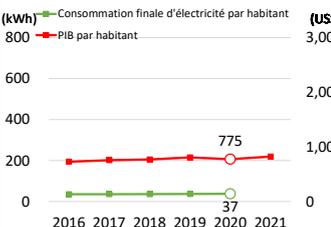
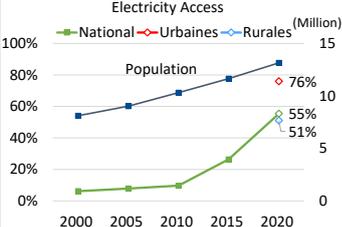
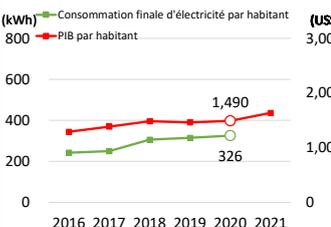
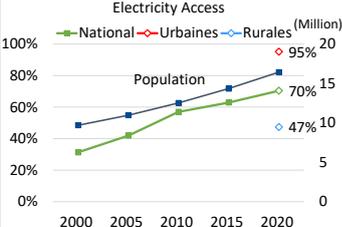
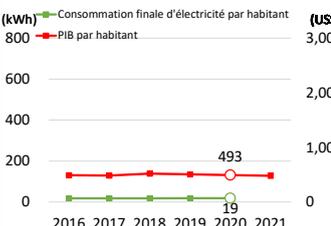
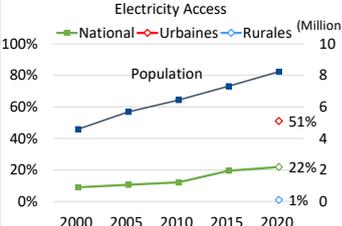
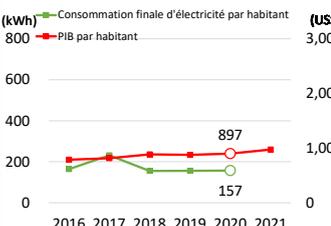
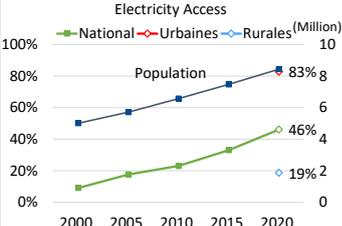
* Noms des pays sont en ordre alphabétique

Carte des sites du projet

 <p>République d'Angola</p> <p>Population: 30,8 millions (2019, Banque mondiale) Capitale: Luanda Langue: Portugais (langue officielle), autres langues du Bantsu. PIB: 94,6 milliards USD (nominal) (2019, Banque mondiale) RNB par habitant: 2 973 USD (2019, Banque mondiale)</p>	 <p>(kWh) — Consommation finale d'électricité par habitant (US\$) — PIB par habitant</p> <p>2016 2017 2018 2019 2020 2021</p> <p>2020: 1,604 (PIB par habitant), 363 (kWh)</p>	 <p>Electricity Access (Million)</p> <p>Population</p> <p>2000 2005 2010 2015 2020</p> <p>2020: 64% (Urbaines), 7% (Rurales)</p>
 <p>Burkina Faso</p> <p>Population: 20,9 millions d'habitants (2020, Banque mondiale). Capitale: Ouagadougou Langue: Français (langue officielle), Mossi, Dyula, Gourmantche, etc. PIB: 17,37 milliards USD (2020, Banque mondiale) RNB par habitant: 790 USD (2020, Banque mondiale)</p>	 <p>(kWh) — Consommation finale d'électricité par habitant (US\$) — PIB par habitant</p> <p>2016 2017 2018 2019 2020 2021</p> <p>2020: 833 (PIB par habitant), 114 (kWh)</p>	 <p>Electricity Access (Million)</p> <p>Population</p> <p>2000 2005 2010 2015 2020</p> <p>2020: 69% (Urbaines), 1% (Rurales)</p>
 <p>République du Cameroun</p> <p>Population: 26,54 millions (2020, Banque mondiale) Capitale: Yaounde Langue: Français, anglais (les deux langues officielles), autres dialectes ethniques. PIB: 40,8 milliards USD (2020, Banque mondiale) RNB par habitant: 1 537 USD (2020, Banque mondiale)</p>	 <p>(kWh) — Consommation finale d'électricité par habitant (US\$) — PIB par habitant</p> <p>2016 2017 2018 2019 2020 2021</p> <p>2020: 1,539 (PIB par habitant), 278 (kWh)</p>	 <p>Electricity Access (Million)</p> <p>Population</p> <p>2000 2005 2010 2015 2020</p> <p>2020: 93% (Urbaines), 22% (Rurales)</p>
 <p>République du Congo</p> <p>Population: 5,22 millions (2020, Banque mondiale) Capitale: Brazzaville Langue: Français (langue officielle), Lingala, Kituba PIB: 10,19 milliards USD (2020, Banque mondiale) RNB par habitant: 1 770 USD (2020, Banque mondiale)</p>	 <p>(kWh) — Consommation finale d'électricité par habitant (US\$) — PIB par habitant</p> <p>2016 2017 2018 2019 2020 2021</p> <p>2020: 1,838 (PIB par habitant), 310 (kWh)</p>	 <p>Electricity Access (Million)</p> <p>Population</p> <p>2000 2005 2010 2015 2020</p> <p>2020: 66% (Urbaines), 10% (Rurales)</p>
 <p>République fédérale démocratique d'Éthiopie</p> <p>Population: Approximativement 117,87 millions (2021, Banque mondiale) Capitale: Addis Abeba Langue: Amhara (langue officielle), anglais PIB: 111,2 milliards USD (2021, Banque mondiale) RNB par habitant: 960 USD (2021, Banque Mondiale)</p>	 <p>(kWh) — Consommation finale d'électricité par habitant (US\$) — PIB par habitant</p> <p>2016 2017 2018 2019 2020 2021</p> <p>2020: 919 (PIB par habitant), 90 (kWh)</p>	 <p>Electricity Access (Million)</p> <p>Population</p> <p>2000 2005 2010 2015 2020</p> <p>2020: 96% (Urbaines), 35% (Rurales)</p>
 <p>République de Guinée</p> <p>Population: 13,5 millions (2021, Banque mondiale) Capitale: Conakry Langue: Français, langues des groupes ethniques (peuls, mandingues et soussous, etc.) PIB: 15,85 milliards de dollars US (2021, Banque mondiale) RNB par habitant: 1 010 USD (2021, Banque Mondiale)</p>	 <p>(kWh) — Consommation finale d'électricité par habitant (US\$) — PIB par habitant</p> <p>2016 2017 2018 2019 2020 2021</p> <p>2020: 1,074 (PIB par habitant), 23 (kWh)</p>	 <p>Electricity Access (Million)</p> <p>Population</p> <p>2000 2005 2010 2015 2020</p> <p>2020: 86% (Urbaines), 19% (Rurales)</p>
 <p>République du Kenya</p> <p>Population: 53,77 millions (2020, Banque mondiale) Capitale: Nairobi Langue: Les langues officielles sont le swahili et l'anglais. PIB: 101 milliards USD (2020, Banque mondiale) RNB par habitant: 1.878 USD (2020, Banque mondiale)</p>	 <p>(kWh) — Consommation finale d'électricité par habitant (US\$) — PIB par habitant</p> <p>2016 2017 2018 2019 2020 2021</p> <p>2020: 1,936 (PIB par habitant), 177 (kWh)</p>	 <p>Electricity Access (Million)</p> <p>Population</p> <p>2000 2005 2010 2015 2020</p> <p>2020: 78% (Urbaines), 69% (Rurales)</p>
 <p>République du Liberia</p> <p>Population: 5,18 millions (2021, Banque mondiale) Capitale: Monrovia Langue: Anglais (langue officielle), dialectes tribaux PIB: 3,49 milliards USD (2021, Banque mondiale) RNB par habitant: 620 USD (2021, Banque mondiale)</p>	 <p>(kWh) — Consommation finale d'électricité par habitant (US\$) — PIB par habitant</p> <p>2016 2017 2018 2019 2020 2021</p> <p>2020: 598 (PIB par habitant), 16 (kWh)</p>	 <p>Electricity Access (Million)</p> <p>Population</p> <p>2000 2005 2010 2015 2020</p> <p>2020: 48% (Urbaines), 8% (Rurales)</p>

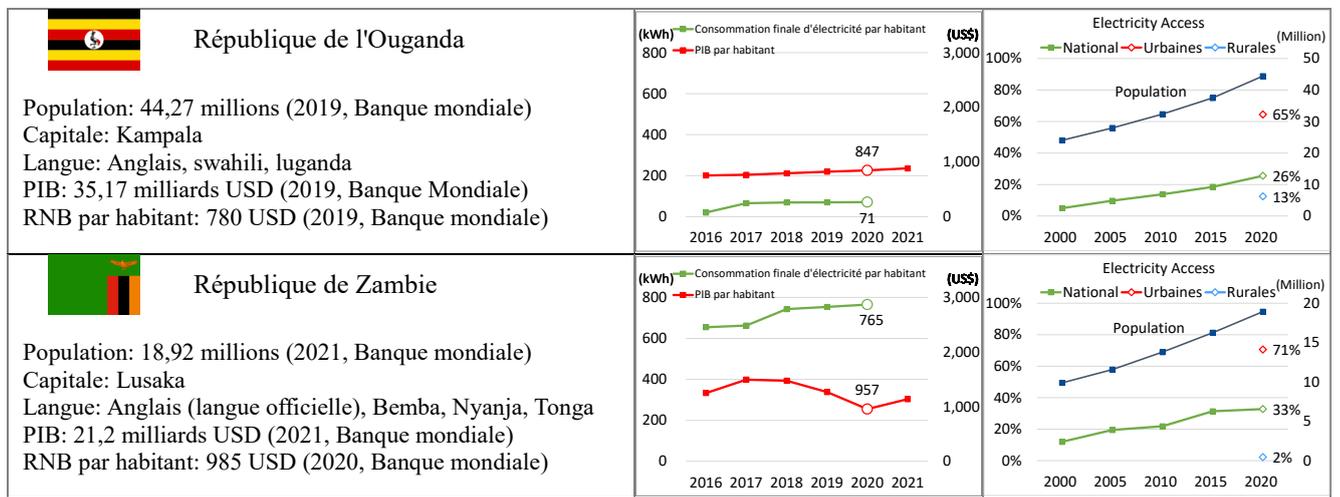
Source : Informations générales : MOFA et Banque mondiale, Electrification rate : IEA, Electricity consumption : Africa Energy Portal hosted by African

Figure préliminaire : Données de base des pays ciblés par l'enquête (1 ~ 8)

 <p>République de Madagascar</p> <p>Population: 28,43 millions (2021, Banque mondiale) Capitale: Antananarivo Langue: Malgache, français (les deux langues officielles) PIB: 14,6 milliards USD (2021, Banque mondiale) RNB par habitant: 500 USD (2021, Banque mondiale)</p>	 <p>(kWh) — Consommation finale d'électricité par habitant (US\$) — PIB par habitant</p> <p>2016 2017 2018 2019 2020 2021</p> <p>2020: 462 kWh, 52 US\$, 199 USD</p>	 <p>Electricity Access (Million)</p> <p>Population (Million)</p> <p>2020: 27% National, 8% Urbaines, 8% Rurales</p>
 <p>République du Malawi</p> <p>Population: 19,65 millions (2021, Banque mondiale) Capitale: Lilongwe Langue: Chewa, anglais (langues officielles), et langues des groupes ethniques. PIB: 12,63 milliards USD (2021, Banque mondiale) RNB par habitant: 630 USD (2021, Banque mondiale)</p>	 <p>(kWh) — Consommation finale d'électricité par habitant (US\$) — PIB par habitant</p> <p>2016 2017 2018 2019 2020 2021</p> <p>2020: 199 kWh, 629 US\$, 199 USD</p>	 <p>Electricity Access (Million)</p> <p>Population (Million)</p> <p>2020: 11% National, 4% Urbaines, 4% Rurales</p>
 <p>République du Mozambique</p> <p>Population: Approx. 30,36 millions (2019, Banque mondiale) Capitale: Maputo Langue: Portugais PIB: 14,9 milliards USD (2019, Banque mondiale) RNB par habitant: 480 USD (2019, Banque mondiale)</p>	 <p>(kWh) — Consommation finale d'électricité par habitant (US\$) — PIB par habitant</p> <p>2016 2017 2018 2019 2020 2021</p> <p>2020: 567 kWh, 450 US\$, 450 USD</p>	 <p>Electricity Access (Million)</p> <p>Population (Million)</p> <p>2020: 38% National, 17% Urbaines, 17% Rurales</p>
 <p>République fédérale du Nigeria</p> <p>Population: 261,4 millions (2020, Banque mondiale). Capitale: Abuja Langue: Anglais (langue officielle) et dialectes ethniques (Hausa, Yoruba, Igbo, etc.) PIB: 432,3 milliards USD (2020, Banque mondiale) RNB par habitant: 2 000 USD (2020, Banque mondiale)</p>	 <p>(kWh) — Consommation finale d'électricité par habitant (US\$) — PIB par habitant</p> <p>2016 2017 2018 2019 2020 2021</p> <p>2020: 135 kWh, 2,075 US\$, 2,075 USD</p>	 <p>Electricity Access (Million)</p> <p>Population (Million)</p> <p>2020: 68% National, 36% Urbaines, 36% Rurales</p>
 <p>République du Rwanda</p> <p>Population: 12,63 millions (2019, Banque mondiale) Capitale: Kigali Langue: Rwandais, Anglais, Français, Swahili PIB: 10,12 milliards USD (2019, Banque mondiale) RNB par habitant: 820 USD (2019, Banque mondiale)</p>	 <p>(kWh) — Consommation finale d'électricité par habitant (US\$) — PIB par habitant</p> <p>2016 2017 2018 2019 2020 2021</p> <p>2020: 37 kWh, 775 US\$, 775 USD</p>	 <p>Electricity Access (Million)</p> <p>Population (Million)</p> <p>2020: 55% National, 51% Urbaines, 51% Rurales</p>
 <p>République du Sénégal</p> <p>Population: 16,74 millions (2020, Banque mondiale) Capitale: Dakar Langue: Français (langue officielle), wolof et autres dialectes ethniques. PIB: 24,644 milliards USD (2020, Banque mondiale) RNB par habitant: 1 472 USD (2020, Banque mondiale)</p>	 <p>(kWh) — Consommation finale d'électricité par habitant (US\$) — PIB par habitant</p> <p>2016 2017 2018 2019 2020 2021</p> <p>2020: 326 kWh, 1,490 US\$, 1,490 USD</p>	 <p>Electricity Access (Million)</p> <p>Population (Million)</p> <p>2020: 70% National, 47% Urbaines, 47% Rurales</p>
 <p>République de Sierra Leone</p> <p>Population: Approx. 8,14 millions (2021, Banque mondiale) Capitale: Freetown Langue: Anglais (langue officielle), Krio, Mende, Temne PIB: Approximativement 4,2 milliards USD (2021, Banque mondiale) RNB par habitant: 510 USD (2021, Banque Mondiale)</p>	 <p>(kWh) — Consommation finale d'électricité par habitant (US\$) — PIB par habitant</p> <p>2016 2017 2018 2019 2020 2021</p> <p>2020: 19 kWh, 493 US\$, 493 USD</p>	 <p>Electricity Access (Million)</p> <p>Population (Million)</p> <p>2020: 22% National, 1% Urbaines, 1% Rurales</p>
 <p>République du Togo</p> <p>Population: 8,28 millions (2020, Banque mondiale) Capitale: Lomé Langue: Français (langue officielle), Ewe, Kabiye PIB: 7,6 milliards USD (2020, Banque mondiale) RNB par habitant: 920 USD (2020, Banque mondiale)</p>	 <p>(kWh) — Consommation finale d'électricité par habitant (US\$) — PIB par habitant</p> <p>2016 2017 2018 2019 2020 2021</p> <p>2020: 157 kWh, 897 US\$, 897 USD</p>	 <p>Electricity Access (Million)</p> <p>Population (Million)</p> <p>2020: 46% National, 19% Urbaines, 19% Rurales</p>

Source : Informations générales : MOFA et Banque mondiale. Electrification rate : IEA. Electricity consumption : Africa Energy Portal hosted by African

Figure préliminaire : Données de base des pays ciblés par l'enquête (9~16)



Source : Informations générales : MOFA et Banque mondiale. Electrification rate : IEA. Electricity consumption : Africa Energy Portal hosted by African

Figure préliminaire : Données de base des pays ciblés par l'enquête (17, 18)

Chapitre 1 Aperçu de l'étude

1-1 Objectif et contexte de l'étude

1-1-1 Contexte

Alors que le nombre de la population mondiale sans accès à l'électricité a diminué de 9% par an en moyenne entre 2015 et 2019, ce nombre a commencé à augmenter entre 2019 et 2020 après le début de la pandémie de COVID-19¹.

En 2020, environ 800 millions de personnes dans le monde, surtout en Afrique et en Asie, continuent à vivre sans avoir un accès à l'électricité. En Afrique subsaharienne en particulier, avec un taux d'électrification d'environ 49% pour une population d'environ 1.9 milliards de personnes, une population de près de 510 millions n'a pas de raccordement à de réseau électrique, et représente environ 67% de la population mondiale n'ayant pas d'accès à l'électricité.

Selon l'Agence Internationale de l'Electricité (AIE), alors qu'un taux d'électrification de 92% serait atteint en 2030, ce taux serait estimé à environ 61% en Afrique subsaharienne et une population de plus de 500 millions de personnes ne pourrait toujours pas bénéficier de l'utilisation de l'électricité.

Une des explications est l'impact socio-économique du fléau de la COVID-19 qui tend aujourd'hui à s'étendre dans la zone Afrique et il est quasiment impossible d'atteindre à l'horizon 2030 l'ODD 7 : « Garantir l'accès de tous à des services énergétiques fiables, durables et modernes, à un coût abordable », mais les attentes portent sur la coopération entre les différents acteurs et sur les innovations en matière de modes de développement, de modèles entrepreneuriaux et de modes d'appui des bailleurs.

Face à cette situation, dans le cadre de ses orientations de coopération dans le secteur de l'électricité en zone Afrique, la JICA s'est jusqu'à présent engagée dans des coopérations financières et des coopérations techniques portant sur le renforcement des installations de production d'énergie (géothermique, hydroélectrique, au gaz), le renforcement des systèmes de pools énergétiques, et l'aménagement des réseaux de distribution. En outre, lors de la 7e Conférence internationale de Tokyo sur le développement de l'Afrique (TICAD 7) tenue en août 2019, le message a été prononcé pour une contribution accrue à l'atteinte de l'ODD 7 et à la promotion pour la transformation économique en Afrique par 1) des énergies renouvelables (géothermique, mais aussi photovoltaïque et éolienne), 2) de l'accès à l'électricité (amélioration du taux d'électrification), et 3) de l'aménagement des réseaux de transport et de distribution de l'électricité (renforcement des pools énergétiques régionaux), en passant par la promotion des investissements du privé et le renforcement des capacités.

Le but de la présente étude est de collecter les informations nécessaires à la formulation de projets concrets (coopération financière non remboursable et coopération technique), principalement dans les domaines 2) et 3) susmentionnés.

1-1-2 Objectif de l'étude

Dans le cadre de la présente Étude, les informations nécessaires à la formulation de projets concrets (coopération financière non remboursable et coopération technique) notamment en matière d'accès à l'électricité et d'aménagement des réseaux de transport et de distribution de l'électricité seront collectées

dans une perspective d'appui à court, moyen et long terme, en prenant principalement en considération ① le mode de conduite de l'Étude dans le contexte de la pandémie de la COVID-19, ② l'impact exercé par cette pandémie sur le secteur de l'électricité dans les pays cibles et sur la mise en œuvre des projets de la JICA, ③ la fourniture stable d'électricité aux établissements de services sociaux de base et la garantie d'accès à l'électricité pour les populations à faible revenu, ainsi que ④ la promotion de l'introduction des énergies renouvelables. L'élaboration de la méthodologie de l'Étude et du rapport d'étude se fera en bonne concertation entre les parties concernées.

1-1-3 Les zones cibles de l'étude

Au début de cette étude, 16 pays ont été identifiés comme pays cibles : Ethiopie, Kenya, Rwanda, Ouganda, Nigéria, Sénégal, Mozambique, Angola, Zambie, Cameroun, Burkina Faso, Madagascar, Malawi, Sierra Leone, Libéria, et Togo.

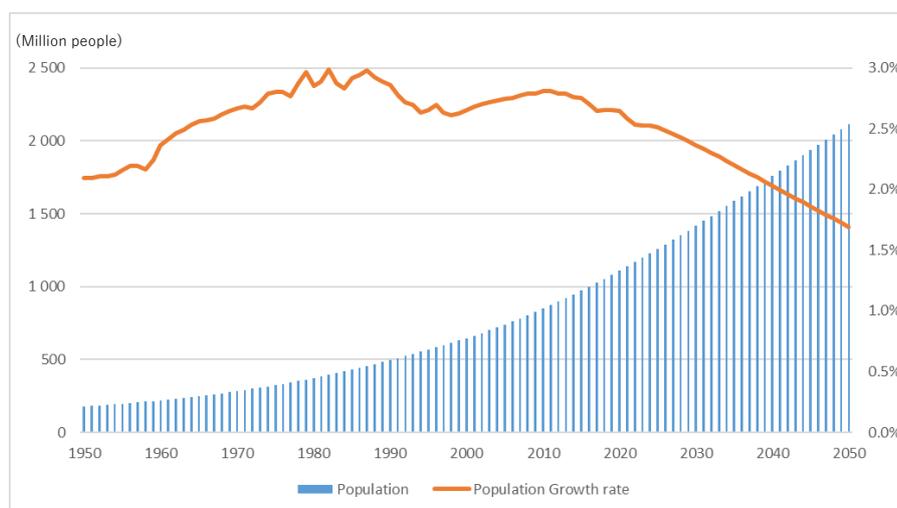
Ensuite, la Guinée, le Sri Lanka, et la République de Congo ont été ajoutés.

Chapitre 2 Les défis pour l'amélioration de l'accès à l'électricité en Afrique subsaharienne

2-1 Situation socio-économique

(1) La population mondiale et la population subsaharienne

La croissance de la population en Afrique est stimulée par la région de l'Afrique subsaharienne. Comme indiqué dans la figure 2-1-1.4, la région de l'Afrique subsaharienne continue d'augmenter à un taux élevé de 2,5~3 % au cours des 50 ans de 1970 à 2020. La population totale, qui était inférieure à 180 millions en 1950, est estimée à 1,09 milliards en 2020, soit plus de six, et atteindre 2,1 milliards d'ici 2050.

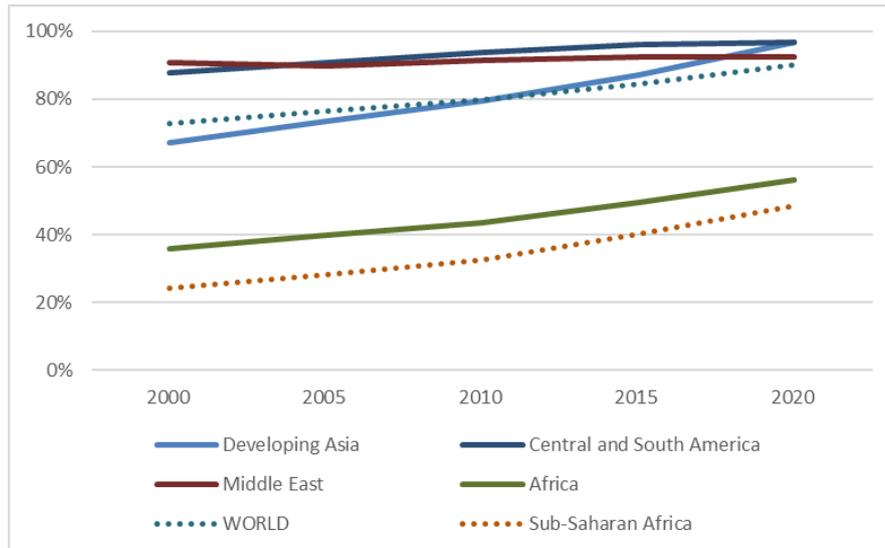


Source: ONU, Les perspectives de la population mondiale 2022

Figure 2-1-1.4 Croissance démographique et taux de croissance dans l'Afrique subsaharienne.

(2) La population sans électricité et le taux d'électrification dans l'Afrique subsaharienne.

Selon un rapport de l'Agence Internationale de l'Energie (IEA), le nombre de personnes sans accès à l'électricité dans le monde a diminué de 860 millions en 2018 à 760 millions en 2020. Le Gouvernement de l'Inde a annoncé que son taux d'électrification a atteint 100 %, et plusieurs pays africains ont mis en place des politiques qui visent à augmenter l'accès à l'électricité. Par contre, comme dans la figure 2-1-1.6, alors que le taux d'accès à l'électricité global est estimé à 90 % en 2020, le taux dans l'Afrique subsaharienne est seulement de 49 % ce qui représente une large différence venant des autres régions en voie de développement.

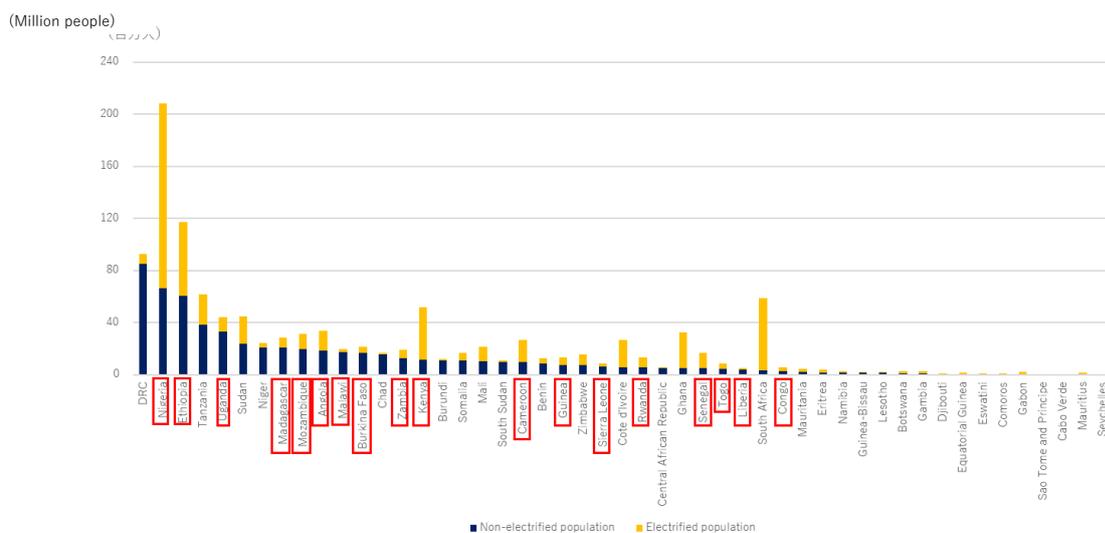


Source: IEA

Figure 2-1-1.6 Taux d'Accès à l'électricité par région (2000-2020)

Dans l'Afrique subsaharienne, le taux de la population sans accès à l'électricité a beaucoup diminué depuis 2010, en particulier dans les pays tels que le Kenya, le Sénégal, le Rwanda, le Ghana, et l'Éthiopie. Au Kenya plus précisément, le taux d'accès a augmenté de 14 % à presque 78 % entre 2010 et 2020, soit une augmentation de plus de quatre fois en une décennie. Alors que la plupart des progrès en Afrique pendant les dernières décennies sont atteints grâce à une connexion au réseau, les systèmes hors-réseau sont incessamment utilisés de nos jours.

Par contre, à cause de la propagation mondiale de la COVID-19, la tendance à la hausse est estimée à se renverser en 2020 et plusieurs pays seront loin de l'Objectif de Développement Durable (ODD) de 2030. En 2030, 50 % de la population mondiale sans accès à l'électricité seront concentrés sur sept pays : la République Démocratique de Congo, le Nigéria, l'Ouganda, le Pakistan, la Tanzanie, le Niger et le Soudan.



Source: IEA et les perspectives de la population mondiale 2022

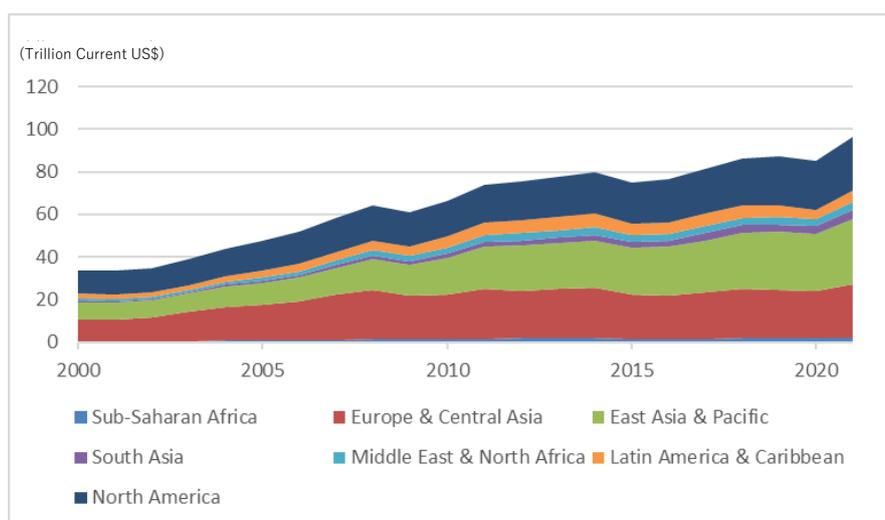
Remarque: montre les pays cibles de l'étude

Figure 2-1-1.7 Population sans électricité et avec électricité en Afrique subsaharienne (2020)

2-1-2 Environnement Economique

(1) PIB de la région d'Afrique subsaharienne

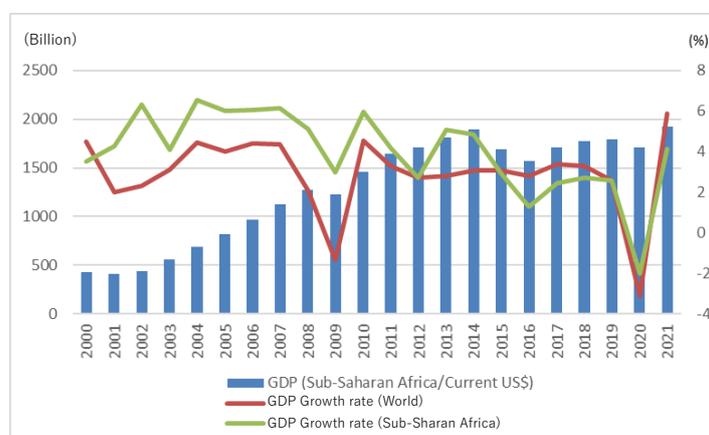
La figure 2-1-2.1 montre la tendance des parts du PIB par région. Bien que la croissance du PIB soit négative à cause de l'impact du COVID-19, on peut dire que le PIB mondial a connu une tendance ascendante de 2000 à 2021. En comparant le PIB de chaque région entre 2000 et 2021, alors que l'Europe et les régions d'Amérique du Nord diminuent leur part, la région de l'Asie de l'Est montre une expansion remarquable allant de 24,8% à 32%. D'un autre côté, la part de l'Afrique subsaharienne a augmenté légèrement allant de 1,3% en 2000 à 2% en 2021.



Source: Banque Mondiale, Les indicateurs de développement dans le monde (WDI)

Figure 2-1-2.1 Tendance des parts du PIB par Région

Comme indiqué dans la figure 2-1-2.2, le PIB de la région d'Afrique subsaharienne a augmenté de 423.1 milliards US\$ en 2000 à presque US\$ 2 trillions en 2021. En termes de croissance de PIB, la région d'Afrique subsaharienne a augmenté de 3 à 5% jusqu'en 2015, ce qui dépasse le PIB mondial pour la plupart des années. Depuis 2016, par contre, la croissance du PIB a été plus faible que celui du monde entier durant plusieurs années indiquant une stagnation de la croissance du PIB de la région d'Afrique subsaharienne.



Source: Banque Mondiale, Les indicateurs de développement dans le monde (WDI)

Figure 2-1-2.2 PIB et taux de croissance du PIB dans la région d'Afrique subsaharienne et le taux de croissance du PIB dans le monde

2-2 Les problèmes du secteur de l'énergie et les besoins en matière de développement

2-2-1 Etats actuels et les défis de la gestion de services électriques

Dans la région subsaharienne, les donateurs du monde entier fournissent des assistances financières et des investissements considérables. Jusqu'à ce que le taux d'électrification augmente à un certain niveau, la taille des actifs est prévue de s'accroître chaque année, et l'analyse financière montre que dans certains pays les fluctuations par an sont assez sévères, alors que dans d'autres pays le taux d'augmentation est plus élevé au fil du temps. Par conséquent, il est nécessaire de considérer le renforcement de la base de gestion en prenant en compte la phase où un investissement en capital est effectué et où le taux d'électrification augmente.

- Formuler des stratégies de gestion qui se conduisent à l'amélioration du taux d'électrification.

Pour stabiliser le management, il est nécessaire d'améliorer la structure organisationnelle. Plus précisément, il y a plusieurs questions à traiter, incluant la structure organisationnelle, la planification du personnel telle que le staffing (y compris le recrutement), l'établissement du suivi de la gestion et de la gouvernance et la planification financière à moyen et à long terme.

- Révision des tarifs de l'électricité et établissement d'un système pour collecter les prix de l'électricité.

Il y a un certain nombre de résidents qui ne sont pas capables de payer leur facture d'électricité, mais afin de stabiliser les finances de l'entreprise, il est nécessaire de définir des tarifs appropriés et de collecter des paiements suffisants. Cela sera lié au plan financier mentionné ci-dessus, mais sera examiné à moyen et long terme et fixera le tarif de l'électricité nécessaire pour rendre l'organisation durable et indépendante sans avoir recours aux subventions du gouvernement. Pour ce faire, une simulation des révisions des tarifs sera effectuée pour garantir que le tarif est adéquat et contribue à l'amélioration de la gestion.

De plus, comme il y a des aspects du système de collecte qui ne sont pas encore entièrement développés, un système de collecte incluant l'installation de compteurs sera mis en place. Par ailleurs, il est nécessaire de clarifier les critères de réduction et d'exemption de taxes. Comme la révision des tarifs est aussi fortement liée à des facteurs politiques, il est nécessaire de consulter amplement les parties prenantes importantes.

- Appui pour examiner le système de gestion par rapport aux services publics ou privés.

Dans certains des pays étudiés, l'électricité est fournie par des institutions publiques. D'autres sont privés mais ont des relations personnelles et financières étroites avec le gouvernement. Par contre, afin d'assurer une gestion stable dans le futur, il est nécessaire de considérer la privatisation sur la base d'un système de comptabilité indépendant. Plusieurs questions doivent être traitées pour passer d'une institution publique à une entité privée dont les systèmes de management, les structures organisationnelles incluant la gouvernance, la planification du personnel et le développement des

règlementations tel que le statut. Comme la situation actuelle varie d'un pays à un autre, il est nécessaire de tracer un chemin vers la privatisation selon la situation actuelle dans chaque pays.

- Appui pour l'utilisation de fonds privés.

Afin d'utiliser des fonds privés, en plus de mener une étude de faisabilité PPP/PFI, il est aussi envisageable de mener une étude de faisabilité pour des sociétés japonaises en plus des repositionnements avec les organismes financiers (subventions, aides, institutions financières politiques et privées).

(1) Méthode d'analyse financière

La disponibilité des états financiers est montrée dans le tableau ci-après et l'analyse financière a été effectuée pour chaque pays dont les états financiers pour l'exercice 2019 étaient disponibles. En d'autres termes, aucune analyse pays par pays n'a été effectuée pour les pays et les entités pour lesquels l'exercice 2019 était l'année de base et les états financiers de l'année fiscale 2019 n'étaient pas disponibles. L'analyse de Togo n'a pas été effectuée car les états financiers étaient incomplets.

(2) Résultat des analyses financières

1) Résumé des analyses financières

Suite aux résultats des analyses financières, il a été constaté que, lorsque que la valeur des actifs des sociétés d'électricité africaines a visiblement augmenté dans certains pays, il y avait des préoccupations concernant la rentabilité, le chiffre d'affaires, la gestion de stock et de la sécurité, qui nécessitent une attention particulière en matière de gestion.

	Features	Management considerations
 <p>There are many companies with low profitability.</p>	<p>Many companies have low gross profit margins, which are calculated by subtracting cost of sales from sales, and profitability needs to be improved. If profitability is low, cash flow from operations will be affected and cash flow will tend to deteriorate.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Formulation of medium- and long-term plans It is considered that there is a period for investment, and based on this, policies and measures should be formulated from a medium- to long-term perspective, and financial plans (investment plans and business plans) based on these facts this is necessary. ● Rate revision In some cases, it is necessary to consider rate revisions.
 <p>Long turnover period of trade receivables</p>	<p>There is concern that many companies will be in financial difficulties because they have a long time to sell electricity and collect receivables from users, that is, until they turn it into cash. In many cases, the power generation, transmission and distribution divisions are spun off into separate companies, but there is concern that if funds are not allocated to each company in a timely manner while recouping funds by one company, all divisions will face difficulties in raising funds.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Establishment of system and clarification of procedures for debt collection Establish a system for debt collection, clarify procedures, and implement uniform procedures. In particular, it is necessary to pay attention to outstanding loans.
 <p>Current ratio is low</p>	<p>There is a small amount of cash to be used as a source of payment and assets that can be immediately converted into cash for short-term debts, and there is a strong possibility that there's a need to raise funds through additional borrowings will arise. If they do not have access to financing, they will receive large subsidies from the government.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Securing Fund-Raising Instruments Always secure financing instruments that can meet short-term financing needs (e.g., entering into commitment line agreements with banks). ● Thorough fund management (reposted) To improve the accuracy of cash flow by managing cash balance so as to always secure a certain amount of surplus funds.

Source: Préparé par l'équipe de l'étude

Figure 2-4-1.1 Caractéristiques et considérations relatives à la gestion des sociétés d'électricité.

2-2-2 Mesures de soutien pour la gestion des services d'électricité

Considère dans un pays où une étude sur le terrain a été effectuée.

En Malawi et au Rwanda, les chefs des départements de finance et de comptabilité ont un niveau stable de connaissance et d'expérience, et il n'y a pas de problèmes majeurs avec leurs systèmes, cependant des mesures pour renforcer le développement continu des ressources humaines pour les membres des départements mentionnés précédemment pourraient être considérés. De plus, les deux pays comptent de multiples sociétés, mais à Rwanda, le REG devrait jouer le rôle de société-parapluie, ce qui n'est pas suffisant. Une répartition des rôles entre les trois sociétés concernant la gouvernance et de gestion d'entreprise pourrait être considéré.

En Ethiopie, la taille de ses actifs et les autres facteurs sont considérables, mais ses emprunts ont augmenté considérablement, ce qui a entraîné une augmentation des actifs tout en augmentant les dettes. Par conséquent, les coûts d'intérêts sur les emprunts et autres coûts sont importants et pèsent sur les bénéfices.. En considérant les futurs remboursements des dettes, il y a une possibilité que le flux de trésorerie ne soit pas stable, et un soutien peut être considéré pour l'élaboration d'une stratégie de financement, y compris la collecte de fonds pour créer des actifs.

Madagascar est un des pays les moins rentables examinés dans cette étude. Les coûts du carburant sont si élevés que les ventes ne couvrent pas ses coûts. Comme mentionné ci-dessus, tout type de mesure de soutien peut être considéré, y compris le soutien pour les stratégies de management en vue d'une période post-diffusion, un soutien pour établir un système de révision et de recouvrement des tarifs de l'électricité, un soutien pour l'analyse des systèmes de gestion publics ou privés, et un soutien pour l'utilisation des fonds privés.

Voici quelques soutiens possibles basés sur les analyses financières :

- En raison de la sous-capitalisation, un soutien en investissement en capital basé sur une compréhension des besoins en électricité pourra être considéré (Liberia, Madagascar, Burkina Faso, etc.).
- La rotation du total des actifs est très faible et les ventes sont considérées assez faibles par rapport à la taille des actifs. Par conséquent, il pourrait être considéré de fournir un soutien pour augmenter les ventes et améliorer l'efficacité des actifs (Liberia, Malawi, Mozambique, Zambie, etc.).
- A cause du tarif renversé, plus il y a de ventes et plus la situation financière s'aggraverait. Par conséquent, il est possible de considérer des mesures pour améliorer le bénéfice brut, telles que la révision des tarifs et le soutien à la rentabilité (Liberia, Sierra Leone (distribution d'électricité), Madagascar, etc.).
- Le taux de recouvrement des créances (charges d'utilisation de l'électricité) n'est pas satisfaisant, et il est possible que les créances accumulées ont augmenté, et une assistance telle que l'établissement d'un système pour recouvrir les tarifs (Angola, Sénégal, Sierra Leone, etc.) a été fournie.
- Les subventions du gouvernement sont importantes et il peut être considéré de fournir un soutien pour une gestion future qui ne dépend pas de subventions de l'Etat afin d'assurer une gestion durable et fiable (Kenya, Liberia, Malawi, Sierra Leone, Ouganda).

2-3 Développement des ressources humaines dans le domaine de l'exploitation et de la maintenance (O&M) des infrastructures de distribution et de fourniture d'électricité.

2-3-1 Etat actuel et problèmes de technologie relatifs à l'exploitation et à la maintenance

L'O&M en dispatch et les installations de sous-station dans les pays cibles sont évaluées en trois catégories comme indiqué dans le tableau 2-5-2.1. Les résultats de l'étude dans 17 pays cibles indiquent que les installations sont généralement obligées de fonctionner avec des déviations importantes par rapport aux conditions normales, le système de gestion de l'organisation est affaibli et un certain nombre de problèmes techniques affectent la fiabilité de l'approvisionnement. En particulier, la Sierra Leone et le Libéria n'ont reçu aucune formation technique systématique à jour, il est donc nécessaire de former les travailleurs aux normes de travail en même temps que la gestion actuelle de l'exploitation et de la maintenance. Les anciennes politiques sur la protection, la coordination du réseau, la planification d'approvisionnement et de la demande, et d'autres problèmes doivent être fondamentalement révisées. De plus, la section transport et distribution d'électricité doit fonctionner quotidiennement et effectuer les travaux de réparation à cause de la vétusté des installations, il est donc nécessaire d'apprendre les procédures appropriées et efficaces pour les travaux de réparation. Voici ci-dessous un tableau comparatif de l'état actuel de chaque pays.

Tableau 2-5-2.1 E&M dans le dispatch d'électricité et installations de sous-station dans les pays

No.	Pays cibles	Système de suivi (centrale électrique, centre de commande d'approvisionnement)	Mesures de recouvrement en cas de défaillance	3Maintenance en inspection	Les besoins de soutien, etc.
1	Angola	-	-	-	Besoin inconnu en O&M basé sur les informations reçues
2	Burkina Faso	×	○	○	✓ Renforcement de capacité des instructeurs de formation ✓ Etablissement de formation
3	Cameroun	-	-	-	Besoin inconnu en O&M basé sur les informations reçues.
4	Republic of Congo	-	-	-	Besoin inconnu en O&M basé sur les informations reçues
5	Ethiopie	○	○	○	Voir 1) Ethiopie ci-dessous pour plus de détails
6	Guinée	-	-	-	Besoin inconnu en O&M basé sur les informations reçues
7	Kenya	-	-	-	Besoin inconnu en O&M basé sur les informations reçues
8	Liberia	×	×	×	Il y a un besoin de matériel de formation tel que les simulateurs systèmes LEC. ✓ Simulateur d'exploitation du réseau ✓ Matériel de formation sur le photovoltaïque ✓ Equipement d'essai
9	Madagascar	×	×	×	Voir 2) Madagascar ci-dessous pour plus de détails
10	Malawi	×	○	○	Voir 3) Malawi ci-dessous pour plus de détails
11	Mozambique	×	○	○	Le contenu de la demande couvre tous les aspects de l'énergie électrique et il y a aussi une demande d'équipement de laboratoire en ICT. Voir ci-dessous pour les détails. ✓ Formation générale en énergie telle que l'équipement énergétique et l'éthique de l'ingénieur ✓ Etablissement de formation et équipement
12	Nigeria	-	-	-	Pas applicable
13	Rwanda	○	○	○	Voir 4) Rwanda ci-dessous les détails
14	Sénégal	-	-	-	Besoin inconnu en O&M basé sur les informations reçues

15	Sierra Leone	×	×	×	✓ O&M formation en systèmes électriques (surtout les infrastructures de distribution) ✓ Formation sur la coordination en matière de protection ✓ Planification du système énergétique
16	Togo	-	-	-	Besoin inconnu en O&M basé sur les informations reçues
17	Ouganda	○	○	○	UEGCL a demandé un centre de formation pour la sécurité des barrages relatif à l'O&M à la centrale hydroélectrique de l'Isimba (nouveau) et une formation sur les systèmes d'automatisation.
18	Zambie	-	-	-	Besoin inconnu en O&M basé sur les informations reçues

Source : Matériel de l'équipe d'étude préparatoire de la JICA

Remarque : ○ (Niveau standard dans les pays subsahariens), × (Niveau non standard dans les pays subsahariens).

2-3-2 Recommandations pour améliorer O&M. Capacité des infrastructures de distribution et de livraison

Les résultats de cette étude indiquent que, en général, les pays cibles sont obligés d'exploiter les infrastructures qui s'écartent considérablement des conditions saines, et un nombre de problèmes techniques ont été identifiés afin d'assurer la fiabilité de l'approvisionnement. Dans certains pays cibles, aucun système O&M systématique n'a été établi et le développement des ressources humaines est insuffisant.

Par conséquent, dans la plupart des pays cibles, il est nécessaire d'apprendre d'abord les articles indiqués dans les normes de travail de base, parallèlement avec la gestion actuelle de l'exploitation et de la maintenance. L'IT et la numérisation devront alors être promues. Le plus grand défi dans la promotion de cette propagation de technologie est les ressources humaines.

Par conséquent, en plus de l'expansion du réseau conventionnel, il est nécessaire de prendre des mesures pour accélérer l'électrification en une période relativement courte et augmenter la rentabilité des opérateurs en électricité, comme les mini-réseaux qui utilisent des sources distribuées qui peuvent être produites localement et pour la consommation locale, et les propositions d'introduire les systèmes et technologies numériques. Dans ce but, le développement des ressources humaines d'une perspective à long-terme est nécessaire pour assurer un développement durable qui satisfait les besoins et le niveau technologique de chaque pays.

En particulier, beaucoup des infrastructures de transport et de distribution d'énergie sont vétustes, et sont à un stade de révision importante de leur fonctionnement. Il est nécessaire de soutenir l'adaptation de protection et les méthodes de contrôle aux nouvelles conditions, tout en améliorant l'état opérationnel des installations existantes. En outre, les systèmes électriques à Madagascar et dans d'autres pays ont plusieurs problèmes en raison du vieillissement, et il est nécessaire de transférer la technologie pour les méthodes de réparation appropriée. A l'inverse, les systèmes électriques en Malawi et dans d'autres pays sont relativement de petite échelle, donc il est nécessaire de transférer la technologie de gestion d'opération et de maintenance pour les infrastructures actuelles à un stade relativement très tôt, et commencer le renforcement de capacité pour planifier le renouvellement et l'expansion des réseaux de transport et de distribution (planification du système énergétique) afin de résoudre les problèmes fondamentaux relatifs aux systèmes énergétiques.

Chapitre 3 Propositions de projets visant à améliorer l'accès à l'électricité

3-1 Méthodologie de la proposition

Les projets sont sélectionnés en fonction de leur conformité avec les plans de haut niveau du pays cible et la politique de coopération au développement du Japon, ainsi que de l'importance, de la cohérence, de l'efficacité, de l'impact, de l'efficacité et de la durabilité de l'aide. Nous déterminons également si l'ampleur du projet est appropriée en tant que projet de coopération financière non remboursable et de coopération technique dans le pays bénéficiaire.

Il existe plusieurs approches pour les propositions de projets, car les éléments doivent être composés dans des situations diverses en tenant compte de plusieurs variables telles que le contexte, les besoins, les corrélations sectorielles et les défis à relever.

Dans cette étude, les approches suivantes ont été principalement utilisées pour proposer les projets suivants :

- **Projets pour lesquels des demandes de coopération ont déjà été faites (par exemple la Sierra Leone)**

Les projets candidats pour lesquels une demande d'assistance a été exprimée au bureau/siège de la JICA par le pays étudié ont été rapidement examinés une fois confirmé que le contenu de la demande ne s'écartait pas de manière significative de la politique de base et des autres questions décrites ci-dessus.

- **Projets visant à promouvoir des plans de développement (investissements) (Éthiopie, République du Congo, etc.)**

Les projets qui avaient une priorité élevée dans les plans de développement des pays cibles étudiés, ou pour lesquels de nouveaux besoins ont été identifiés au cours de l'étude et pour lesquels le financement n'avait pas encore été décidé, ont été examinés et proposés conformément à la politique de base.

- **Projets à forte urgence (Sri Lanka, Madagascar, etc.)**

Les projets candidats qui ne figuraient pas dans le plan de développement (d'investissement) mais qui étaient clairement considérés comme urgents ont été étudiés conformément à la politique de base, notamment par rapport à l'ampleur de l'impact social et économique sur la région ou le pays en question dans le cas où le projet n'était pas mis en œuvre.

Les propositions sont faites par l'équipe d'enquête à la lumière des défis rencontrés par les pays étudiés et des circonstances dans lesquelles il y a trois composantes : « Proposition technique », « Approche multisectorielle » et « Réponse aux risques mondiaux ».

- **Proposition technique**

Bien qu'il n'y ait pas de demande active de la part du pays homologue, des propositions sont faites pour intégrer au projet des technologies considérées comme efficaces pour résoudre/corriger les

problèmes, sur la base des résultats des entretiens avec les entreprises japonaises.

■ **Approche multisectorielle**

Un projet visant à aborder les questions de développement de manière globale dans tous les secteurs en se concentrant sur les besoins des gens et en combinant diverses compétences pour résoudre ces problèmes dans une perspective intersectorielle.

■ **Réagir aux risques mondiaux**

Les projets aidant les pays confrontés à des crises économiques ou autres en raison de l'impact de la pandémie de COVID-19 et des événements mondiaux récents, à minimiser les dommages causés par le changement climatique qui est un problème mondial, et à contribuer à la décarbonisation.

3-2 Résumé des projets candidats

Le tableau 3-5.1 présente la liste des projets à fort potentiel et recommandés pour des études approfondies parmi la longue liste de nouveaux projets de coopération potentiels dans les sept pays où des enquêtes de terrain ont été menées.

Tableau 3-5.1 Liste restreinte de projets candidats

Projet	Scope	Effet attendu	Remarques
Malawi			
Projet de réseau circulaire de Lilongwe 33kV	<ul style="list-style-type: none"> ● Ligne de distribution <ul style="list-style-type: none"> • Construction d'une ligne de distribution 33kV et son renforcement ● Sous-station <ul style="list-style-type: none"> • Nouvelle sous-station 33/11kV de Chatata • Nouvelle sous-station 33/11kV d'Area49 • Amélioration de la sous-station 132/66/33/11kV de Kanengo • Amélioration de la sous-station 66/33/11kV de Kauma • Amélioration de la sous-station 33/11kV de Chitipi • Amélioration de la sous-station 33/11kV 	<ul style="list-style-type: none"> • L'électrification des foyers dans les banlieues des villes va augmenter, et l'approvisionnement en électricité des centres de santé, des hôpitaux et des établissements d'enseignement sera plus stable. • Le passage d'une distribution longue distance de 11kV à une distribution de 33kV réduira les pertes de distribution et améliorera la qualité du courant. • La redondance et la flexibilité opérationnelle seront assurées en circularisant le réseau de distribution 33 kV autour de la capitale. • Le projet vise à stabiliser l'approvisionnement en électricité des grands clients et des ménages en installant une sous-station de distribution à proximité de la zone de Chatata, en cours de développement. Il permettra également de soulager la charge de la sous-station existante de Kanengo. • Le renforcement de la ligne de distribution existante surchargée entre Kanengo et la zone 47 contribuera à réduire les pertes de distribution et à améliorer la qualité de l'électricité. 	<ul style="list-style-type: none"> • Il s'agit d'un projet de renforcement du réseau de distribution d'électricité de la capitale qui a une plus grande visibilité que les autres projets candidats. • En utilisant les lignes de transmission et de distribution existantes, les considérations environnementales et sociales peuvent être réduites. • Le projet devrait avoir des effets synergiques avec le projet antérieur « Projet de réhabilitation de sous-stations dans la ville de Lilongwe ». • Comme la zone est en cours de développement, il sera difficile de sécuriser un site et un droit de passage si la mise en œuvre est retardée.
Éthiopie			
Projet d'entretien des équipements d'exploitation et de maintenance	<ul style="list-style-type: none"> ● Guide d'acquisition et d'exploitation des équipements de maintenance et de gestion • Equipements de détection de défauts de lignes aériennes et de câbles souterrains (équipements de 	<ul style="list-style-type: none"> • Le « raccourcissement du temps de récupération des accidents » et la « mise en œuvre d'une maintenance préventive des installations » devraient réduire le temps de récupération des accidents et le nombre d'accidents. 	<ul style="list-style-type: none"> • Le projet devrait être efficace dans un large éventail de réseaux de distribution d'électricité, y compris dans les zones situées en dehors d'Addis-Abeba, notamment les zones de

Projet	Scope	Effet attendu	Remarques
	localisation de défauts) • Équipements mobiles (transformateurs sur socle) • Équipements nécessaires à l'adoption de la méthode de la ligne de distribution d'énergie sans coupure.	• En conséquence, la fiabilité de l'approvisionnement en électricité à Addis-Abeba augmentera, la satisfaction des clients s'améliorera et les pertes de recouvrement seront réduites.	conflit en utilisant la technologie japonaise.
Madagascar			
Renforcement du réseau de distribution et de sous-stations à Toamasina	• Renouvellement de la sous-station de Tamatave-1 (TM-1) Sous-station • Transformateur 20/5 kV, appareillage de commutation, dispositif de contrôle et de surveillance, travaux de génie civil. • Renouvellement du poste de Tamatave-2 (TM-2) Transformateur, appareillage, dispositif de contrôle et de surveillance, travaux de génie civil. • Transformateur de distribution, interrupteur sectionnel, matériel de connexion pour les lignes de distribution existantes de TM-1 et TM-2.	• Le taux d'électrification de la zone de Toamasina (350 000 habitants), qui est actuellement inférieur à 60 %, sera augmenté grâce à l'élimination de la demande de veille (environ 1 500 demandes de raccordement à partir de mai 2022). • On peut s'attendre à une amélioration de la fiabilité des bâtiments et des équipements, ainsi qu'à une réduction du nombre et de la durée des coupures de courant grâce à l'utilisation d'appareillages de commutation séparés dotés de fonctions d'ouverture et de fermeture automatiques. (Réduction significative d'environ 150 pannes/mois, d'environ 1 heure/heure).	• La sous-station peut être construite sur le site existant appartenant à la JIRAMA. • Selon le tracé de la ligne de distribution, il est possible que de nombreux résidents doivent être déplacés afin de sécuriser le droit de passage.
Sri Lanka			
Amélioration de la résilience des hôpitaux grâce aux énergies renouvelables	• Module PV et équipement auxiliaire • Ensemble de conteneurs (onduleur DC-AC, batteries de stockage, commutateur AC, transformateur, etc.) • Câble, ligne de communication • Dispositif de surveillance	• Le projet contribuera à l'amélioration de l'alimentation électrique des installations médicales et du fonctionnement de l'hôpital en remplaçant une partie de l'alimentation électrique provenant du réseau électrique et des générateurs d'électricité privés par la production d'énergie solaire. • Amélioration des infrastructures de services	• Il faudra envisager de remplacer le matériau de couverture sur lequel seront installés les panneaux de production d'énergie solaire et de renforcer le bâtiment. • Bien que l'investissement initial pour l'équipement soit élevé, le

Projet	Scope	Effet attendu	Remarques
		communautaires.	retour sur investissement est inférieur en raison de la faible efficacité énergétique. <ul style="list-style-type: none"> Il est nécessaire de prêter attention à l'entretien et à l'orientation de la gestion des équipements et au développement du système.
République du Congo			
Amélioration de la sous-station de Mbouono	<ul style="list-style-type: none"> Ajout d'un transformateur 1x220/20kV 70MVA Appareillage de commutation Système de contrôle et de surveillance Travaux de génie civil 	<ul style="list-style-type: none"> L'augmentation de la capacité du transformateur principal de la sous-station de distribution contribuera à éliminer la demande de veille et à améliorer le taux d'électrification. Contribution à une augmentation de la tension de 20kV dans le système de distribution de 6,6kV près de la sous-station, amélioration de la qualité du courant et extension de la zone de distribution. 	<ul style="list-style-type: none"> Agrandissement du transformateur principal 220/20kV au poste de Mbouono.
Amélioration du niveau de tension du réseau de distribution	<ul style="list-style-type: none"> Transformateur de distribution (approx... 150) Câble souterrain 20kV AL150mm² (approx. 65km) Matériaux de terminaison 	<ul style="list-style-type: none"> L'augmentation de la tension à 20 kV est avantageuse pour améliorer la chute de tension et étendre les lignes de distribution. Les pertes de distribution peuvent être réduites grâce à l'utilisation de transformateurs de technologie japonaise à faibles pertes. Amélioration de l'exploitabilité grâce à la simplification des équipements de maintenance suite à la suppression des installations de 6,6 kV à Brazzaville. Amélioration du système de distribution d'électricité pour le futur réseau électrique de 	<ul style="list-style-type: none"> Si nous fournissons les transformateurs, y compris les transformateurs mobiles proposés dans la technologie japonaise, nous pouvons réduire le temps de coupure pour les clients qui sont en train de passer à la tension de 20kV. Livraison d'équipements de distribution pour l'augmentation de la tension de distribution de 6,6kV à 20kV.

Projet	Scope	Effet attendu	Remarques
		220kV à Brazzaville.	

Source : Équipe d'enquête de la JICA

Chapitre 4 Recommandations

4-1 Problèmes communs des pays étudiés

Par cette étude, on a pu constater que plusieurs pays ont en commun les trois problèmes suivants. Comme ces problèmes sont liés à des facteurs positifs et négatifs, la capacité ou l'incapacité de résoudre ces problèmes affecteront la gestion des installations d'électricité et surtout le développement socio-économique des pays.

- Une faible croissance du taux d'accès à l'électricité
 - Approvisionnement insuffisant de production d'électricité et de réseaux de distribution pour une population croissante (financier)
 - Planification d'investissement en capital etc. (développement des ressources humaines)
 - Difficulté à fournir des installations de distribution d'électricité aux personnes qui vivent dispersées dans les larges zones rurales (environnement des investissements)
- Manque de revenu des opérateurs en électricité
 - Approvisionnement insuffisant d'électricité disponible pour la vente (approvisionnement)
 - Ecart entre le prix auquel l'électricité est achetée aux producteurs indépendants d'électricité (IPPs), etc. et le prix auquel l'électricité est vendue aux consommateurs (tendance inverse)
 - Perte de puissance (pertes techniques élevées et un faible taux de redevance)
- Manque de capacité de maintenance
 - Manque de ressources (éducation et formation)
 - Réduction de perte de puissance (renforcement de capacité)
 - Ce qui suit est un résumé des résultats d'analyses des sources de défaillance des matériels et des accidents (renforcement de capacité)

4-2 Recommandation

Un « projet de coopération largement basé sur la technique » est une solution efficace aux problèmes communs dans les pays étudiés et un moyen d'améliorer la situation énergétique et de bâtir une économie sociale inclusive, équitable et durable dans cette large zone de l'Afrique subsaharienne.

Selon le pays cible, l'étendue et l'échelle de la coopération, les partenariats avec les autres agences de développement internationales et les organismes d'exécution de la coopération au développement pourraient fournir un appui coordonné afin d'assurer les fonds et de permettre une utilisation efficace.

Projets de renforcement de capacité (exemple)

Objectif principal: Par ce projet, on va promouvoir le développement des ressources humaines et contribuer à la résolution des problèmes communs.

(Raisonnement): Promouvoir les projets pool énergétique sur une base latérale pour stimuler les accords sur l'énergie en utilisant les ressources d'énergie de la région et contribuer

	à l'amélioration de l'accès à l'électricité tout en abordant les demandes dans les pays concernés.
Principaux points:	Etablissement de centre de formation conjoint (appui pour l'exploitation et la maintenance d'équipements de formation), soutien en logiciel en utilisant des matériels de formation sur demande etc. (amélioration du développement et capacité de planification d'investissement, soutien pour l'amélioration de la gestion), et soutien en utilisant la technologie japonaise (amélioration de la réduction de perte de puissance, rectification de la défaillance du matériel et analyse des sources d'accidents).
(Raisonnement):	Promouvoir les projets pool énergétique sur une base latérale pour stimuler les accords sur l'énergie en utilisant les ressources d'énergie de la région et contribuer à l'amélioration de l'accès à l'électricité et en abordant les demandes dans les pays concernés.
Pays cible:	Pays Membres du Pool Énergétique Afrique de l'Est (PEAE)
(Raisonnement):	Parce que plusieurs pays ont mis en place une coopération financière à jour, et parce que tous ces pays sauf le Djibouti peuvent communiquer en anglais, il est considéré plus facile de coordonner et opérer dans chaque pays par rapport aux pays qui utilisent d'autres langues telles que le français.
Secrétariat:	Ethiopie
(Raisonnement):	Les problèmes et les besoins ont été confirmés par les résultats des études sur le terrain. De plus, l'Ethiopie est le pays secrétaire du PEAE et est un pays qui exporte l'électricité, il était donc considéré comme facile pour l'Ethiopie de prendre des initiatives. En outre, le siège de l'Union Africaine est situé à Addis-Abeba et l'aéroport International de Bole relie les pays dans le monde entier, ce qui rend les déplacements vers les pays cibles plus faciles.

Le manuel de formation et de mise en place de coopération dans une vaste zone, élaboré par la JICA donne des instructions pratiques quant à l'élaboration, la mise en place et l'évaluation de la coopération de la JICA. La coordination, la recherche de consensus, la sélection des problèmes, l'établissement des objectifs, etc. sont considérés être accompagnés de difficultés qui ne peuvent pas être traités par le concept de la coopération bilatérale.

Il est indéniable que la création d'un cadre de coopération avec plusieurs pays en même temps est difficile, cependant nous recommandons cette option comme une des possibilités à considérer un soutien pour soutenir le secteur énergétique en Afrique subsaharienne à l'avenir.

PARTIE I
LES DEFIS POUR L'AMELIORATION DU
SECTEUR ENERGETIQUE ET APERÇU
DES PROJETS POTENTIELS

Table des matières

Liste des figures et des tableaux

Abréviations

Chapitre 1 Aperçu de l'étude	1-1
1-1 Objectif et contexte de l'étude.....	1-1
1-1-1 Contexte.....	1-1
1-1-2 Objectif de l'étude	1-2
1-1-3 Les zones cibles de l'étude.....	1-2
1-2 Sélection des pays pour l'étude sur le terrain.....	1-4
1-2-1 Méthode de sélection.....	1-4
1-2-2 La comparaison par filtrage.....	1-5
1-2-3 Résultats du filtrage et étude sur le terrain des pays cibles.....	1-7
1-3 La procédure générale de l'étude	1-9
1-3-1 Composition de l'équipe d'étude	1-9
1-3-2 Aperçu de l'étude	1-9
1-3-3 Plan d'action de l'étude.....	1-12
Chapitre 2 Les défis pour l'amélioration de l'accès à l'électricité en Afrique subsaharienne	2-1
2-1 Situation socio-économique	2-1
2-1-1 Terre et population	2-1
2-1-2 Environnement Economique.....	2-6
2-1-3 Environnement social	2-8
2-2 Politique énergétique.....	2-12
2-3 Processus global de l'étude	2-18
2-3-1 Comparaison de l'approvisionnement d'électricité en Afrique subsaharienne.....	2-18
2-3-2 Comparaison des infrastructures énergétiques.....	2-23
2-3-3 Pool Energétique	2-28
2-4 Les problèmes du secteur de l'énergie et les besoins en matière de développement.....	2-33
2-4-1 Etats actuels et les défis de la gestion de services électriques	2-33
2-4-2 Mesures de soutien pour le Management des services d'électricité.....	2-56
2-4-3 Problèmes et besoins en matière de développement.....	2-57
2-5 Développement des ressources humaines dans le domaine de l'exploitation et de la maintenance (O&M) des infrastructures de distribution et de fourniture d'électricité.	2-61
2-5-1 Positionnement des infrastructures de distribution et de livraison	2-61
2-5-2 Etat actuel et les problèmes de technologie relatifs à l'exploitation et à la maintenance	2-62
2-5-3 Methodes pour développer les ressources humaines avec la technologie numérique.	2-70
2-5-4 Recommandations pour améliorer O&M. Capacité des infrastructures de distribution et de livraison.....	2-73
Chapitre 3 Propositions de projets visant à améliorer l'accès à l'électricité	3-1

3-1 Méthodologie de la proposition.....	3-1
3-2 Proposition technique	3-2
3-3 Approche multisectorielle	3-16
3-4 Faire face aux risques mondiaux.....	3-21
3-5 Résumé des projets candidats.....	3-26
Chapitre 4 Recommandations.....	4-1
4-1 Problèmes communs des pays étudiés	4-1
4-2 Résumé des résultats de l'étude.....	4-1
4-3 Recommandations	4-2

Liste des figures et des tableaux

Chapitre 1 Aperçu de l'étude

1-1	Objectif et contexte de l'étude.....	1-1
	Figure 1-1-3.1 Les zones cibles de l'étude.....	1-2
1-2	Sélection des pays pour l'étude sur le terrain	1-4
	Figure 1-2-2.1 Procédure d'examen et de sélection.....	1-5
	Tableau 1-2-3.1 Comparaison du filtrage des pays prioritaires étudiés.....	1-8
1-3	La procédure générale de l'étude	1-9
	Figure 1-3-1.1 Composition de l'équipe d'étude	1-9
	Figure 1-3-3.1 Agenda global de l'étude.....	1-13

Chapitre 2 Les défis pour l'amélioration de l'accès à l'électricité en Afrique subsaharienne

2-1	Situation socio-économique	2-1
	Figure 2-1-1.1 Surface de chaque pays dans l'Afrique subsaharienne.....	2-1
	Figure 2-1-1.2 Augmentation de la population mondiale et les répartitions régionales.....	2-2
	Figure 2-1-1.3 Croissance de la population mondiale par région	2-2
	Figure 2-1-1.4 Croissance démographique et taux de croissance dans l'Afrique subsaharienne. .	2-3
	Figure 2-1-1.5 L'estimation de la population dans chaque pays de l'Afrique subsaharienne (2021).....	2-3
	Figure 2-1-1.6 Taux d'Accès à l'électricité par région (2000-2020).....	2-4
	Figure 2-1-1.7 Population sans électricité et avec électricité en Afrique subsaharienne (2020)....	2-5
	Figure 2-1-1.8 Comparaison des taux d'électrification (2020).....	2-6
	Figure 2-1-2.1 Tendances des parts du PIB par Région	2-6
	Figure 2-1-2.2 PIB et taux de croissance du PIB dans la région d'Afrique subsaharienne et le taux de croissance du PIB dans le monde.....	2-7
	Figure 2-1-2.3 Population active par Région en 2000 et 2022	2-7
	Figure 2-1-3.1 Proportion de la population active vivant en dessous de \$1,90 par jour en 2010 et 2018 (%).....	2-8
	Figure 2-1-3.2 Proportion de la population en dessous du seuil de pauvreté par pays (2009-2020) (%)	2-9
	Figure 2-1-3.3 Proportion de la population ayant accès aux carburants propres et aux technologies de cuisson par région.....	2-10
	Figure 2-1-3.4 Proportion de la population ayant accès aux carburants propres et aux technologies dans les pays cibles de l'étude (%) (2020)	2-10
	Figure 2-1-3.5 Taux de mortalité de moins de 5 ans (pour 1 000 naissances vivantes).....	2-11
	Figure 2-1-3.6 Taux de scolarisation par niveau d'éducation par région (%)	2-11
	Tableau 2-1-2.1 Classement de environnement des affaires (les 10 premiers et derniers pays en Afrique subsaharienne).....	2-8
	Tableau 2-1-3.1 Les 10 derniers pays selon le MPI.....	2-9
2-2	Politique énergétique.....	2-12

Tableau 2-2-1.1	Politique d'amélioration de l'accès à l'électricité dans les pays concernés.....	2-13
2-3	Processus global de l'étude	2-18
Figure 2-3-3.1	Les pays membres du Pool Energétique de la région Afrique subsaharienne	2-28
Figure 2-3-3.2	Plans pour le Pool Energétique de l'Afrique de l'Est et interconnection internationale avec les pays voisins.....	2-29
Figure 2-3-3.3	Plans pour le Pool Energétique de l'Afrique de l'Ouest et interconnexion internationale avec les pays voisins	2-30
Figure 2-3-3.4	Plans pour le Pool Energétique de l'Afrique Australe et interconnexion internationale avec les pays voisins.....	2-31
Figure 2-3-3.5	Plans pour le Pool Energétique de l'Afrique Centrale et interconnexion internationale avec les pays voisins.....	2-32
Tableau 2-3-1.1	Equilibre de la demande et de l'approvisionnement en énergie	2-19
Tableau 2-3-2.1	Infrastructures énergétiques	2-24
2-4	Les problèmes du secteur de l'énergie et les besoins en matière de développement.....	2-33
Figure 2-4-1.1	Caractéristiques et considérations relatives à la gestion des sociétés d'électricité.....	2-37
Figure 2-4-1.2	Ventes et total des actifs / Ventes et ratio bénéfice sur les ventes.....	2-38
Figure 2-4-1.3	Total des actifs et bénéfice net /rotation des actifs	2-38
Figure 2-4-1.4	Liquidité.....	2-39
Figure 2-4-1.5	Ventes et total de l'actif	2-40
Figure 2-4-1.6	Ventes et ratio bénéfice sur les ventes	2-41
Figure 2-4-1.7	Total des actifs et Bénéfice net.....	2-41
Figure 2-4-1.8	Rotation de l'actif	2-42
Figure 2-4-1.9	Liquidité.....	2-43
Figure 2-4-1.10	Variation des actifs	2-43
Figure 2-4-1.11	Ventes et total des actifs	2-44
Figure 2-4-1.12	Ventes et ratio du bénéfice sur les ventes	2-45
Figure 2-4-1.13	Total des actifs et bénéfice net	2-46
Figure 2-4-1.14	Total des actifs et bénéfice net	2-46
Figure 2-4-1.15	Liquidité.....	2-47
Figure 2-4-1.16	Variation total des actifs.....	2-48
Figure 2-4-1.17	Ventes et total des actifs	2-49
Figure 2-4-1.18	Ventes et ratio du bénéfice sur les ventes	2-49
Figure 2-4-1.19	Total des actifs et Bénéfice net.....	2-50
Figure 2-4-1.20	Rotation des actifs	2-50
Figure 2-4-1.21	Liquidité.....	2-51
Figure 2-4-1.22	Variation des actifs	2-52
Figure 2-4-1.23	Ventes et total des actifs	2-53
Figure 2-4-1.24	Ventes et ratio bénéfice sur les ventes	2-54
Figure 2-4-1.25	Total des actifs et Bénéfice net.....	2-54
Figure 2-4-1.26	Rotation des actifs	2-55
Figure 2-4-1.27	Rotation des actifs	2-55
Figure 2-4-1.28	Variation des actifs	2-56

Tableau 2-4-1.1 Liste des sociétés cibles et états d'obtention d'états financiers.....	2-35
Tableau 2-4-1.2 Liste des indicateurs financiers.....	2-36
Tableau 2-4-1.3 Nombres par type de management	2-37
Tableau 2-4-1.4 Liste des sociétés intégrées	2-39
Tableau 2-4-1.5 Liste de sociétés de production d'énergie.....	2-44
Tableau 2-4-1.6 Liste des sociétés de transport.....	2-48
Tableau 2-4-1.7 Liste des sociétés de distribution	2-52
Tableau 2-4-3.1 Problèmes et besoins en matière de développement basés sur l'étude	2-58
2-5 Développement des ressources humaines dans le domaine de l'Exploitation et de la Maintenance (O&M) des infrastructures de distribution et de fourniture d'électricité.....	2-61
Figure 2-5-2.1 Organigramme de l'EEU.....	2-64
Figure 2-5-2.2 Organigramme de JIRAMA (Section transport et transformation).....	2-66
Figure 2-5-2.3 Structure organisationnelle de JIRAMA (Section distribution)	2-67
Figure 2-5-2.4 Organigramme de la section transport et distribution.....	2-68
Figure 2-5-2.5 Organigramme de l'entreprise de gestion d'énergie.....	2-69
Tableau 2-5-2.1 E&M dans le dispatch d'électricité et installations de sous-station dans les pays	2-63
Tableau 2-5-2.2 Liste de demande d'achat pour les matériels d'essai et des outils par EEU	2-65
Tableau 2-5-3.1 Transfert de technologie numérique dans O&M dans le secteur production d'énergie.....	2-71
Tableau 2-5-3.2 Transfert de technologie numérique en O&M dans le domaine transport et distribution d'énergie	2-73

Chapitre 3 Propositions de projets visant à améliorer l'accès à l'électricité

3-1 Méthodologie de la proposition	3-1
3-2 Proposition technique	3-2
Tableau 3-2.1 Champ d'application et prestation requise	3-2
Tableau 3-2.2 Liste des technologies candidates proposées (avant-projet).....	3-4
3-3 Approche multisectorielle	3-16
Figure 3-3.1 Exemple d'application de l'équipement à une zone rurale (système de production d'énergie photovoltaïque pour le stockage des vaccins).....	3-17
Figure 3-3.2 Soutien aux installations médicales dans les zones urbaines (image)	3-18
Figure 3-3.3 Assistance aux zones sans électricité ni médicaments (image)	3-18
Figure 3-3.4 Soutien aux installations médicales dans les zones rurales (Image d'une proposition technique basée sur une approche multisectorielle).....	3-21
Tableau 3-3.1 Défis et solutions pour l'approvisionnement en électricité des établissements de santé urbains et ruraux	3-16
Tableau 3-3.2 Possibilité d'appliquer des équipements, y compris des énergies renouvelables, aux installations médicales	3-19
3-4 Faire face aux risques mondiaux.....	3-21
Figure 3-4.1 Tendances du tourisme au Sri Lanka.....	3-23

Figure 3-4.2 Carte de localisation des institutions médicales ayant fait l'objet d'une enquête de terrain	3-25
Tableau 3-4.1 Exemples de risques mondiaux	3-21
Tableau 3-4.2 Risques et défis mondiaux au Sri Lanka.....	3-22
Tableau 3-4.3 Défis et solutions auxquels est confronté le Sri Lanka (étude de cas du Sri Lanka).....	3-24
Tableau 3-4.4 Site Selection Screening Results (Sri Lankan Medical Facilities)	3-25
3-5 Résumé des projets candidats.....	3-26
Tableau 3-5.1 Liste restreinte de projets candidats	3-27

Chapitre 4 Recommandations

4-1 Problèmes communs des pays étudiés	4-1
4-2 Résumé des résultats de l'étude	4-1
4-3 Recommandation.....	4-2

Abréviations

ASEAN	Association of Southeast Asian Nations
BRICS	Brazil, Russia, India, China, South Africa
CAPP	Central African Power Pool
CEET	Compagnie Energie Electrique du Togo
CLSG	Côte d'Ivoire, Liberia, Sierra Leone and Guinea
COMELEC	Maghreb Electricity Committee
COMESA	Common Market for Eastern and Southern Africa
E2C	Energie Electrique du Congo
EAPP	Eastern Africa Power Pool
ECCAS/CEEAC	Economic Community of Central African States
ECOWAS	Communauté Economique des Etats de l'Afrique Centrale
EDG	Electricite de Guinee
EDM	Electricdade de Mocçambique
EEP	Ethiopian Electric Power
EEU	Ethiopian Electric Utility
EGENCO	Electricity Generation Company of Malawi
EGTC	Electricity Generation and Transmission Company
EMS	Energy Management System
ENDE	Empresa Nacional de Distribuição de Electricidade
Eneo	Eneo Cameroon S.A.
ERERA	ECOWAS Regional Electricity Regulatory Authority
ESCOM	Electric Supply Company of Malawi
EUCL	Energy Utility Corporation Limited
GDP	Produit intérieur brut
GIS	Geographic Information System
IEA	Agence internationale de l'énergie
IED	Intelligent Electronic Device
IPP	Independent Power Producer
IT	Information Technology
JICA	Agence Japonaise de Coopération Internationale
JIRAMA	Jiro sy rano malagasy
KenGen	Kenya Electricity Generating Company PLC
KETRACO	Kenya Electricity Transmission Company Limited
KPLC	Kenya Power and Lighting Company
LEC	Liberia Electricity Corporation
LPSE	Energy Sector Policy Letter
MESL	Mainstream Energy Solutions Limited
MPI	Multidimensional Poverty Index
NEP	National Energy Policy
NSPCL	North South Power Company Limited
O&M	Operation & Maintenance
OT	Operational Technology
PPP	Partenariat public-privé
PRODEL	Empresa Pública de Produção de Electricidade
REG	Rwanda Energy Group
REGTC	Project proposal for the establishment of the Rwanda Energy Group Training Center
RNT	Rede Nacional de Transporte de Electricidade
SADC	Southern African Development Community
SAIDI	System Average Interruption Duration Index
SAIFI	System Average Interruption Frequency Index
SAPP	Southern African Power Pool

SDGs	Sustainable Development Goals
SE4ALL	Sustainable Energy for All
Senelec	Société nationale d'électricité du Sénégal
SIE	Systeme d'Information sur l'Energie
SONABEL	Société Nationale d'Electricité du Burkina
SONATREL	Societe Nationale de Transport de L'electricite
SVC	Static Var Compensator
TCN	Transmission Company of Nigeria
TICAD	Tokyo International Conference on African Development
TPL	Transcorp Power Limited
UEGCL	Uganda Electricity Generation Company Limited
UETCL	Uganda Electricity Transmission Company Limited
UN	Les Nations Unies
WAPP	West African Power Pool
WESO	World employment and social outlook
ZESCO	Zambia Electricity Supply Corporation

Chapitre 1

Aperçu de l'étude

Chapitre 1 Aperçu de l'étude

1-1 Objectif et contexte de l'étude

1-1-1 Contexte

Alors que le nombre de la population mondiale sans accès à l'électricité a diminué de 9% par an en moyenne entre 2015 et 2019, ce nombre a commencé à augmenter entre 2019 et 2020 après le début de la pandémie de COVID-19¹.

En 2020, environ 800 millions de personnes dans le monde, surtout en Afrique et en Asie, continuent à vivre sans avoir un accès à l'électricité. En Afrique subsaharienne en particulier, avec un taux d'électrification d'environ 49% pour une population d'environ 1.9 milliards de personnes, une population de près de 510 millions n'a pas de raccordement à de réseau électrique, et représente environ 67% de la population mondiale n'ayant pas d'accès à l'électricité.

Selon l'Agence Internationale de l'Electricité (AIE), alors qu'un taux d'électrification de 92% serait atteint en 2030, ce taux serait estimé à environ 61% en Afrique subsaharienne et une population de plus de 500 millions de personnes ne pourrait toujours pas bénéficier de l'utilisation de l'électricité.

Une des explications est l'impact socio-économique du fléau de la COVID-19 qui tend aujourd'hui à s'étendre dans la zone Afrique et il est quasiment impossible d'atteindre à l'horizon 2030 l'ODD 7 : « Garantir l'accès de tous à des services énergétiques fiables, durables et modernes, à un coût abordable », mais les attentes portent sur la coopération entre les différents acteurs et sur les innovations en matière de modes de développement, de modèles entrepreneuriaux et de modes d'appui des bailleurs.

Face à cette situation, dans le cadre de ses orientations de coopération dans le secteur de l'électricité en zone Afrique, la JICA s'est jusqu'à présent engagée dans des coopérations financières et des coopérations techniques portant sur le renforcement des installations de production d'énergie (géothermique, hydroélectrique, au gaz), le renforcement des systèmes de pools énergétiques, et l'aménagement des réseaux de distribution. En outre, lors de la 7e Conférence internationale de Tokyo sur le développement de l'Afrique (TICAD 7) tenue en août 2019, le message a été prononcé pour une contribution accrue à l'atteinte de l'ODD 7 et à la promotion pour la transformation économique en Afrique par 1) des énergies renouvelables (géothermique, mais aussi photovoltaïque et éolienne), 2) de l'accès à l'électricité (amélioration du taux d'électrification), et 3) de l'aménagement des réseaux de transport et de distribution de l'électricité (renforcement des pools énergétiques régionaux), en passant par la promotion des investissements du privé et le renforcement des capacités.

Le but de la présente étude est de collecter les informations nécessaires à la formulation de projets concrets (coopération financière non remboursable et coopération technique), principalement dans les domaines 2) et 3) susmentionnés.

En matière d'identification des besoins en appui, l'étude se basera non seulement sur les besoins premiers du secteur de l'électricité dans les pays cibles, tels que la « révision des plans généraux d'investissement (plans directeurs) », l'« amélioration de la gestion des opérateurs en électricité », la « prise en compte du développement des technologies numériques en matière de maintenance et de gestion des installations »

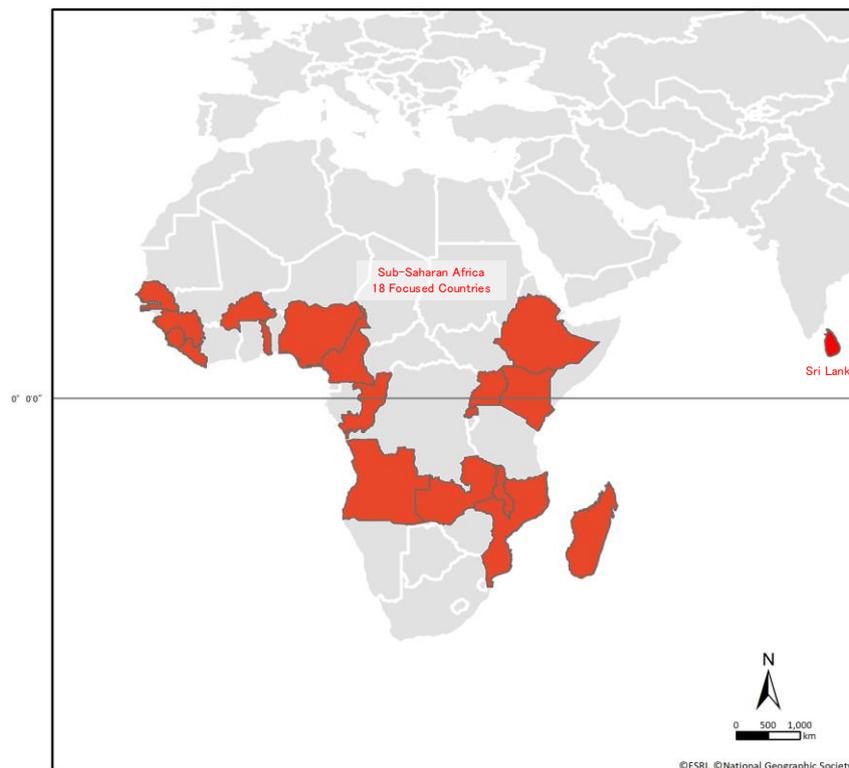
et les « investissements pour l'aménagement des réseaux en réponse à l'introduction de la production d'électricité à base d'énergies renouvelables », mais aussi sur les impacts à court, moyen et long terme de la COVID-19 sur le secteur de l'électricité dans les pays cibles.

1-1-2 Objectif de l'étude

Dans le cadre de la présente Étude, les informations nécessaires à la formulation de projets concrets (coopération financière non remboursable et coopération technique) notamment en matière d'accès à l'électricité et d'aménagement des réseaux de transport et de distribution de l'électricité seront collectées dans une perspective d'appui à court, moyen et long terme, en prenant principalement en considération ① le mode de conduite de l'Étude dans le contexte de la pandémie de la COVID-19, ② l'impact exercé par cette pandémie sur le secteur de l'électricité dans les pays cibles et sur la mise en œuvre des projets de la JICA, ③ la fourniture stable d'électricité aux établissements de services sociaux de base et la garantie d'accès à l'électricité pour les populations à faible revenu, ainsi que ④ la promotion de l'introduction des énergies renouvelables. L'élaboration de la méthodologie de l'Étude et du rapport d'étude se fera en bonne concertation entre les parties concernées.

1-1-3 Les zones cibles de l'étude

Figure 1-1-3.1 montre les zones cibles de cette étude, qui est principalement la région de l'Afrique subsaharienne.



Source: Equipe d'étude de la JICA

Figure 1-1-3.1 Les zones cibles de l'étude

Au début de cette étude, 16 pays ont été identifiés comme pays cibles : Ethiopie, Kenya, Rwanda, Ouganda, Nigéria, Sénégal, Mozambique, Angola, Zambie, Cameroun, Burkina Faso, Madagascar,

Malawi, Sierra Leone, Libéria, et Togo.

Ensuite, la Guinée, le Sri Lanka, et la République de Congo ont été ajoutés pour les motifs et objectifs suivants.

■ **Ajout de la République de Guinée**

Comme la Guinée fait face à une question urgente d'augmentation du taux d'électrification et d'approvisionnement d'électricité stable dans le pays, et comme un fort appel local pour l'appui au secteur énergétique est manifesté, il a été décidé d'étudier la situation sur l'électricité dans le pays et de considérer la possibilité de soutenir le pays.

Il est à noter que l'analyse des questions sur la gestion des services d'électricité ne fait pas partie de l'étude.

■ **Ajout de la République Démocratique Socialiste de Sri Lanka**

L'équipe a continué à considérer les projets sur l'approvisionnement d'électricité dans les infrastructures sociales de base telles que les centres de santé et d'éducation, et à promouvoir l'électrification à travers l'utilisation de sources d'énergie renouvelable, mais un site candidat n'a pas pu être identifié.

Dans de telle situation, le Sri Lanka, situé dans le Sud de l'Asie, a souffert d'une crise financière qui a causé le retard sur l'importation de combustibles fossiles, la stagnation de production et d'approvisionnement en électricité et de fréquentes pannes de courant dans les infrastructures sociales de base comme les établissements médicaux.

Face à cette situation, l'existence d'un besoin croissant pour le Sri Lanka d'améliorer l'approvisionnement d'électricité dans les établissements médicaux par l'introduction de la production d'énergie solaire qui ne dépend pas de combustibles fossiles a été identifié.

Cette situation est conforme aux défis de la région de l'Afrique subsaharienne, et il a été décidé de collecter les informations pour un projet afin d'installer une production d'énergie solaire pour les établissements médicaux au Sri Lanka et qui peut servir de modèle pour un développement futur dans la région.

Par contre, les études de base de l'électricité ou l'analyse des questions sur la gestion des services d'électricité ne font pas partie de l'étude.

■ **Ajout de la République de Congo**

En réponse à une demande de la République de Congo qu'elle supervise simultanément pour une assistance dans le secteur énergétique, le bureau de la JICA en République Démocratique de Congo a mené une collecte d'informations de base et une étude de projets potentiels en travaillant avec un consultant local de la République de Congo.

Parmi les projets potentiels identifiés dans l'étude du consultant, l'étude sur place en vue de l'élaboration d'un projet dans la ville capitale Brazzaville a été effectuée et la possibilité de donner

une assistance a été discutée.

Les informations sur l'électricité de base collectées par le consultant seront utilisées pour confirmer l'état financier de l'opérateur en électricité. Il est à noter que l'analyse détaillée des questions sur la gestion ne sera pas comparée ~~par~~ à celle des autres pays étudiés.

1-2 Sélection des pays pour l'étude sur le terrain

1-2-1 Méthode de sélection

Les pays retenus pour une étude sur le terrain ont été sélectionnés par les résultats de la méthode de filtrage ainsi que par l'urgence et l'importance des besoins d'assistance.

- **La comparaison du filtre (un total de 17 pays y compris 16 pays initialement étudiés et la Guinée ajouté ultérieurement)**

Basé sur les informations reçues et les besoins des pays partenaires, les pays cibles ont été sélectionnés par filtrage selon l'importance et l'efficacité de l'assistance ainsi que son impact.

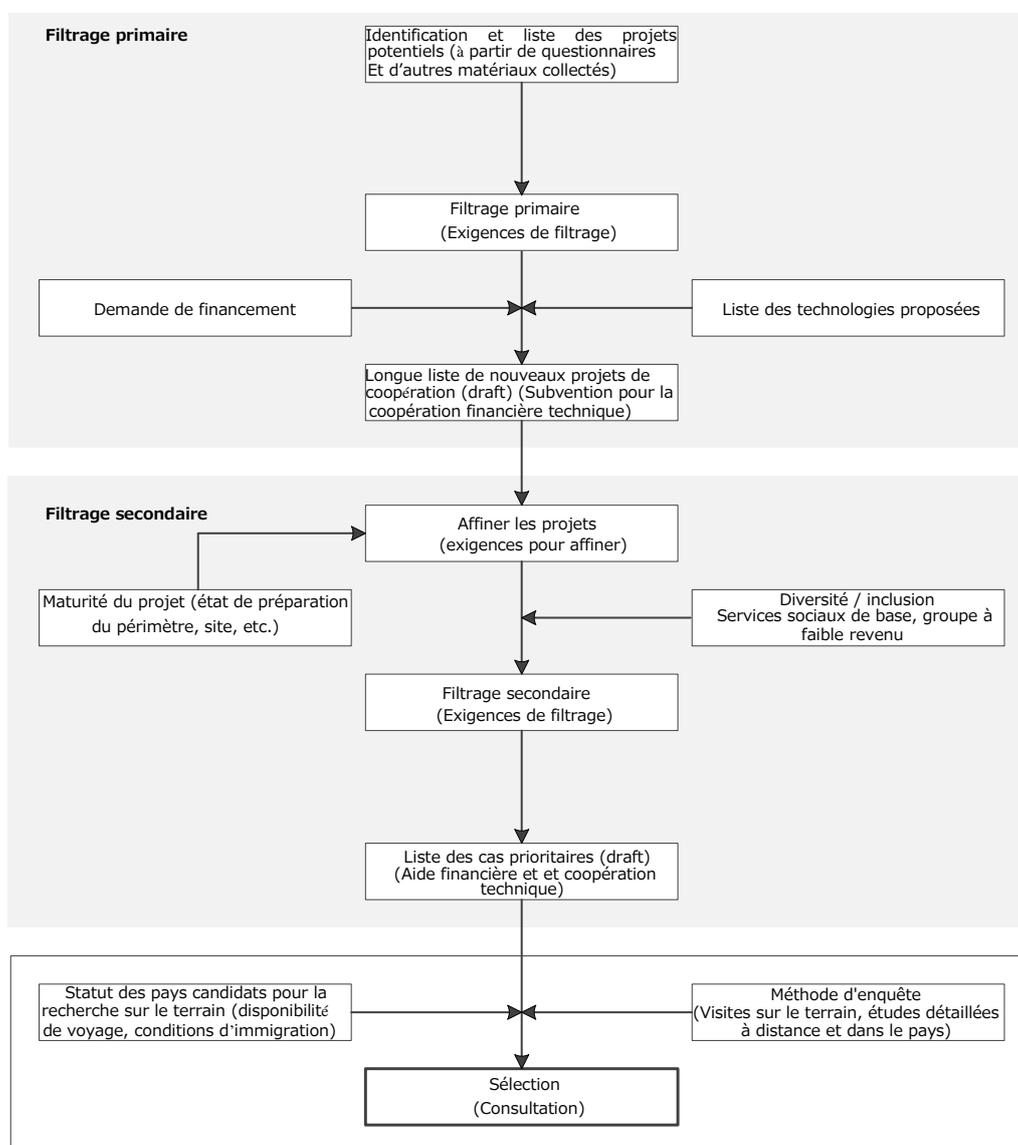
- **Les pays ayant des besoins importants et urgents (2 pays supplémentaires étudiés)**

Les pays ayant d'importants besoins d'assistance et ayant clairement besoin d'appui immédiat ont été sélectionnés pour une étude sur le terrain suite à une consultation avec la JICA.

1-2-2 La comparaison par filtrage

(1) La procédure de sélection par filtrage

La procédure d'examen et de sélection est illustrée à la Figure 1-2-2.1.



Source: Equipe d'étude de la JICA

Figure 1-2-2.1 Procédure d'examen et de sélection

(2) Filtrage primaire

Sur la base des informations et des données actuellement collectées, y compris les réponses au questionnaire et les informations disponibles sur Internet, l'examen primaire sera effectué à la lumière des exigences suivantes.

<Exigences de filtrage>

- Besoins en matière de développement (figurent-ils dans le plan de développement du pays et seront-ils soutenus par d'autres organismes d'aide ?)

- Urgence (y a-t-il un besoin d'appui à court terme ?)
- L'ampleur du projet (est-il approprié pour un projet de coopération financière non remboursable ou de coopération technique)

À partir des résultats de l'examen, une longue liste de nouveaux projets de coopération (ébauche) sera créée, mais nous examinerons également les projets pour lesquels un soutien de la coopération financière a déjà été demandé et les technologies proposées qui sont considérées comme efficaces pour les problèmes rencontrés par le pays concerné.

(3) Filtrage secondaire

Sur la base de la longue liste des nouveaux projets candidats à la coopération (provisoire), nous affinerons les projets pour lesquels il est jugé efficace d'effectuer une enquête sur le terrain.

<Exigences de raffinement>

- Objectifs du projet (Pouvez-vous déterminer l'effet attendu sur la question ?)
- Portée (la portée est-elle claire pour que le projet soit efficace ?)
- Site (avez-vous un site (candidat)) ?

Les résultats du raffinement feront l'objet d'un examen secondaire. Par ailleurs, une discussion se portera sur la possibilité d'ajouter des éléments contribuant à l'approvisionnement stable en électricité des infrastructures sociales de base, sur l'accès à l'électricité pour les personnes à faible revenu et sur la promotion de l'introduction d'énergies renouvelables sera discutée.

<Éléments de filtrage secondaire>

1) Importance de l'appui (Pertinence : Relevance)

- Pertinence
 - Est-il compatible avec les plans de développement du pays partenaire ?
 - Est-il compatible avec les besoins de développement ?
- Approche
 - En ce qui concerne les « bénéficiaires », est-ce qu'on tient compte des groupes vulnérables et de l'équité ?

2) Cohérence de l'appui (Cohérence : Coherence)

- Cohérence
 - Est-il conforme à la politique japonaise et à la politique de coopération de la JICA ?
 - Existe-t-il des liens (synergies) avec les autres projets et l'assistance de la JICA ?
- Harmonie et coopération
 - Est-elle complémentaire, harmonisée et coordonnée avec l'aide fournie au pays concerné par les autres agences de coopération au développement, etc.
 - Y a-t-il un alignement sur les cadres internationaux (notamment les ODD, la consolidation de la paix, l'aide humanitaire, etc.)

- 3) Efficacité de l'appui (Efficacité : Effectiveness)
 - Effets à court terme
 - Existe-t-il une attente de résultats directs ?
 - Des effets à court terme sont-ils attendus ?
 - Niveau cible
 - Une année cible a-t-elle été fixée ?
 - Est-il possible de fixer un niveau cible (indicateur d'efficacité opérationnelle) ?
- 4) Impact de l'appui (Impact : Impact)
 - Considérations environnementales et sociales
 - Y a-t-il un impact négatif sur l'environnement ?
 - Y a-t-il un impact négatif sur les considérations sociales ?
 - Diversité et inclusion
 - Est-ce que la philosophie des ODD de réaliser une société durable, diversifiée et inclusive que « No one left behind » est reflétée ?
 - Contribuera-t-il aux systèmes et aux normes sociales, au bien-être des personnes, aux droits humains et à l'égalité des sexes ?
- 5) Efficacité et durabilité (Efficacité : Efficiency, Durabilité : Sustainability)
 - Efficacité
 - Les apports (fonds, expertise, temps, etc.) sont-ils clairs ?
 - Peut-il produire des résultats économiques (output) ?
 - Risque
 - Attentes de la durabilité des bénéfices générés par le projet
 - Aspects politiques et institutionnels
 - Aspects organisationnels et systémiques (structure organisationnelle / ressources humaines)
 - Aspects techniques
 - Aspects financiers (budget actuel pour l'exploitation et la maintenance)
 - Aspects environnementaux et sociaux
 - Résilience face au risque de perte des bénéfices nets du développement au fil du temps.

1-2-3 Résultats du filtrage et étude sur le terrain des pays cibles

(1) Résultats du filtrage

Le tableau 1-2-3.1 montre la comparaison du filtrage des pays prioritaires pour la sélection des pays pour l'étude sur le terrain. 8 pays sur 17 ont été sélectionnés en tant que candidats pour l'étude sur le terrain et mentionnés dans le rapport intermédiaire.

Tableau 1-2-3.1 Comparaison du filtrage des pays prioritaires étudiés

Potentiel pour une étude sur le terrain (O)(Δ) (not covered)	Pays	Importance (10)		Cohérence (10)		Efficacité (10)		Capacité d'exécution (10)		Efficacité et Durabilité (10)		Score		Commentaires (En haut: technique et en bas: financier)
		Pertinence (5)	Approche (5)	Cohérence (5)	Harmonie (5)	à court terme (5)	Niveau cible (5)	Préparation (5)	Capacité (5)	Efficacité (5)	Risque (5)	Total	Rang	
O	Malawi	5	5	5	3	5	3	4	4	4	4	42	1	Certains des projets prioritaires semblent avoir été soumis à des demandes de soutien à la Banque en mars 2021; on ne connaît pas la situation d'adoption au niveau de la Banque. Les projets SCADA pour la distribution d'électricité et les projets de transport et de distribution en villes en appui à l'étude médicale sont également considérés dans la liste. Le résultat d'analyse de Generation (EGENCO) montre que l'importance de l'actif s'élargit et est relativement favorable.
O	Burkina Faso	4	4	3	3	5	4	4	5	2	4	38	2	La construction de la sous-station Ouaga-sud et le renforcement du réseau urbain de distribution, qui étaient recommandés comme les premiers projets prioritaires, sont tous les deux considérés pour avoir des effets bénéfiques importants. Les ventes ne sont pas faibles et efficaces comparées à la taille de l'actif. Par contre, le risque est établi à 4 parce que l'envergure s'élargit, et il n'y a pas d'importants problèmes avec la sécurité financière.
O	Rwanda	3	4	5	4	5	4	4	4	2	2	37	3	Il est recommandé de renforcer l'approvisionnement en électricité dans la partie sud de la capitale Kigali et de développer des équipements énergétiques pour l'approvisionnement des zones spéciales économiques qui seront développées dans le futur. Les ventes et la totalité des actifs sont parmi les trois les plus basses parmi les 14 pays (d'après les informations au moment de la proposition à cause de la non obtention des états financiers), mais plusieurs indicateurs de rentabilité et de sureté sont bas. Le ratio actuel, qui représente la solvabilité à court-terme, est faible, il y a des problèmes avec le flux de la trésorerie.
O	Ethiopie	4	4	2	3	4	4	5	4	2	2	34	4	L'étude préparatoire de la JICA sur la sous-station du Centre Addis a été effectuée, c'est un projet extrêmement mature. Il y a une possibilité que les ventes soient inférieures par rapport à la taille de la totalité des actifs et les actifs ne sont pas utilisés de manière efficace. Il y a également des problèmes avec la sécurité financière.
Δ	Sierra Leone	3	3	2	4	4	3	3	4	4	4	34	4	Une étude préparatoire pour le projet de coopération financière non remboursable a été effectuée. Les actifs ont considérablement augmenté. Malgré l'augmentation des prix du pétrole brut, les réductions de coût ont été effectuées et la rentabilité est bonne.
Δ	Madagascar	4	4	4	4	5	1	4	4	1	1	32	6	Le développement de la zone de la capitale Antananarivo est d'une grande importance, mais il y a plusieurs expansions de sous-stations dans la liste des priorités. La marge bénéficiaire brute en déduisant à partir des ventes le coût des ventes (d'après les informations au moment de la proposition à cause de la non obtention des états financiers) est négative et la rentabilité est extrêmement faible. Les actifs nets aussi sont négatifs, et un investissement d'une certaine échelle ou même plus est considéré nécessaire.
Δ	Guinée	4	4	2	1	4	4	4	3	3	3	32	6	La quantité d'informations est insuffisante. Le réseau de l'électricité est très fragile vu la taille du pays et un appui est essentiel. (On pourrait avoir besoin d'augmenter la capacité de gestion de la société d'électricité) (n'est pas prise en charge dans cette étude)
Δ	Libéria	5	4	3	2	4	3	4	4	1	1	31	8	Les projets recommandés comme étant prioritaires bénéficieraient à l'électrification des régions rurales loin de la capitale, et fourniraient aussi de l'électricité aux sites miniers aux alentours. Cela s'est considérablement détérioré financièrement et existe encore grâce aux subventions du gouvernement. Un investissement semble être en cours de réalisation et les actifs sont en train d'augmenter.
X	Angola	3	4	4	3	4	4	3	1	4	3	33	-	Beaucoup d'appuis venant des autres donateurs ont été sélectionnés dans la capitale Luanda afin de renforcer le réseau électrique dans le sous-centre. Une analyse pour le transport (RNT) a été effectuée, mais on le considère être relativement large et rentable. Même si la rentabilité est bonne, le risque est établi à 3 parce qu'il y a des problèmes de sécurité.
X	Mozambique	4	4	4	4	5	1	4	2	2	3	33	-	Il y a quelques projets potentiels dans la capitale et sous-centres afin d'améliorer l'approvisionnement en électricité. Il n'y a aucune information détaillée fournie par la partie Mozambique. Même s'il y a des problèmes concernant la rentabilité, la sureté et les autres facteurs, le risque est établi à 3 à cause d'une croissance potentielle grâce à l'augmentation de la population approvisionnée.
X	Ouganda	5	5	2	3	1	1	2	4	4	4	31	-	Un plan de développement convenable a été élaboré, dont la moitié semble être financée. L'article "Projet de coopération technique" est listé comme étant une priorité. C'est relativement stable avec les ventes en Kenya.
X	Cameroun	3	3	4	4	2	4	2	2	2	2	28	-	Le plan de développement du transport et de la distribution décrit dans le plan de développement est en cours avec l'appui d'autres donateurs. Il semble y avoir de potentiel pour le développement de petit centre hydroélectrique local. La marge bénéficiaire brute calculée en déduisant à partir des ventes les coûts de ventes (d'après les informations au moment de la proposition à cause de la non obtention des états financiers) est négative, et la profitabilité est très faible. De plus, le ratio actuel qui représente une solvabilité à court-terme est inférieur, et il y a de problèmes avec le flux de trésorerie.
X	Togo	2	3	3	3	3	2	2	1	3	3	25	-	A cause de la vulnérabilité du système existant, le développement du système backbone domestique et le projet d'électrification autour de la capitale et sub-urbain sont en cours. Les informations correctes et détaillées ne sont pas disponibles et une investigation est requise. Par contre, le développement du transport d'électricité et l'équipement de transformation est sous la juridiction de la société d'électricité CEB à Benin pays voisin. (Etats financiers non disponible)
X	Zambie	3	3	2	3	3	1	2	2	3	3	25	-	Il y a plusieurs grands centres hydroélectriques, et le système semble être bien développé. Le projet de coopération technique est recommandé pour ce pays. (Etats financiers non disponible)
X	Sénégal	2	1	2	1	3	2	2	1	4	4	22	-	Il y a un plan pour agrandir l'équipement principal national, mais les détails sont inconnus. Un grand manque d'informations acquises. Cela prend du temps de recueillir les créances commerciales, mais il n'y a aucun problème particulier concernant la rentabilité et la sécurité. Les actifs ont considérablement augmenté.
X	Kenya	3	1	1	1	1	4	2	3	2	3	21	-	Comme le plan de développement est élaboré en détail par le LCPDP et le développement avance avec ses propres fonds, un projet de coopération technique pour améliorer la qualité de l'électricité est recommandé. Cela prend du temps de recueillir les créances commerciales, mais il n'y a aucun problème particulier concernant la rentabilité et la sécurité. Les actifs ont considérablement augmenté.
X	Nigéria	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	Suite aux réunions en ligne, le côté nigérien a exprimé qu'ils n'ont pas besoin d'appui pour le moment.

Remarques 1 : La notation a été faite selon la feuille "méthode d'évaluation".

2 : Les notes ont été attribuées basé sur l'aperçu général des projets listés dans la longue liste, plus tôt que l'évaluation des projets individuels.

3 : Les pays ayant des plans de développement bien organisés, avec des informations reçues et qui ont fourni des données ont tendance à avoir de notes élevées.

4 : Les pays ayant des notes de 1 ou 2 pour la capacité à exécuter le projet sont considérés comme (1) mal préparés pour la mise en place du projet, ou (2) ayant des attentes faibles pour la mise en place harmonieuse de l'étude, donc l'étude sur le terrain a été exclue.

(2) Les pays sélectionnés pour l'étude sur le terrain

■ Les pays sélectionnés pour l'étude sur le terrain basés sur la comparaison de filtrage

Basé sur les résultats du filtrage, et la politique des départements concernés de la JICA selon les facteurs externes, quatre pays ont été sélectionnés en tant que pays cibles, et l'étude sur le terrain pour quatre autres pays n'a pas été retenue.

Les pays cibles pour l'étude sur le terrain : Malawi, Rwanda, Ethiopie, et Madagascar.

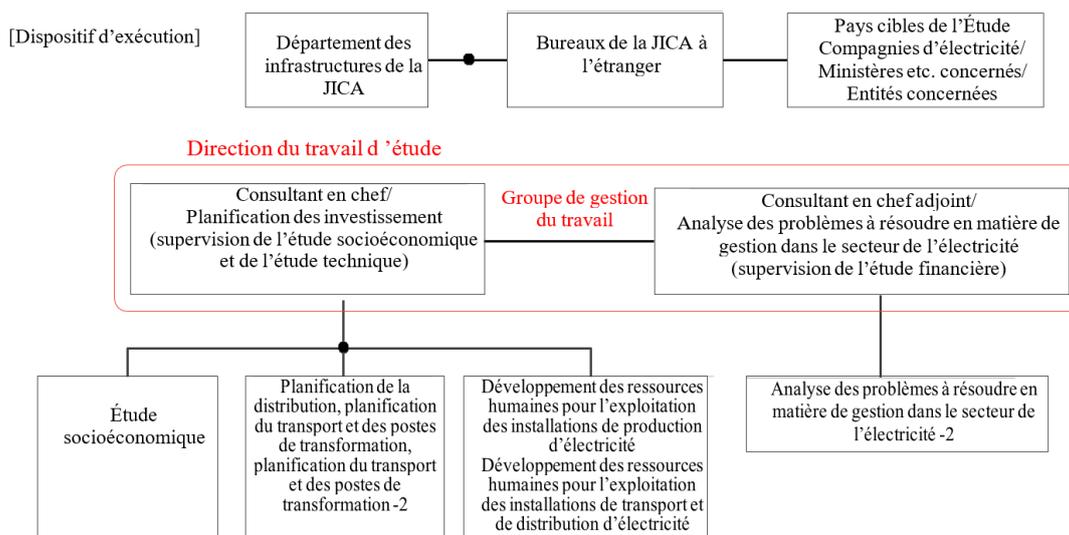
■ Les pays avec des hautes urgences et des besoins en aide

Les pays cibles pour l'étude sur le terrain : Sri Lanka, République de Congo

1-3 La procédure générale de l'étude

1-3-1 Composition de l'équipe d'étude

La figure 1-3-1.1 montre la composition de l'équipe qui réalise la présente étude :



Source: Equipe d'étude de la JICA

Figure 1-3-1.1 Composition de l'équipe d'étude

1-3-2 Aperçu de l'étude

(100) Le travail en amont au Japon

1) Méthodologie de l'étude

Dans les pays ciblés par l'étude, au tout début de celle-ci, des documents écrits et des questionnaires ont été envoyés aux organisations concernées afin de collecter des informations de base et de mener des évaluations des besoins, y compris l'objectif de l'étude, son contenu, et les demandes de coopération.

Dans les pays où notre équipe n'a pas de canaux de communication, le travail a été effectué avec des consultants locaux pour effectuer les activités de collecte d'informations après avoir établi un système de communication avec les organisations concernées dans le pays partenaire.

Dans les pays où la communication en ligne était possible et faisable, des explications supplémentaires en ligne ont été données afin de faciliter la collecte d'informations.

2) Collecte et analyse d'informations pour l'analyse de gestion

L'analyse financière et de la gestion a été effectuée sur la base des rapports annuels et des états financiers reçus (bilan, compte de résultat, états du flux de trésorerie). L'étude a également porté un regard sur l'aspect politique de privatisation du secteur énergétique et la séparation de la production, le transport et la distribution d'électricité. En particulier, dans le cas où la production, le transport et la distribution d'électricité sont effectués par des sociétés différentes, on obtient autant que possible les rapports annuels de chaque société pour l'analyse financière et de la gestion. Dans l'analyse financière et de la gestion, en plus des indicateurs non-financiers, on compare les informations de chaque opérateur en électricité pour une période de trois à cinq années. De plus, afin de comprendre les caractéristiques de chaque année, les informations des pays étudiés sont mises côte à côte, et nous utilisons également les informations des sociétés japonaises d'électricité en tant que référence pour l'analyse de chaque opérateur en électricité. Après avoir approfondi notre compréhension de chaque opérateur en électricité à travers les analyses, nous expliquons les résultats de l'analyse aux gouvernements et aux opérateurs en électricité dans chaque pays où les études sur le terrain ont été effectuées. Nous discutons ensuite de l'amélioration de la gestion financière et de la révision des plans d'investissement, ainsi que l'avis sur la formulation du plan financier et la pertinence des niveaux de tarifs.

3) Collecte et analyse des informations pour les études socio-économiques

Les informations socio-économiques ont été collectées sur l'état d'approvisionnement en électricité et les niveaux de revenu des infrastructures sociales de base telles que les soins médicaux, l'éducation et l'approvisionnement en eau dans les zones du projet.

4) Interviews avec les sociétés japonaises

Outre la promotion de l'accès à l'électricité via l'extension du réseau conventionnel, des interviews ont été organisés avec des sociétés japonaises afin d'étudier et de proposer des mesures qui satisfont les besoins de chaque pays au niveau de la technologie qui pourrait être produite sur place pour la consommation locale, comme par exemple les mini-réseaux qui utilisent des sources d'électricité réparties, les propositions d'introduire des systèmes et technologie digitaux, et l'amélioration des installations et capacité de gestion de maintenance. Les entretiens ont été planifiés au début du mois d'octobre 2020.

Des entretiens ont été effectués de manière intermittente d'octobre 2020 à mi-2021 via des visites en personne et/ou à distance. Chaque société a reçu une explication écrite sur le fond et l'historique de cette étude, son objectif et sa portée, ainsi que le principal objectif des entretiens, y compris les pays à étudier. La possibilité d'une coopération concernant l'étude des mesures de soutien à court, à moyen et à long terme a été également abordée.

Les sociétés interviewées sont listées ci-après et les technologies proposées par chaque société sont résumées dans la partie « 3-2 Les Propositions relatives à la technologie » de ce rapport.

<Les principales sociétés interviewées >

28 sociétés opèrent dans les équipements énergétiques tels que les équipements, matériels, et systèmes électriques.

6 sociétés opèrent dans les constructions, installations, maintenance, et gestion des équipements énergétiques.

Dans les pays examinés, la technologie japonaise a été introduite en tant qu'équipements et matériels considérés comme efficaces dans l'extension, l'installation et la maintenance des systèmes et des infrastructures énergétiques dans chaque pays.

5) Préparation et soumission du rapport intermédiaire

Un rapport intermédiaire (provisoire) qui résume les résultats de la première phase du travail en amont au Japon a été élaboré. Il inclut des informations sur l'état de la collecte d'informations et l'analyse de la gestion des installations électriques dans les pays cibles, une longue liste des mesures à développer en fonction des mesures de soutien à court, moyen et long terme, ainsi que l'avancement dans la sélection (filtrage) des pays pour l'étude sur le terrain. Le rapport a été préparé et discuté avec les départements concernés de la JICA, puis finalisé en tenant compte des observations reçues. Le rapport préliminaire a été finalisé après avoir revu les observations énoncées.

(200) (400) (600) (800) (1000) L'étude sur le terrain

1) Méthodologie de l'étude

Suivant les résultats des collectes de données et des analyses des informations durant la première partie du travail en amont, l'étude sur le terrain a été entreprise pour confirmer les besoins des organismes d'exécution pour la mise en œuvre des projets potentiels et pour effectuer des interviews pour collecter les informations ne pouvant être obtenues lors du travail préliminaire. De plus, les visites sur place des projets potentiels ont été menées afin de confirmer la taille du budget, les besoins des considérations écologiques et sociales, ainsi que la capacité de gestion et de maintenance des organismes d'exécution. En outre, les assistances en cours et les tendances des donateurs ayant des considérations d'assistances ont été confirmées, ainsi que l'aperçu des assistances pour le développement du secteur énergétique dans les pays partenaires cibles.

2) Préparation du rapport d'étude sur le terrain

Un rapport concernant l'étude sur le terrain a été préparé sur la base des informations collectées et des résultats de l'analyse des informations. Le rapport inclut principalement les informations sur la situation de l'électricité du pays, les besoins d'assistance, les plans de développement relatif au secteur de l'électricité, la tendance de développement y compris les autres donateurs, les propositions des composantes des projets basées sur une brève révision des projets demandés, et les rapports financiers.

(300) (500) (700) (900) Travail au Japon

1) Restitution

Lors de la réunion pour la restitution des travaux après le retour de l'étude sur le terrain, un résumé des résultats de l'étude a été effectué en utilisant le rapport de l'étude sur le terrain. Le rapport final a été soumis, tenant compte des observations énoncées lors de la réunion de debriefing et des commentaires sur le rapport.

2) Suivi après restitution

Les informations détaillées sur la situation générale du secteur de l'électricité dans les pays couverts par l'étude sur le terrain sont révisées et organisées par rapport aux informations les plus récentes obtenues lors de l'étude sur le terrain. Dans le cas où il y a des articles sans réponse dans le questionnaire, on effectue des suivis pour avoir les informations par l'intermédiaire des services locaux améliorant la collecte d'informations.

3) Révision de la longue liste provisoire

Après la soumission des résultats obtenus durant l'étude sur le terrain à la JICA, la longue liste provisoire est révisée si la révision de cette liste s'avère nécessaire.

(1100) Sixième cycle de travail au Japon

1) Préparation du rapport final provisoire

Le rapport final provisoire se compose de deux parties. La première partie résume l'étude en général et inclut une liste de projets potentiels. La deuxième partie résume les informations de base, les problèmes, les besoins en développement et une longue liste pour chaque pays.

2) Préparation du rapport final

Le rapport final est finalisé en reflétant les observations et commentaires émises sur le rapport final provisoire.

1-3-3 Plan d'action de l'étude

L'agenda global de cette étude est montré dans la figure 1-3-3.1.

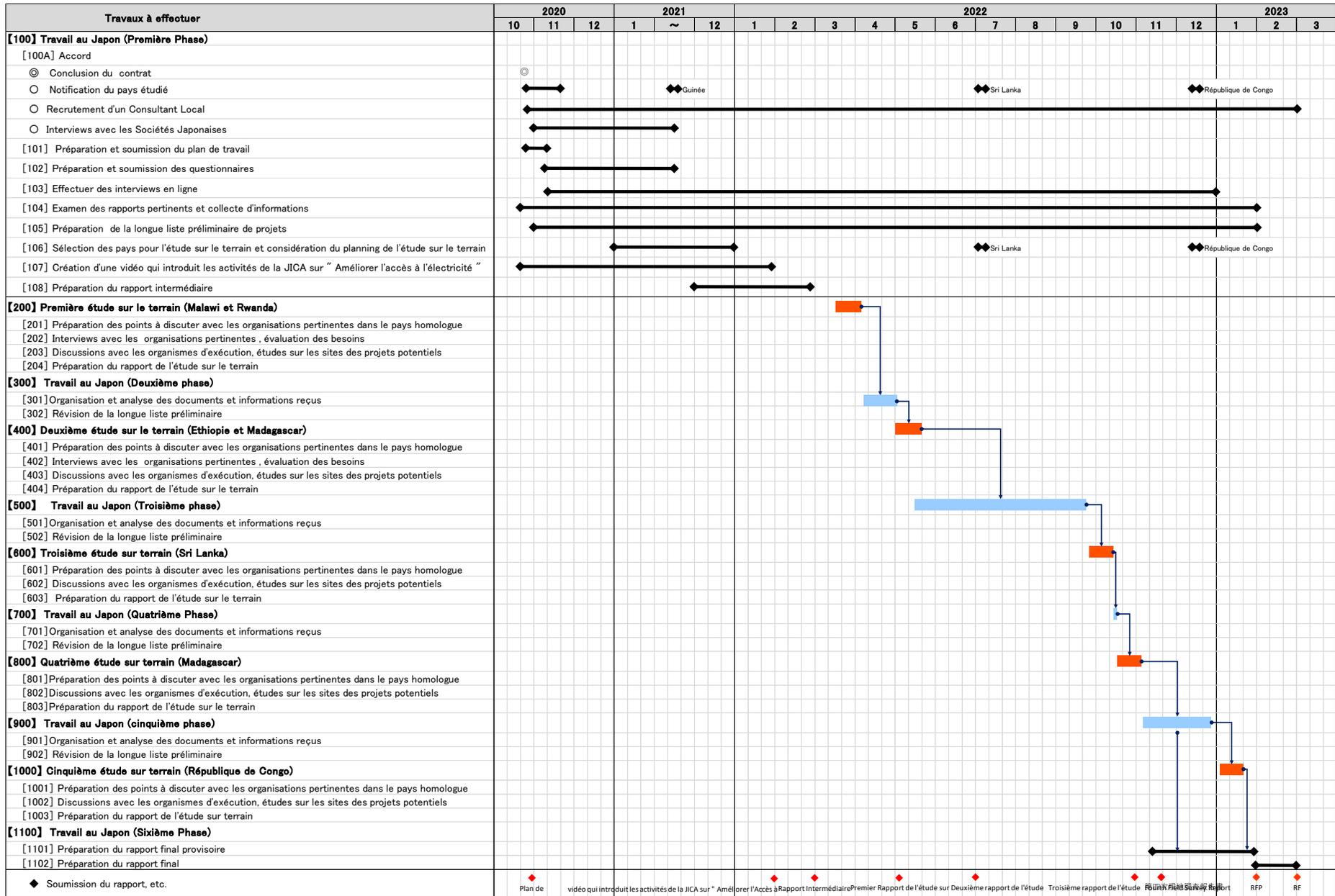


Figure 1-3-3.1 Agenda global de l'étude

* RFP: Rapport Final Provisoire
* RF: Rapport Final

Chapitre 2

Les défis pour l'amélioration de l'accès à l'électricité en Afrique subsaharienne

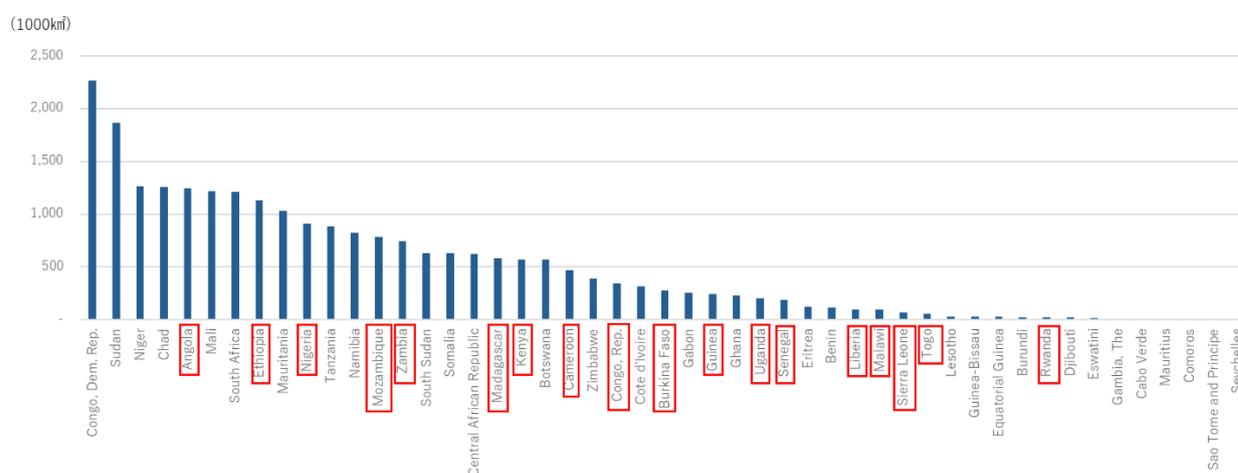
Chapitre 2 Les défis pour l'amélioration de l'accès à l'électricité en Afrique subsaharienne

2-1 Situation socio-économique

2-1-1 Terre et population

(1) Terre dans l'Afrique Subsaharienne

En décembre 2022, 49 pays sur les 54 pays africains sont reconnus par le gouvernement japonais comme faisant partie de l'Afrique subsaharienne, en excluant l'Algérie, l'Égypte, la Lybie, le Maroc et la Tunisie. La superficie totale de l'Afrique subsaharienne est de 23,89 millions km², ce qui compte environ un-cinquième de la surface de la terre. La surface par pays est montrée dans la figure 2-1-1.1.



Source: Banque Mondiale, Les indicateurs de développement dans le monde (WDI)

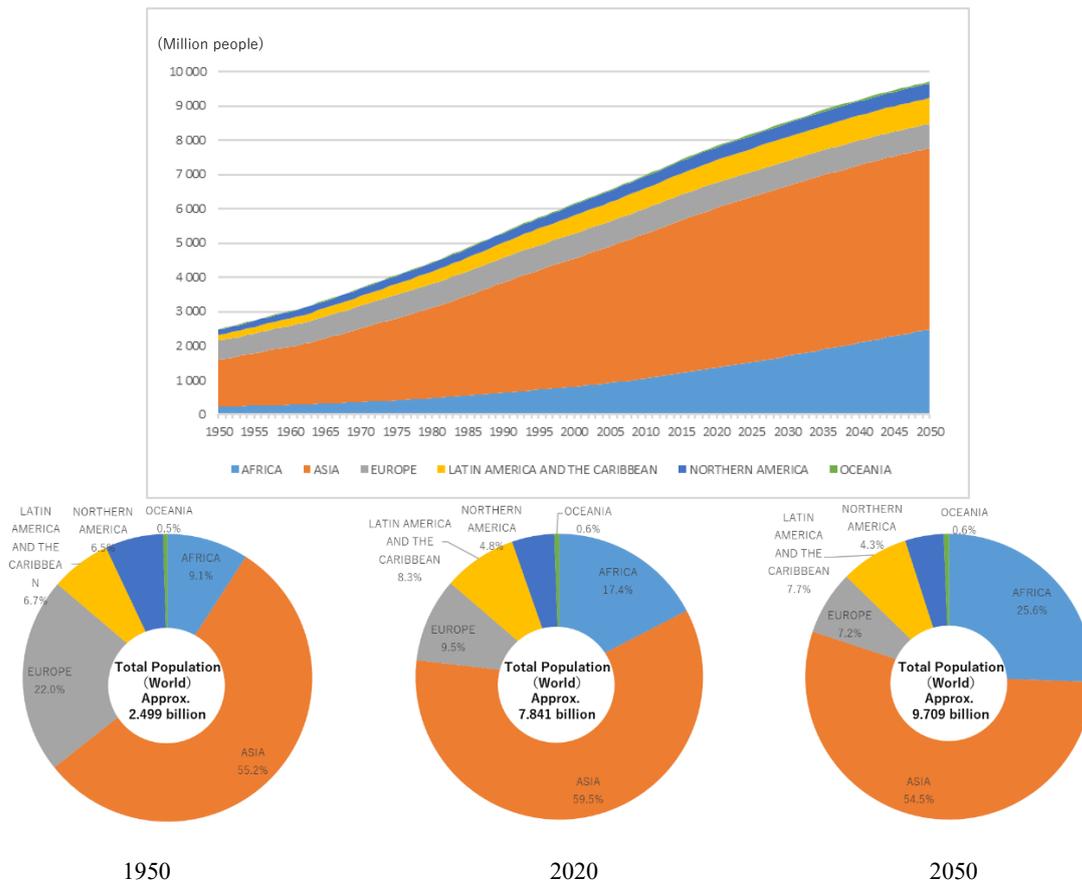
Remarque: montre les pays cibles de l'Etude.

Figure 2-1-1.1 Surface de chaque pays dans l'Afrique subsaharienne

(2) La population mondiale et la population subsaharienne

La population mondiale a augmenté de 2,5 milliards environ en 1950 à 7,8 milliards en 2020, soit près de trois fois la population mondiale en 1950. Cette tendance à la hausse est prévue continuer et atteindre 9,7 milliards d'ici 2050.

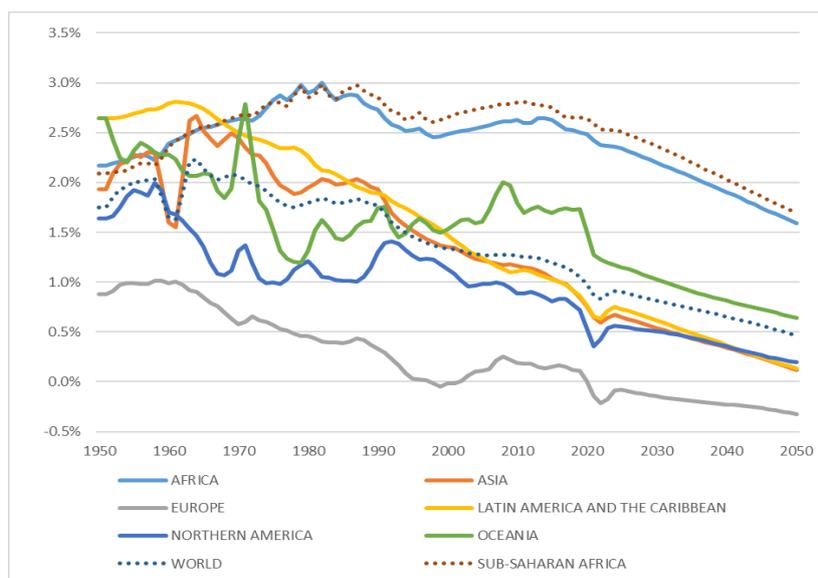
La figure 2-1-1.2 montre cette tendance à l'augmentation de la population mondiale et les répartitions de la population par région. Un aspect remarquable de cette tendance est la croissance de la population dans le continent africain qui présentait 9 % de la population mondiale en 1950 (environ 220 millions) et qui comptera 17,4 % (environ 1.36 milliards) d'ici 2020. Une augmentation à un taux dépassant 25 % (environ 2.49 milliards) est prévu d'ici 2050. En termes de répartition de la population, la population d'Asie reste presque fixe, alors que celle de l'Europe et de l'Amérique du Nord diminue, ce qui indique la croissance importante de la population dans les pays africains.



Source: ONU, Les perspectives de la population mondiale 2022

Figure 2-1-1.2 Augmentation de la population mondiale et les répartitions régionales

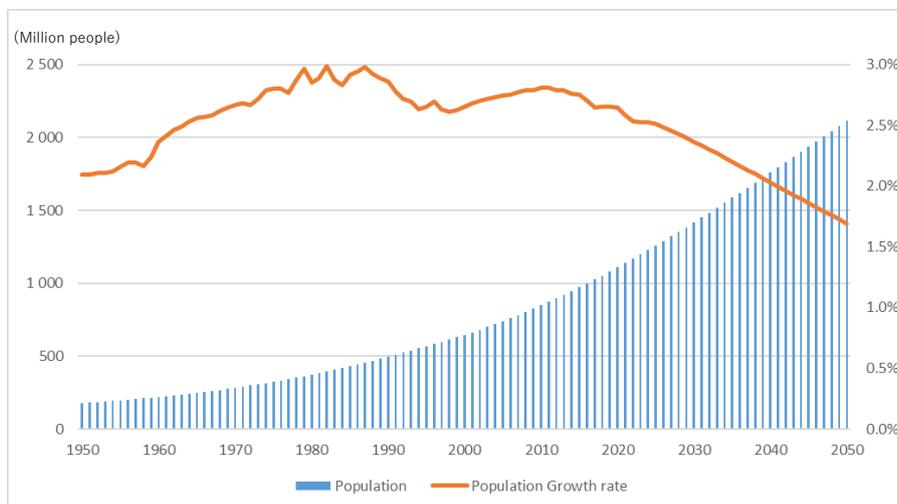
La figure 2-1-1.3 montre le taux de croissance de la population par région. Bien que certaines régions soient estimées à avoir une tendance en baisse de population, on estime que la région de l’Afrique subsaharienne continue à augmenter de plus de 2% par année dans un futur proche.



Source: ONU, Les perspectives de la population mondiale 2022

Figure 2-1-1.3 Croissance de la population mondiale par région

La croissance de la population en Afrique est stimulée par la région de l'Afrique subsaharienne. Comme indiqué dans la figure 2-1-1.4, la région de l'Afrique subsaharienne continue d'augmenter à un taux élevé de 2,5~3 % au cours des 50 ans de 1970 à 2020. La population totale, qui était inférieure à 180 millions en 1950, est estimée à 1,09 milliards en 2020, soit plus de six, et atteindre 2,1 milliards d'ici 2050.

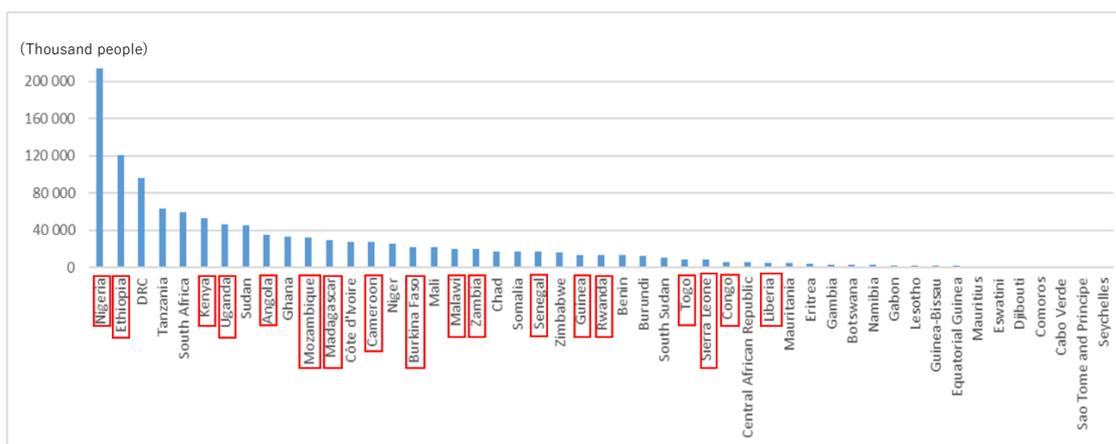


Source: ONU, Les perspectives de la population mondiale 2022

Figure 2-1-1.4 Croissance démographique et taux de croissance dans l'Afrique subsaharienne.

L'estimation de la population des pays de l'Afrique subsaharienne en 2021 est présentée dans la figure 2-1-1.5.

Les cinq premiers pays le Nigéria, l'Ethiopie, la République Démocratique de Congo, la Tanzanie, et la République de l'Afrique du Sud comptent 48,4 % de la population totale des pays de l'Afrique subsaharienne.



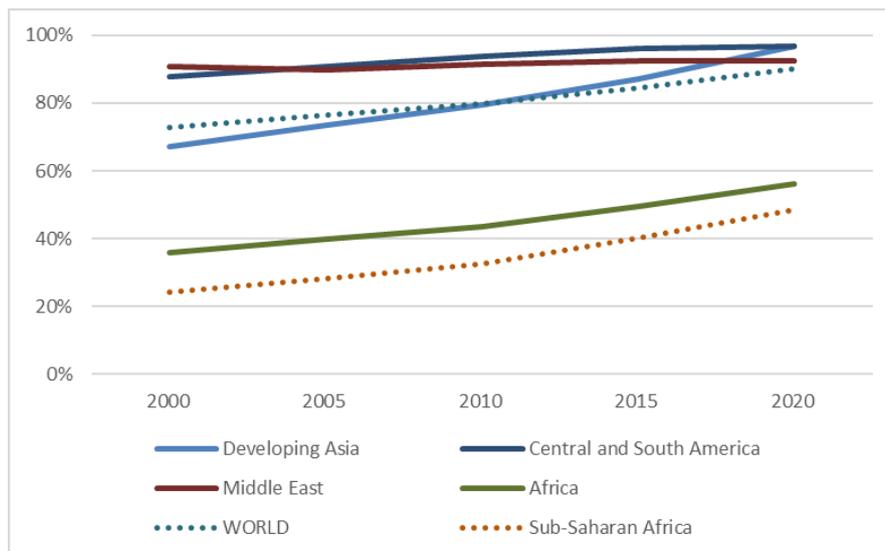
Source: ONU, Les perspectives de la population mondiale 2022

Remarque: montre les pays cibles de l'Etude

Figure 2-1-1.5 L'estimation de la population dans chaque pays de l'Afrique subsaharienne (2021)

(3) La population sans électricité et le taux d'électrification dans l'Afrique subsaharienne.

Selon un rapport de l'Agence Internationale de l'Energie (IEA), le nombre de personnes sans accès à l'électricité dans le monde a diminué de 860 millions en 2018 à 760 millions en 2020. Le Gouvernement de l'Inde a annoncé que son taux d'électrification a atteint 100 %, et plusieurs pays africains ont mis en place des politiques qui visent à augmenter l'accès à l'électricité. Par contre, comme dans la figure 2-1-1.6, alors que le taux d'accès à l'électricité global est estimé à 90 % en 2020, le taux dans l'Afrique subsaharienne est seulement de 49 % ce qui représente une large différence venant des autres régions en voie de développement.

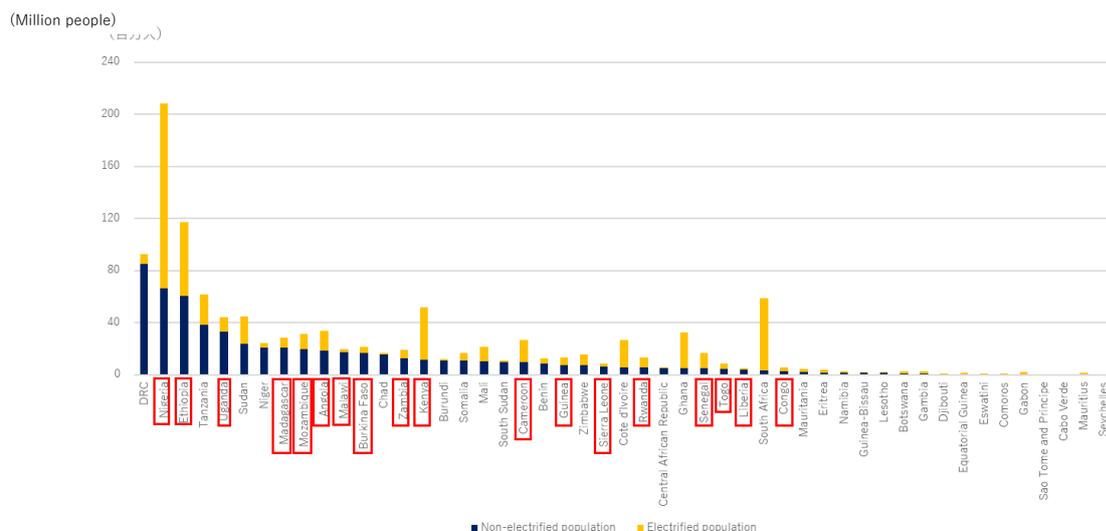


Source: IEA

Figure 2-1-1.6 Taux d'Accès à l'électricité par région (2000-2020)

Dans l'Afrique subsaharienne, le taux de la population sans accès à l'électricité a beaucoup diminué depuis 2010, en particulier dans les pays tels que le Kenya, le Sénégal, le Rwanda, le Ghana, et l'Éthiopie. Au Kenya plus précisément, le taux d'accès a augmenté de 14 % à presque 78 % entre 2010 et 2020, soit une augmentation de plus de quatre fois en une décennie. Alors que la plupart des progrès en Afrique pendant les dernières décennies sont atteints grâce à une connexion au réseau, les systèmes hors-réseau sont incessamment utilisés de nos jours.

Par contre, à cause de la propagation mondiale de la COVID-19, la tendance à la hausse est estimée à se renverser en 2020 et plusieurs pays seront loin de l'Objectif de Développement Durable (ODD) de 2030. En 2030, 50 % de la population mondiale sans accès à l'électricité seront concentrés sur sept pays : la République Démocratique de Congo, le Nigéria, l'Ouganda, le Pakistan, la Tanzanie, le Niger et le Soudan.



Source: IEA et les perspectives de la population mondiale 2022

Remarque: montre les pays cibles de l'Etude

Figure 2-1-1.7 Population sans électricité et avec électricité en Afrique subsaharienne (2020)

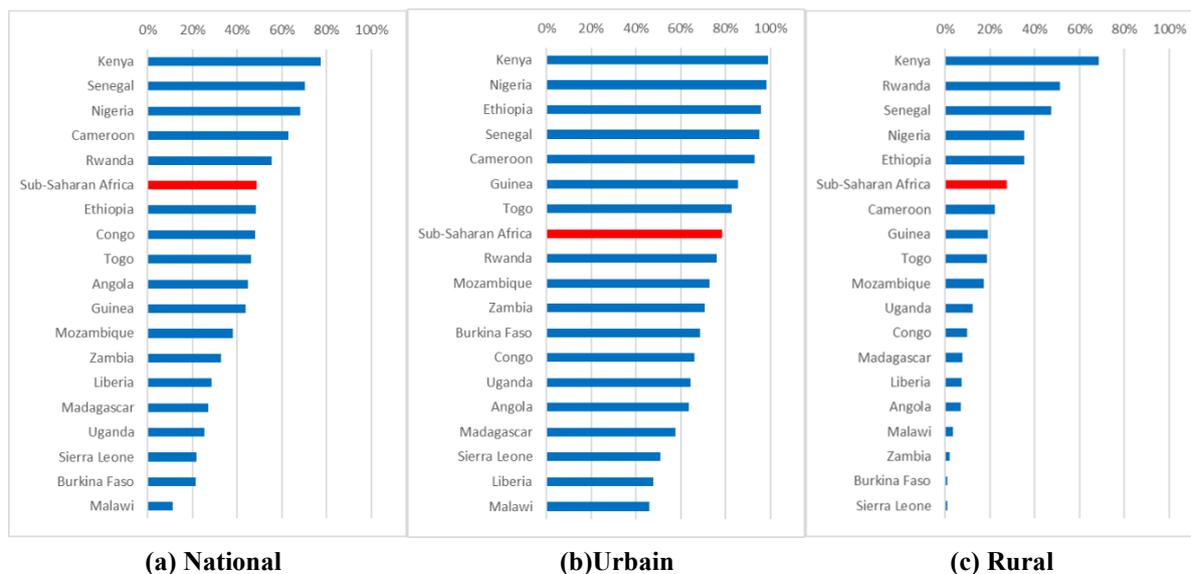
Comme le montre la figure 2-1-1.6, l'accès à l'électricité en Afrique subsaharienne de 2010 à 2020 a augmenté de 1,5 fois passant de 32,6 % à 48,6 %.

En termes d'augmentation de taux d'accès à l'électricité de 2010 à 2020 pour les pays cibles, le Rwanda et le Kenya ont les taux les plus élevés respectivement de 4,7 fois et 4,6 fois, menant à l'augmentation de toute la région d'Afrique subsaharienne entière. Les quatre autres pays, l'Ouganda, le Libéria, le Sierra Leone et le Madagascar montrent une croissance remarquable de plus de deux fois. Le Liberia, malgré son taux de croissance élevé de 8,5 fois possède une population ayant accès à l'électricité de 28,5 % en 2020 ce qui est en dessous de la moyenne pour la région d'Afrique subsaharienne. De l'autre côté, en Ethiopie, même si le taux de croissance d'accès à l'électricité n'est pas élevé, la population totale ayant accès à l'électricité augmente régulièrement car la population continue d'augmenter et dépasse 100 millions de personnes.

La figure 2-1-1.8 montre une comparaison des taux d'électrification nationale en 2020 pour les zones rurales et urbaines dans les pays cibles de l'étude.

Le taux moyen national d'électrification des pays d'Afrique subsaharienne est de 48,6 %. Le Kenya détient le taux d'électrification le plus élevé avec 77,5 % parmi les pays étudiés, suivi par le Sénégal (70,4%), le Nigéria (68,2 %), le Cameroun (63%) et le Rwanda (55,4%). Ils ont tous un taux plus élevé que le taux moyen en Afrique subsaharienne. Les pays où le taux d'électrification est particulièrement bas sont le Madagascar (27%), l'Ouganda (25,5%), la Sierra Leone (21,9%), le Burkina Faso (21,3%) et le Malawi (11%).

Le taux d'électrification dans les zones rurales est élevé dans les pays tels que le Kenya et l'Ethiopie, qui promeuvent l'électrification hors réseau tel que les systèmes de panneaux solaires domestiques. Le Kenya a un taux d'électrification rurale de 68,7%.



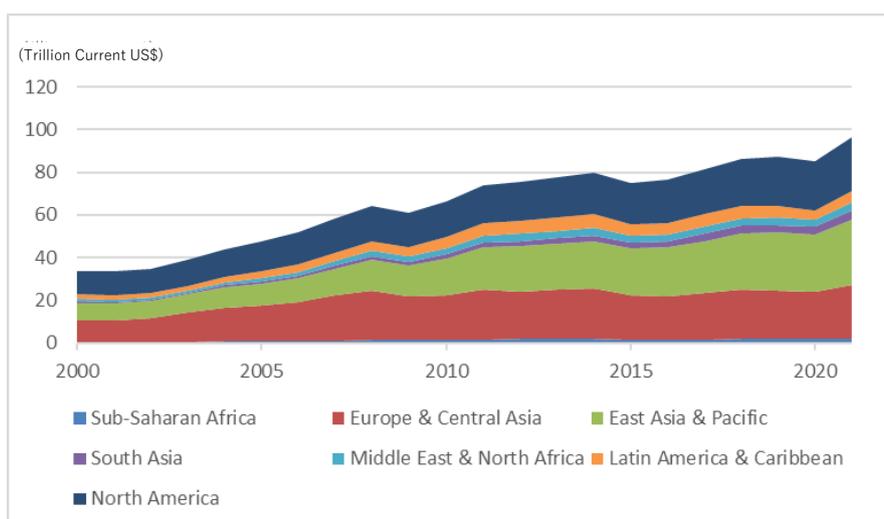
Source: IEA

Figure 2-1-1.8 Comparaison des taux d'électrification (2020)

2-1-2 Environnement Economique

(1) PIB de la région d'Afrique subsaharienne

La figure 2-1-2.1 montre la tendance des parts du PIB par région. Bien que la croissance du PIB soit négative à cause de l'impact du COVID-19, on peut dire que le PIB mondial a connu une tendance ascendante de 2000 à 2021. En comparant le PIB de chaque région entre 2000 et 2021, alors que l'Europe et les régions d'Amérique du Nord diminuent leur part, la région de l'Asie de l'Est montre une expansion remarquable allant de 24,8% à 32%. D'un autre côté, la part de l'Afrique subsaharienne a augmenté légèrement allant de 1,3% en 2000 à 2% en 2021.

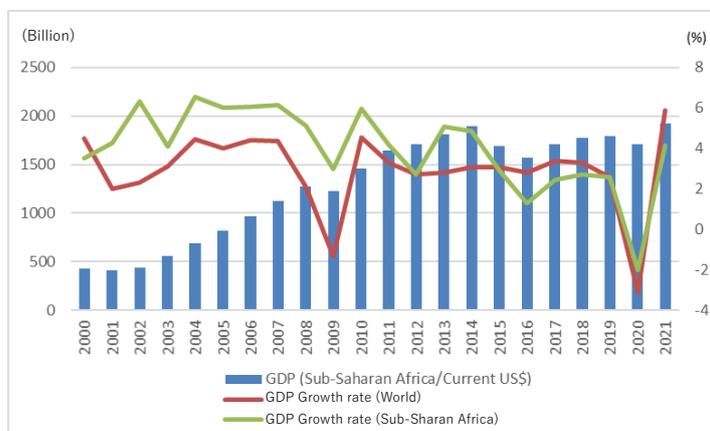


Source: Banque Mondiale, Les indicateurs de développement dans le monde (WDI)

Figure 2-1-2.1 Tendence des parts du PIB par Région

Comme indiqué dans la figure 2-1-2.2, le PIB de la région d'Afrique subsaharienne a augmenté de 423.1 milliards US\$ en 2000 à presque US\$ 2 trillions en 2021. En termes de croissance de PIB, la région

d'Afrique subsaharienne a augmenté de 3 à 5% jusqu'en 2015, ce qui dépasse le PIB mondial pour la plupart des années. Depuis 2016, par contre, la croissance du PIB a été plus faible que celui du monde entier durant plusieurs années indiquant une stagnation de la croissance du PIB de la région d'Afrique subsaharienne.

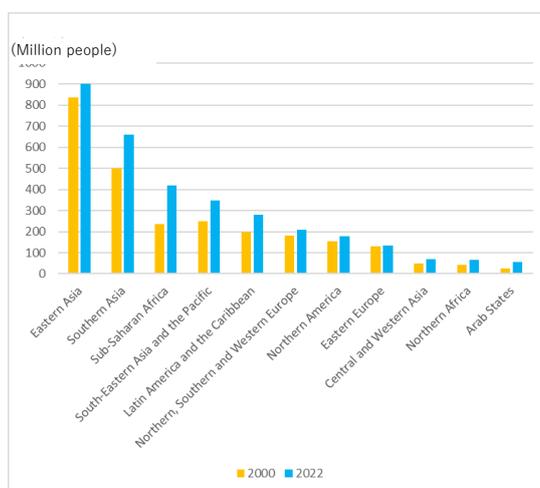


Source: Banque Mondiale, Les indicateurs de développement dans le monde (WDI)

Figure 2-1-2.2 PIB et taux de croissance du PIB dans la région d'Afrique subsaharienne et le taux de croissance du PIB dans le monde

(2) Emploi et environnement des affaires en Afrique subsaharienne

La population mondiale s'accroît ainsi que la population active. La figure 2-1-2.3 montre une comparaison de la population active par région entre 2000 et 2022. En 2022, la population active en Afrique subsaharienne est d'environ 420 millions de personnes, suivi d'environ 900 millions en Asie de l'Est et environ 660 millions en Asie du Sud. Comparé à une population d'environ 230 millions en 2000, cela représente le taux de croissance le plus élevé, soit une augmentation d'environ 1,8 fois en 20 ans. Compte tenu de la croissance de la population future, la région d'Afrique subsaharienne dispose d'un fort potentiel de main d'œuvre.



Source: Données de WESO

Figure 2-1-2.3 Population active par Région en 2000 et 2022

Tableau 2-1-2.1 montre les premiers et derniers pays des 10 pays d'Afrique subsaharienne selon le rapport

World Bank's Doing Business 2020 qui compare l'environnement des affaires dans 190 pays dans le monde entier. Le Rwanda, le Kenya, et la Zambie se classent parmi les meilleurs et sont fortement évalués pour l'obtention de financement. Le Botswana et le Malawi ont des évaluations relativement élevés dans certains domaines, mais sont faiblement notés dans le domaine de l'électricité et l'exécution des contrats. Plusieurs pays classés en bas de la liste ont également les évaluations les plus faibles dans le domaine d'accès à l'électricité, ce qui est un des facteurs contribuant à leur classement inférieur. L'amélioration de l'approvisionnement en électricité est essentielle pour améliorer l'environnement des affaires en Afrique subsaharienne.

Tableau 2-1-2.1 Classement environnement des affaires
(les 10 premiers et derniers pays en Afrique subsaharienne)

Premiers		Derniers	
Rang	Pays	Rang	Pays
13	Maurice	175	Libéria
38	Rwanda	177	Angola
56	Kenya	178	Guinée Equatoriale
84	Afrique du Sud	180	République de Congo
85	Zambie	182	Tchad
87	Botswana	183	République Démocratique de Congo
97	Togo	184	République centre Afrique
100	Seychelles	185	Soudan du Sud
104	Namibie	189	Eritrea
109	Malawi	190	Somalie

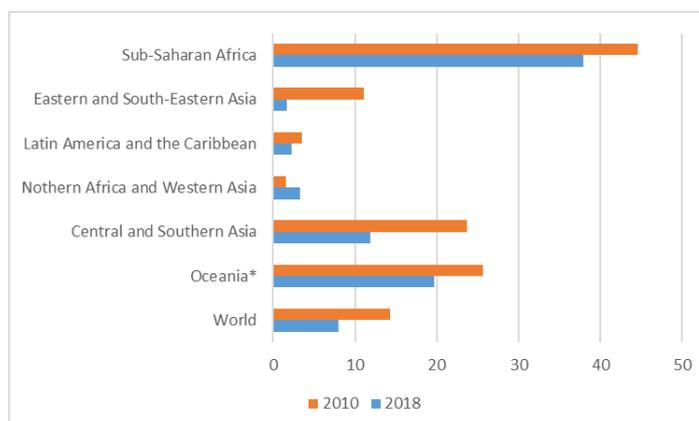
Source: Doing Business 2020

Remarque: ce qui est en rouge indique les pays cibles de l'étude.

2-1-3 Environnement social

(1) Pauvreté en Afrique subsaharienne

En 2010, 14,23% de la population active mondiale vit en dessous de \$1,90 par jour ; en 2018, la proportion a diminué de 8,01%. En Afrique subsaharienne, bien que la proportion soit en baisse, moins de 40% de la population active vit toujours dans une extrême pauvreté depuis 2018. (figure 2-1-3.1)



* Excluant l'Australie et la Nouvelle Zélande

Source: UNStats 2019

Figure 2-1-3.1 Proportion de la population active vivant en dessous de \$1,90 par jour en 2010 et

2018 (%)

Comme indiqué dans le tableau 2-1-3.1, les 10 derniers pays ayant des scores élevés en indice de pauvreté multidimensionnelle (MPI) de 2022 mesurés par le Programme des Nations Unies pour le Développement sont tous dans la région de l'Afrique subsaharienne. La MPI identifie l'étendue et la fréquence de pauvreté à travers trois dimensions : la santé, l'éducation et le niveau de vie. Des scores élevés indiquent une plus grande vulnérabilité à la pauvreté. Parmi les pays cibles de l'étude, le Burkina Faso, le Mozambique, le Madagascar, et la Guinée sont évalués comme étant relativement vulnérables à la pauvreté.

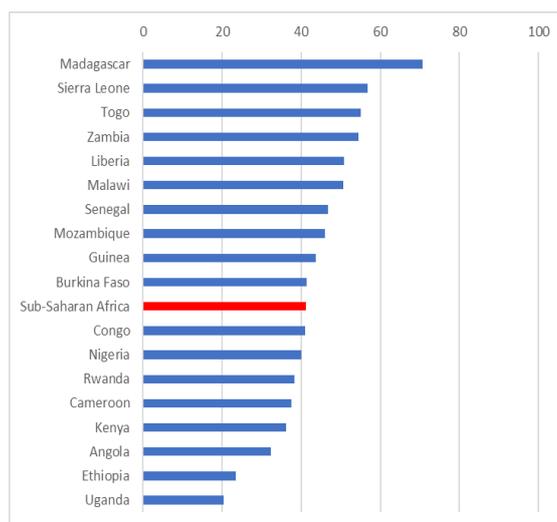
La figure 2-1-3.2 montre la proportion de la population en dessous du seuil de pauvreté selon la définition de chaque pays dans les pays cibles de l'étude. Dans un tiers des pays cibles, plus de la moitié de la population vit en dessous du seuil de pauvreté, en premier le Madagascar à 70,7% comparé à une moyenne de 41,1% pour la région subsaharienne.

Tableau 2-1-3.1 Les 10 derniers pays selon le MPI

Pays	Score
Niger	0.601
Soudan du Sud	0.580
Burkina Faso	0.523
Tchad	0.517
Centre Afrique	0.461
Mozambique	0.417
Burundi	0.409
Madagascar	0.384
Mali	0.376
Guinée	0.373

Source: Indice de Pauvreté Multidimensionnelle Mondiale 2022

Remarque: le texte en rouge indique les pays cibles de l'étude.



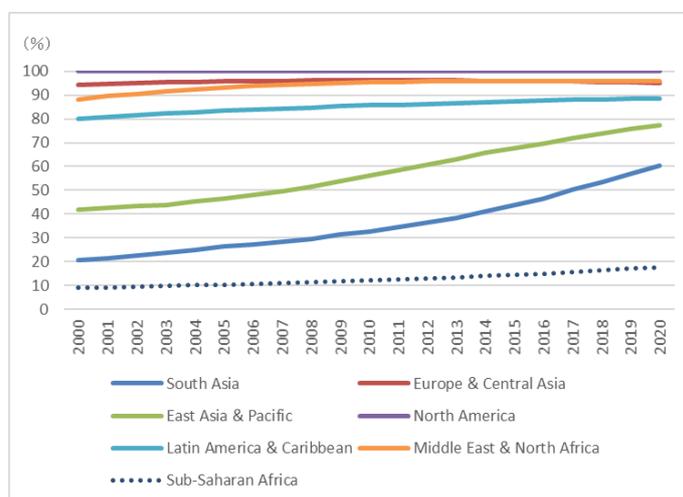
Source: Indice de Pauvreté Multidimensionnelle mondiale 2022 (MPI 2022)

Figure 2-1-3.2 Proportion de la population en dessous du seuil de pauvreté par pays (2009-2020)
(%)

(2) La vie et l'environnement social en Afrique subsaharienne

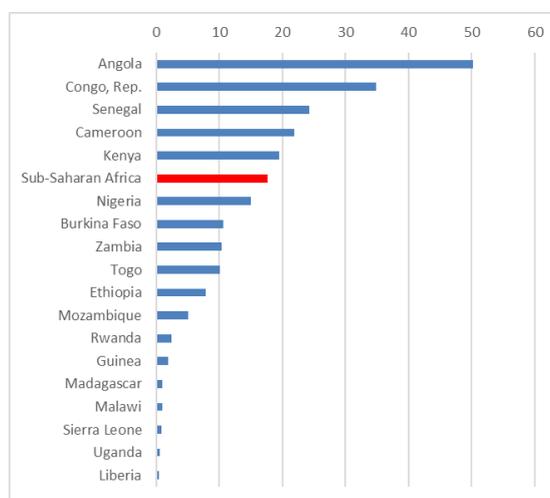
En Afrique subsaharienne, la proportion de la population ayant accès aux carburants propres et aux technologies de cuisson varie considérablement par rapport à d'autres régions, tout comme l'accès à l'électricité. Comme indiqué dans la figure 2-1-3.3, les proportions en Asie du Sud, Asie de l'Est et le Pacifique ont augmenté significativement de 20,1% à 60,2 % et de 42 % à 77,4% en entre 2000 et 2020 respectivement. L'Afrique subsaharienne est cependant loin derrière les autres régions, augmentant de 9% à 17.6%. De nombreuses personnes utilisent des carburants solides tels que bois de chauffage et le charbon dont les effets nocifs pour la santé causent de sérieux problèmes.

La figure 2-1-3.4 montre la proportion en se focalisant sur les pays cibles de l'étude. Comparé à la figure 2-1-1.8, le Libéria, l'Ouganda, la Sierra Leone, le Malawi, le Madagascar et d'autres pays ont des faibles taux d'accès aux carburants propres et à l'électricité, et l'amélioration des conditions de vie demande un accès universel à l'énergie, y compris à l'électricité et au carburant.



Source: Banque Mondiale, Indicateurs du développement dans le monde (WDI)

Figure 2-1-3.3 Proportion de la population ayant accès aux carburants propres et aux technologies de cuisson par région

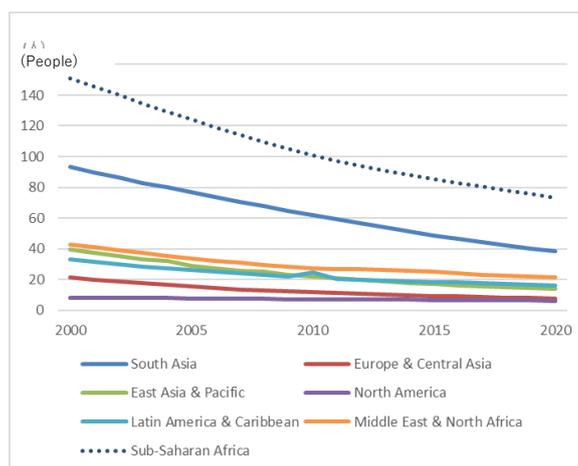


Source: Banque Mondiale, Indicateurs du développement dans le monde (WDI)

Figure 2-1-3.4 Proportion de la population ayant accès aux carburants propres et aux technologies

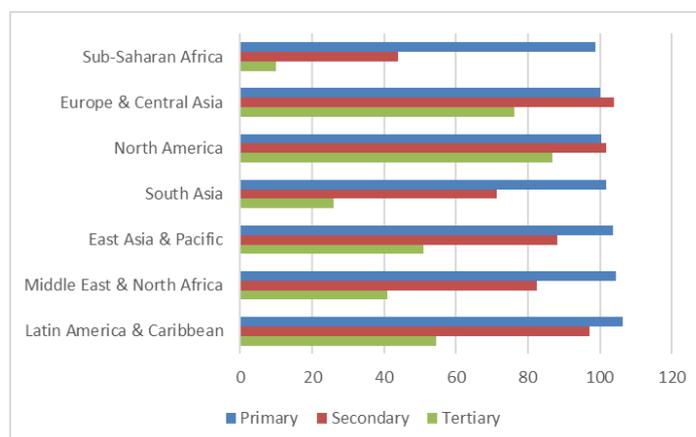
dans les pays cibles de l'étude (%) (2020)

Dans le secteur santé, le taux de mortalité de moins de cinq ans montré dans la figure 2-1-3.5 indique que le taux de mortalité diminue dans le monde entier. Dans la région de l'Afrique subsaharienne, le taux de mortalité pour 1,000 naissances vivantes a diminué de moitié de 151 en 2000 à 73 en 2020, mais ceci est presque le double du taux de l'Asie du Sud qui est de 39 en 2020, et d'autres efforts d'amélioration sont requis.



Source: Banque Mondiale, Indicateurs du développement dans le monde (WDI)

Figure 2-1-3.5 Taux de mortalité de moins de 5 ans (pour 1 000 naissances vivantes)



Source: Banque Mondiale, Indicateurs du développement dans le monde (WDI)

Figure 2-1-3.6 Taux de scolarisation par niveau d'éducation par région (%)

Dans le secteur éducation, comme montré dans la figure 2-1-3.6, toutes les régions ont atteint un taux de scolarisation de presque 100% en éducation primaire, alors que ce taux est de 43,9% en éducation secondaire et de 9,8% en enseignement supérieur, ce qui est particulièrement faible uniquement en Afrique subsaharienne.

Bien que plusieurs facteurs peuvent contribuer au taux élevé de mortalité infantile et au faible taux de scolarisation à l'éducation secondaire et supérieure, le manque d'infrastructures, d'équipements et de services est un des facteurs qui y contribue. L'approvisionnement d'équipements et d'infrastructures adéquats, y compris l'électricité et le carburant, et le développement de services nécessaires sont essentiels

pour l'amélioration future des conditions de vie en Afrique subsaharienne.

2-2 Politique énergétique

Le tableau 2-2-1.1 donne un aperçu de la politique par rapport à l'amélioration de l'accès à l'électricité dans les pays concernés.

.

Tableau 2-2-1.1 Politique d'amélioration de l'accès à l'électricité dans les pays concernés

Pays étudiés	Documents de référence (documents des directives politique, etc.)	Principaux points	Principaux objectifs
Angola	ANGOLA ENERGIA 2025 (2017)	<ul style="list-style-type: none"> Encourager la réforme structurelle du secteur énergétique et le partenariat public-privé (PPP). Maximiser l'utilisation des sources d'énergie renouvelable 	Objectif: 2025 <ul style="list-style-type: none"> Taux d'électrification : 60% Capacité de production en électricité : 9,900MW (hydro : 66%, gaz naturel : 19%, énergie renouvelée : 8%, thermique : 7%)
Burkina Faso	STRATÉGIE DANS LE DOMAINE DE L'ÉNERGIE 2019-2023 (novembre 2018)	<ul style="list-style-type: none"> Améliorer l'accès aux services d'énergie moderne et de qualité Promouvoir l'efficacité énergétique 	Objectif : 2022 <ul style="list-style-type: none"> Capacité de production : 2500 MW (dont 55% en énergie renouvelable) Taux d'électrification : 60%
Cameroun	Politique Nationale, Stratégie Plan d'Action pour l'Efficacité Energétique (mars 2014)	<ul style="list-style-type: none"> Politique d'efficacité énergétique, stratégies et plans d'action 	Potentiel : 2025 <ul style="list-style-type: none"> Réduction de production d'électricité (450MWh) Réduction de consommation d'électricité (2250 GWh)
République de Congo	Lettre de Politique Sectorielle de l'Energie (LPSE 2017)	<ul style="list-style-type: none"> Finalisation du cadre institutionnel et du cadre réglementaire. Réforme des opérateurs historiques, Promotion de l'énergie renouvelable et augmentation d'approvisionnement en électricité Réhabilitation, renforcement et modernisation des infrastructures de transport et de distribution. Établissement d'un comité de gestion, élaboration de règles de procédure, optimisation de la répartition du personnel, etc. 	Objectif : 2016 (objectif continu) <ul style="list-style-type: none"> Demande et offre : 1765 GWh produit, 1500 GWh fourni, 1300 GWh vendu Electrification rurale : 50% ou plus Approvisionnement à la demande minière : 50% ou plus Transport : permettre l'interconnexion entre les différentes centrales électriques Amélioration de la gouvernance : renforcer la capacité de gestion et former plus de 80% du personnel. En plus, les partenariats public-privé seront renforcés
Ethiopie	Plan de Développement de Dix ans 2021-2030	<ul style="list-style-type: none"> Sécuriser l'approvisionnement énergétique Fournir une énergie propre à la population rurale Service d'électricité de haute qualité Bâtir des infrastructures énergétiques fiables Assurer une gestion solide du secteur énergétique Encourager l'investissement privé dans le secteur énergétique. Développer une main d'œuvre qualifiée et éthique 	Objectif: 2030 <ul style="list-style-type: none"> Augmenter la capacité de production de 4478 MW à 19900 MW. Augmenter les lignes de transport de 18400 km à 29900 km. Augmenter l'exportation d'électricité de 803 GWh à 7184 GWh. Augmenter le nombre d'utilisateurs d'électricité de 5,8 millions à 24,3 millions. Augmenter le pourcentage d'électricité connectée au réseau de 33% à 96% et réduire les connexions hors-réseau de 11% à 4%. Réduire le pourcentage de perte d'énergie de 19,6% à

Pays étudiés	Documents de référence (documents des directives politique, etc.)	Principaux points	Principaux objectifs
			12,5%.
Guinée	Plans des Priorités du Pays et Diagnostique du Secteur de l'Electricité (2018)	-	<p>Objectif: 2021-2030</p> <ul style="list-style-type: none"> - Atteindre un taux d'électrification de 36% d'ici 2023 et de 100% d'ici 2030. - Un total de 1900 MW d'hydroélectricité et d'énergie solaire sera développé et exploité. - D'ici 2025, la Guinée sera un pays d'énergie verte à 100%, utilisant l'électricité thermique comme source d'électricité de réserve. - Viabilité financière - Etablir un taux d'électricité d'ici 2023 - EDG installera 400,000 smart compteurs ayant un taux de couverture de 85%.
Kenya	Politique Energétique Nationale (Octobre 2018)	<ul style="list-style-type: none"> • Vision : Energie de qualité abordable pour tous les kenyans • Mission : faciliter l'approvisionnement en énergie propre, durable, abordable, compétitive, fiable et sécuriser les services d'électricité à moindre coût tout en protégeant l'environnement 	<p>Objectif: 2030</p> <ul style="list-style-type: none"> - Centrale au charbon : 2000 MW - Capacité de production d'électricité installée : 6700 MW (2024) - Géothermique : 2056 MW (2024)
Libéria	Politique Energétique Nationale : Un programme d'Action et de Développement Social et Economique (2009)	<ul style="list-style-type: none"> • Options pour la fourniture de technologies et des services abordables et appropriés face aux problèmes d'accès, de qualité, de coût et des cadres institutionnels 	<p>Objectif : 2015, 2050</p> <ul style="list-style-type: none"> - 30% de la population urbaine et périurbaine a accès aux services d'électricité fiable et moderne. (2015) - 15% de la population rurale et 25% des écoles, cliniques et centres communautaires ruraux ont accès aux services d'électricité fiable et moderne (2015) - Carbone neutre (2050)
Madagascar	PLAN D'EMERGENCE DE MADAGASCAR 2019-2023	<ul style="list-style-type: none"> • L'"Electricité et Eau pour tous " est l'Engagement N°9 dans le Plan national de l'administration actuelle. 	<ul style="list-style-type: none"> - Afin de doubler l'approvisionnement en énergie, la priorité sera donnée au développement jusqu'à 800 MW de valeur d'énergie renouvelable pour fournir de l'électricité. - Promouvoir l'accès à l'électricité et atteindre un taux d'électrification à 50% (au minimum). - Réduire le tarif de l'électricité - Promouvoir la réforme de la direction de la JIRAMA afin d'établir un équilibre financier. - Développer un plan directeur urgent pour améliorer l'approvisionnement en électricité.
Malawi	Politique Energétique Nationale 2018 (Mars 2018)	<ul style="list-style-type: none"> • Service et approvisionnement en énergie durable • Efficacité énergétique et conservation 	<ul style="list-style-type: none"> - Augmenter l'accès à l'énergie abordable, fiable, durable, efficace et moderne pour tous les citoyens.

Pays étudiés	Documents de référence (documents des directives politique, etc.)	Principaux points	Principaux objectifs
		<ul style="list-style-type: none"> Energie durable pour tous (SE4ALL) Accès à l'énergie juste et inclusive Promouvoir la participation du secteur privé Gouvernance en services énergétiques 	
Mozambique	STRATEGIE D'ELECTRIFICATION NATIONALE	<ul style="list-style-type: none"> Trois piliers (institutionnel, financier et technologique) pour soutenir les activités d'électrification. 	Objectif : 2030 - 100% d'accès à l'électricité
Nigeria	Politique Energétique Nationale (Avril 2003)	<ul style="list-style-type: none"> Mix énergétique y compris le pétrole et le gaz naturel. Améliorer l'accès à l'électricité 	Objectif : 2020 - Assurer un approvisionnement d'électricité stable pour 75% de la population en 2020, sans considération du type de réseau d'électrification. - D'ici 2010, toutes les capitales provinciales, les sièges du gouvernement locaux (774 villes dans tout le pays) et les principales villes (774 villes dans tout le pays) seront électrifiées. - Promouvoir la participation du secteur privé basée sur la participation des citoyens Nigériens
Rwanda	Politique Energétique de Rwanda (Mars 2015)	<ul style="list-style-type: none"> Contribuer à la croissance efficace de l'économie nationale et augmenter le niveau de vie d'une manière durable et écologiquement responsable. 	- Assurer le taux d'électricité qui reflète le coût - Renforcer le système national de l'énergie - Optimiser le mix énergétique : augmentation la part de l'énergie renouvelable dans l'approvisionnement (hydro, géothermique, solaire, gaz méthane) - Utiliser les ressources d'énergie nationales pour la production d'électricité - Promouvoir la production d'énergie autonome.
Sénégal	Lettre sur la Politique de Développement du Secteur de l'Energie) (Mai 2022)	<ul style="list-style-type: none"> Etablir les conditions préalables pour la production locale de pétrole, gaz et sécuriser les logistiques nationaux d'approvisionnement d'hydrocarbure Accès universel et durable aux services d'électricité à moindre coût (gaz à électricité, énergie renouvelable, extension du réseau) ; Assurer un approvisionnement durable et optimal d'énergie pour la cuisson aux ménages. Finaliser la réforme du cadre réglementaire et légal du secteur énergétique et améliorer le système d'exploitation, de règlement, de suivi et d'évaluation. 	Objectif: 2023 - Taux d'électrification : 95% (urbain), 75% (rural)
Sierra Leone	POLITIQUE ENERGETIQUE NATIONALE ET LE PLAN	<ul style="list-style-type: none"> Reconnaitre le faible accès à l'électricité du pays comme étant une contrainte majeure au 	- Quête pour assurer un approvisionnement d'énergie fiable pour tous les besoins énergétiques ;

Pays étudiés	Documents de référence (documents des directives politique, etc.)	Principaux points	Principaux objectifs
	STRATEGIQUE (Août 2009)	<p>développement économique à long-terme et accorder un traitement préférentiel pour une énergie moins chère aux citoyens</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aperçu des politiques et des mesures dans les sous-secteurs de l'énergie, du pétrole, et de l'énergie renouvelable 	<ul style="list-style-type: none"> - Encourager l'entrée de divers acteurs dans la production et distribution - Développement de sites de mini/micro réseau hydro et d'autres technologies d'énergie renouvelable - Développement d'un réseau national pour étendre les lignes de transport d'électricité à travers tout le pays - De plus, NEP2009 a quatre objectifs suivants : - Rendre le secteur et ses institutions plus efficaces ; - Réduire la demande du secteur énergétique dans le budget national ; - Créer un environnement permettant la participation du secteur privé et public ; - Développement et renforcement des cadres réglementaires pour l'efficacité et la concurrence
Togo	Politique Energétique Nationale 2012	<ul style="list-style-type: none"> • Diversification du mix énergétique dans le but d'améliorer la sécurité énergétique. • Développement du mix énergétique rural, électrification rurale et énergie renouvelable. • Introduction du secteur privé dans l'infrastructure énergétique. • Mise à jour du cadre réglementaire et mise en place des réglementations. • Renforcement de la coordination entre les organisations dans le secteur énergétique. • Assurer la disponibilité de données fiables à travers un appui continu du Système d'Information sur l'Energie (SIE) 	<p>Objectif : 2030</p> <ul style="list-style-type: none"> - 100% accès à l'électricité
Ouganda	LA POLITIQUE ENERGETIQUE DE L'OUGANDA (Septembre 2002)	<ul style="list-style-type: none"> • Etablir la disponibilité, le potentiel et la demande des diverses sources d'énergie du pays. • Augmenter l'accès aux services énergétiques moderne, abordable et fiable afin d'aider à éradiquer la pauvreté. • Améliorer la gouvernance et le management du secteur énergétique. • Stimuler le développement économique. • Gérer les impacts environnementaux relatifs à l'énergie. • Améliorer le rôle du secteur privé dans l'exploitation et le développement futur du secteur énergétique. 	<p>Satisfaire les besoins en énergie des ougandais de manière écologiquement durable pour le développement social et économique.</p>

Pays étudiés	Documents de référence (documents des directives politique, etc.)	Principaux points	Principaux objectifs
Zambie	Politique Energétique Nationale 2019	<ul style="list-style-type: none"> • Promouvoir le développement et le déploiement de l'énergie renouvelable et de l'énergie alternative. • Faire de la Zambie un exportateur net d'énergie en réalisant l'utilisation optimale des ressources énergétiques. 	<ul style="list-style-type: none"> - Renforcer la capacité institutionnelle du secteur énergétique - Renforcer le cadre réglementaire - Promouvoir l'utilisation efficace des ressources d'énergie en gardant l'objectif de conserver les ressources naturelles pour l'avenir - Promouvoir le développement durable d'énergie alternative en sources de biomasse et bois combustible pour plus de développement socio-économique - Promouvoir l'introduction d'énergie renouvelable pour diversifier le mix énergétique - Améliorer la coordination avec les parties prenantes clés pour une mise en place efficace des technologies d'énergie renouvelable - Améliorer l'accès à l'électricité afin d'améliorer la vie des citoyens - Assurer des approvisionnements adéquats, fiables et à des prix raisonnables des produits pétroliers et gaz naturel et améliorer la sécurité d'approvisionnement des produits pétroliers - Promouvoir la participation du secteur privé dans le secteur énergétique et une croissance durable dans le secteur - Promouvoir la réforme du secteur énergétique et recherche et développement afin d'accélérer le progrès technologique ; - Genre, changement climatique, santé et sécurité dans le secteur énergétique.

Source: Equipe d'étude de la JICA

2-3 Processus global de l'étude

2-3-1 Comparaison de l'approvisionnement d'électricité en Afrique subsaharienne

Le tableau ci-dessous montre une comparaison de l'équilibre de la demande et de l'approvisionnement en énergie de chaque pays. L'année de référence est 2019. A cause du manque d'informations, les données présentées pour la République de Congo, le Mozambique, et le Sénégal sont celles des années proches de 2019.

Tableau 2-3-1.1 Equilibre de la demande et de l'approvisionnement en énergie

Contenus		Japon		Angola		Burkina-Faso		Cameroun		Congo (2020)	
Production d'électricité (GWh)	Hydro	84 300	7,1%	8 734	74,4%	105,5	11,6%	5 185	74,0%	1 047	40,0%
	Thermique	696 200	59,0%	3 001	25,6%	588,1	65,3%	1 822	26,0%	1 573	60,0%
	Diesel	Thermique inclus	—	Thermique inclus	—	—	—	—	—	—	—
	Renouvelable	42 000	3,6%	—	—	208,4	23,1%	—	—	1	100%
	Autre	359 200	30,3%	—	—	—	—	—	—	—	—
	Total	1 181 700	—	11 735	100%	902	100%	7 007	100%	2 620	100%
Vente d'électricité (GWh)	Ménage	349 300	32,0%	6 904	66,3%	903,8	53,6%	5 239	80%	1 171	60,0%
	Industrie	242 500	22,2%	3 506	33,7%	177,5	10,5%	1 305	20%	782	40,0%
	Public	371 200	34,0%	Industrie inclus	—	604,8	35,9%	—	—	—	—
	Autre	129 100	11,8%	—	—	—	—	—	—	—	—
	Total	1 092 100	100%	10 410	100%	1 686,1	100%	6 544	100%	1 953	100%
International (GWh)	Importation	—	—	—	—	0	0	0	0	—	—
	Exportation	—	—	—	—	1 087	0	0	0	—	—
Ratio de perte totale d'électricité (%)				11,3		13,51		31,1		34,1	
Demande Maximum (MW)		55 430 (TEPSCO)		2,141		352		—		427,5	
Ratio de croissance de demande maximum (% comparaison avec l'année précédente)		▲1,9 (TEPSCO)		2,5		8,0		—		▲0,1	
Fiabilité du système	SAIFI (time)	0,23		—		86		83,07		—	
	SAIDI (hrs)	1,25		—		149		309,3		—	

Contenus		Ethiopie		Guinée		Kenya		Libéria		Madagascar	
Production d'électricité (GWh)	Hydro	14 404	94,8%	—	—	3 636	33,7%	—	—	886	47,6%
	Thermique	0	—	—	—	279	2,6%	—	—	—	—
	Diesel	—	—	—	—	58	0,5%	—	—	941	50,6%
	Renouvelable	789	5,2%	—	—	3 814,4	35,4%	—	—	32	1,7%
	Autre	—	—	—	—	3 004	27,8%	—	—	1 (Hybride)	0,1%
	Total	15 192	100%	1 742	100%	10 791,4	100%	214,2	100%	1 860	100%
Vente d'électricité (GWh)	Ménage	3 922	37,1%	—	—	2 508	28,6%	—	—	692	51,8%
	Industrie	6 584	62,4%	—	—	5 570	63,5%	—	—	507	38,0%
	Public	Industrie inclus	—	—	—	76	0,9%	—	—	35	2,6%
	Autre	52 (Eclairage public)	0,5%	—	—	603	6,9%	—	—	101	7,6%
	Total	10 558	100%	1 117	100%	8 775	100%	72,4	100%	1 335	100%
International (GWh)	Importation	1 818		—		18		—		—	
	Exportation	—		—		161		—		—	
Ratio de perte totale d'électricité (%)		185		35,9		23,5		66,2		21,8	
Demande Maximum (MW)		2 777		335		1 926		37		367	
Ratio de croissance de demande maximum (% comparaison avec l'année précédente)		6,6		13,6		2,3		11,4		▲2,1	
Fiabilité du système	SAIFI (time)	—		—		—		—		—	
	SAIDI (hrs)	—		153,7		—		—		—	

Contenus		Malawi		Mozambique (2018)		Nigéria		Rwanda		Sénégal (2018)	
Production d'électricité (GWh)	Hydro	4 (MHL)	0,2%	13 921	83,6%	8 469	25,3%	387,0	46,0%	—	—
	Thermique	—	—	2 736	16,4%	25 021	74,7%	—	—	—	—
	Gasoil	1 784 (EGENCO Diesel+ mini hydro)	91,2%	—	—	—	—	135,9	16,1%	—	—
	Renouvelable	—	—	2	0%	—	—	250,3	29,7%	—	—
	Autre	168 (location de diesel)	8,6%	—	—	—	—	69,2	8,2%	—	—
	Total	1 956	100%	16 659	100%	33 490	100%	842	100%	4 063	100%
Vente d'électricité (GWh)	Ménage	—	—	1 607	11,8%	—	—	—	—	2 096	63,2%
	Industrie	—	—	11 088	81,3%	—	—	—	—	1 015	30,6%
	Public	—	—	436	3,2%	—	—	—	—	—	—
	Autre	—	—	498	3,7%	—	—	—	—	203,7	6,2%
	Total	1 929	100%	13 629	100%	27 663 (Electricité reçue par la société de distribution)		708	100%	3 314,7	100%
International (GWh)	Importation	—		31 114		—		0		0	
	Exportation	28		(Abonnement à l'électricité)		—		32		11,5	
Ratio de perte totale d'électricité (%)		5,2 (Perte de transmission)		18,2		52,7 (non technique inclus)		19,4		17,6	
Demande Maximum (MW)		—		964		5 375		146,91		642	
Ratio de croissance de demande maximum (% comparaison avec l'année précédente)		—		5,8		3,5		5,9		6,6	
Fiabilité du système	SAIFI (time)	—		36,58		—		38		—	
	SAIDI (hrs)	—		59,33		—		18		—	

Contenus		Sierra leone		Togo		Ouganda		Zambie	
Production d'électricité (GWh)	Hydro	—	—	12,5	2,6%	3 986	91,3%	13 693	86,6%
	Thermique	—	—	11,5	2,4%	103	2,4%	2 496	15,8%
	Diesel	—	—	—	—	—	—	5,8	0,0%
	Renouvelable	—	—	0,4	0,1%	275	6,3%	—	—
	Autre	—	—	450	94,9%	—	—	▲ 375 (utilisation stations)	▲ 2,4%
	Total	—	—	474,4	100%	4 364	100%	15 820	100%
Vente d'électricité (GWh)	Ménage	8,9	15,8%	696,4	62,4%	698	21,5%	4 337	33,5%
	Industrie	28,3	50,3%	419,4	37,6%	2 546	78,4%	8 593	66,5%
	Public	19,1	33,9%	—	—	1,3	0,1%	—	—
	Autre	—	—	0,32	0%	—	—	—	—
	Total	56,3	100%	100%	100%	3 245,3	100%	12 930	100%
International (GWh)	Importation	—		—		299		—	
	Exportation	—		862		21		1 377	
Ratio de perte total d'électricité (%)		—		16,5		3,6% + 16,8% (T/L + D/L)		12,3%	
Demande Maximum (MW)		71,3		239,5		705		2 237	
Ratio de croissance de demande maximum (% comparaison avec l'année précédente)		11,6		3,8		9,3		1,9	
Fiabilité du système	SAIFI (time)	—		36(2018)		—		11,64	
	SAIDI (hrs)	—		81(2018)		—		132,2	

2-3-2 Comparaison des infrastructures énergétiques

Le tableau suivant montre les infrastructures énergétiques de chaque pays. L'année de référence est 2019. A cause de manque d'informations, les données présentées pour la République de Congo, le Mozambique, et le Sénégal sont celles des années proches de 2019.

Tableau 2-3-2.1 Infrastructures énergétiques

Contenus		Angola		Burkina-Faso		Cameroun		Congo		Ethiopie	
Capacité de production (MW)	Hydro	3 674,8	67,8%	32,02	7,9%	964	59,7%	228,92	27,7%	3 815,2	89,3%
	Thermique	1,426.3	26,3%	0	0%	476	29.5%	534	64,7%	99,3	2,4%
	Diesel	320,0	5,9%	288,93	71,1%	172.8	10.7%	62,35	7,6%	0	0
	Renouvelable	—	—	85,2	21,0%	1.27	0,1%	—	—	356,3	8,3%
	Autre	—	—	0	—	0	0%	—	—	0	0
	Total	5 421,1	100%	406,15	100%	1,615	100%	825,3	100%	4 270,8	100%
Longueur des lignes de transport (km)	Supérieur à 200kV	3 781,7		665 (connexion internationale inclus)		958		1 053,2		9 669	
	Inférieur à 200kV	—		708		1 221,2		892,2		5 798	
	total	—		1 373		2 179,2		1 945,4		15 467	
Capacité de sous-station (MVA) * distribution sous-station non inclus	Supérieur à 200kV	9 036		270		525		867,9		8 178	
	Inférieur à 200kV	—		646		1 767		172,3		2 114	
	total	—		916		2 292		1 040,2		10 292	
Longueur des lignes de distribution line (km) *BT non inclus	Supérieur à 20kV	—		—		—		—		2 459,6	
	Inférieur à 20kV	—		—		—		—		25 076,5	
	total	—		—		11 450		—		27 536,1	

Contenus		Guinée		Kenya		Libéria		Madagascar (2020)	
Capacité de production (MW)	Hydro	434,4	65,9%	838,5	29,6%	88	64,7%	170	24.5%
	Thermique	0	0	720,3	25,4%	0	0	—	—
	Diesel	224,6	34,1%	26,4	0,9%	48	35,3%	490	70.6%
	Renouvelable	0	0	1 244,3	44,0%	0	0	34	4.9%
	Autre	0	0	2,2	0,1%	0	0	—	—
	Total	659,0	100%	2 831,7	100%	136	100%	694	100%
Longueur des lignes de transport (km)	Supérieur à 200kV	116		3 802,4		0		0	
	Inférieur à 200kV	683		4 559		173,9		407.7 (RIA seulement)	
	total	799		8 361,4		173,9		407.7 (RIA seulement)	
Capacité sous-station (MVA) * distribution sous-station non inclus	Supérieur à 200kV	3 219		—		0		0	
	Inférieur à 200kV	4 696		—		288		370 (RIA)	
	total	7 915		—		288		370 (RIA)	
Longueur des lignes de Distribution (km) *BT non inclus	Supérieur à 20kV	—		35 703		—		—	
	Inférieur à 20kV	—		40 616		—		—	
	total	—		76 319		—		—	

Contenus		Malawi		Mozambique (2018)		Nigéria (2016)		Rwanda		Sénégal	
Capacité de production (MW)	Hydro	397,3	73,9%	2 190,2	78,2%	1 938,4	15,7%	94,6	45,0%	75	5,4%
	Thermique	—	—	612,1	21,8%	10 372	84,3%	—	—	360,5	26,4%
	Diesel	140,2	26,1%	—	—	—	—	58,8	28,0%	711,4	52,0%
	Renouvelable	—	—	—	—	—	—	56,8	27,0%	221,2	16,2%
	Autre	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Total	537,5	100%	2,802,3	100%	12 310,4	100%	210,2	100%	1 368,1	100%
Longueur des lignes de transport (km)	Supérieur à 200kV	173,4		4 259		5 525		303,3		321	
	Inférieur à 200kV	2 481,8		3 734		6 800		641,1		256	
	total	2 655,2		7 993		12 325		944,4		577	
Capacité sous-station (MVA) *distribution sous-station non incluse	Supérieur à 200kV	800		—		—		93,8		1 010	
	Inférieur à 200kV	530		—		—		365,1		1 793,6	
	total	1 330		—		—		458,9		2 803,6	
Longueur des lignes de Distribution (km) *BT non inclus	Supérieur à 20kV	—		18 816		61 733		—		—	
	Inférieur à 20kV	—		1 532		30 146		—		—	
	total	—		(2020) 20 348		91 879		—		—	

Contenus		Sierra Leone		Togo		Ouganda		Zambie	
Capacité de production (MW)	Hydro	60,3	28,8%	1,6	0,6%	1 003,4	79,7%	2,398.5	80,4%
	Thermique	0	0	205	81,6%	108,0	8,6%	410.0	13,8%
	Diesel	142,8	68,3%	43,9	17,5%	1,1	0,1%	83.6	2,8%
	Renouvelable	6,0	2,9%	0,6	0,3%	50,9	4,0%	89.1	3,0%
	Autre	0	0	—	—	96,2	7,6%	0	0
	Total	209,1	100%	251,1	100%	1 259,6	100%	2,981.2	100%
Longueur des lignes de transport (km)	Supérieur à 200kV	0		16		1 008		5 119	
	Inférieur à 200kV	205		1 862,8		1 855		5 986	
	total	205		1 878,8		2 863		11 105	
Capacité de sous-station (MVA) * distribution sous-station non inclus	Supérieur à 200kV	295		—		—		8 237	
	Inférieur à 200kV	105		—		—		Inclus ci-dessus	
	total	400		—		—		8 237	
Longueur des lignes de Distribution (km) *BT non inclus	Supérieur à 200kV	—		3 821		15 995		44 259	
	Inférieur à 200kV	—		5 828		8 145		Inclus ci-dessus	
	total	—		9 649		24 140		44 259	

2-3-3 Pool Énergétique

Un des défis majeurs à relever de l'Afrique subsaharienne où la croissance de la population est prévue de continuer dans un avenir proche et où la croissance économique reste élevée depuis le début des années 2000 est d'assurer la capacité d'approvisionnement pour satisfaire la demande toujours croissante d'électricité.

Sur ce point, des transactions transfrontalières d'électricité ont été effectuées notamment via des contrats bilatéraux, mais les communautés économiques dans la région de l'Afrique subsaharienne mettent actuellement en place des plans pour des pools énergétiques (power pools) afin d'approvisionner de l'électricité moins cher à travers des marchés compétitifs et faciliter la flexibilité énergétique en vue d'atteindre le développement socio-économique à travers l'approvisionnement d'électricité stable dans la région.

Il y a cinq grands pools énergétiques sur le continent africain, y compris le pool énergétique COMELEC (Comité Maghrébin d'Electricité), qui a été établi en 1974 et dont les membres sont les pays d'Afrique du Nord. Comme illustré dans la figure 2-3-3.1, quatre pools énergétiques existent dans l'Afrique subsaharienne, et l'exploitation des installations et le commerce d'électricité ont commencé de manière intermittente de part et d'autre et des projets planifiés ont été achevés.

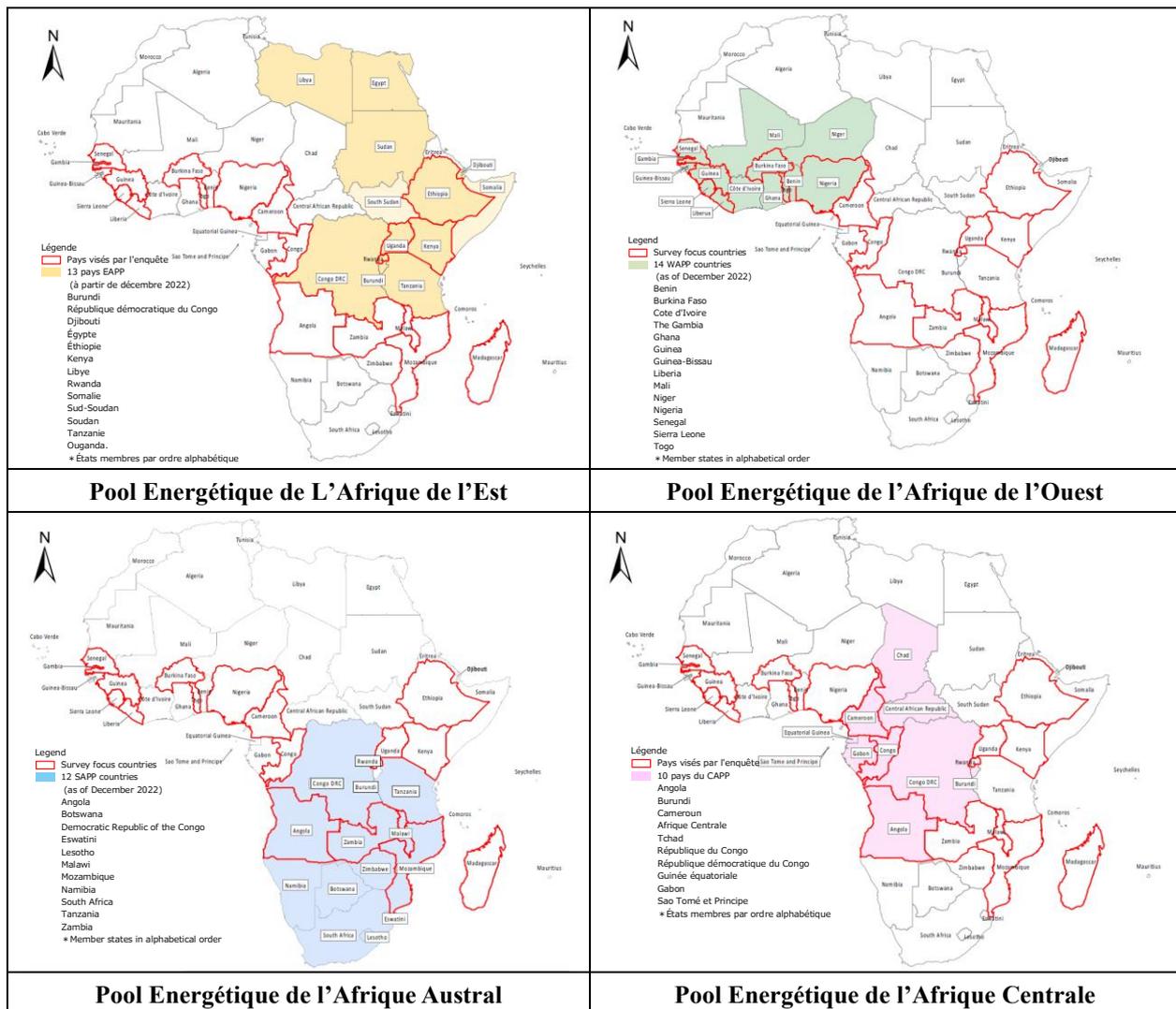


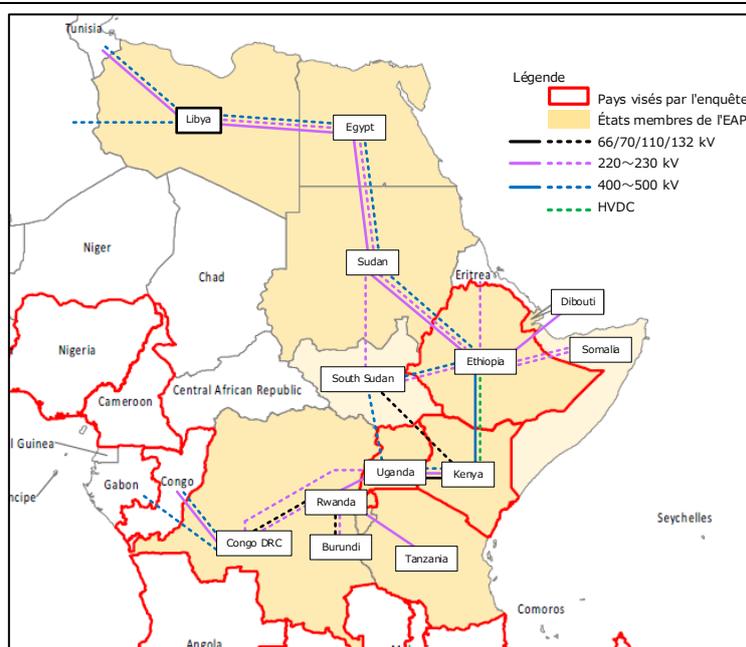
Figure 2-3-3.1 Les pays membres du Pool Énergétique de la région Afrique subsaharienne

(1) Pool énergétique de l'Afrique de l'Est : EAPP

La figure 2-3-3.2 montre un aperçu de l'EAPP, des plans du pool énergétique et des interconnexions internationales avec les pays voisins.

<Aperçu de l'EAPP> (Référence : Site web EAPP, 2022 bulletin trimestriel, etc.)

Fondé en	2005
Membres	13 pays, 14 opérateurs (à compter de décembre 2022)
Secrétariat	Addis-Abeba, Ethiopie
Vision	Développement des ressources optimales d'énergie et accès facile à l'électricité dans la région.
Mission	Approvisionnement en énergie durable, fiable, abordable et optimal.
Défis	Difficulté à répondre à la flexibilité énergétique pour satisfaire la demande croissante à cause du manque d'interconnexion internationale, faible motivation pour l'investissement privé, et des données peu fiables pour formuler des plans de développement.
Aperçu	Contrairement aux trois autres pools énergétiques fondés à partir des Communautés Economiques Régionales, l'EAPP a été établi en 2005 quand les leaders de sept pays d'Afrique de l'Est ont signé un protocole d'accord (MoU) ; en 2006, un sommet du COMESA (Marché Commun de l'Afrique Orientale et Australe) a fait de l'EAPP une institution de COMESA. Actuellement, les pays qui exportent de l'électricité sont la République Démocratique du Congo et l'Ethiopie, les deux membres du Pool Énergétique de l'Afrique Centrale, ainsi que l'Egypte au moment de son établissement, et son principal projet de collaboration comprend une ligne de transport d'électricité du Nord au Sud connectant l'Egypte, le Soudan, l'Ethiopie et une ligne de transport électrique Est-Ouest connectant le Congo (Kinshasa), l'Ouganda, le Kenya, le Congo (Min), le Rwanda et la Tanzanie.



Source: Préparé par l'équipe d'étude basé sur les pages web et les rapports annuels de chaque pool énergétique, les documents collectés pendant la période d'étude de décembre 2020 à décembre 2022, et les documents reçus lors de l'étude sur le terrain.

Remarques: Interconnexion par ligne de distribution (Moyenne Tension) n'est pas couvert. Les lignes de transport d'électricité connectées aux centrales hydroélectriques près de la frontière ne sont pas incluses.

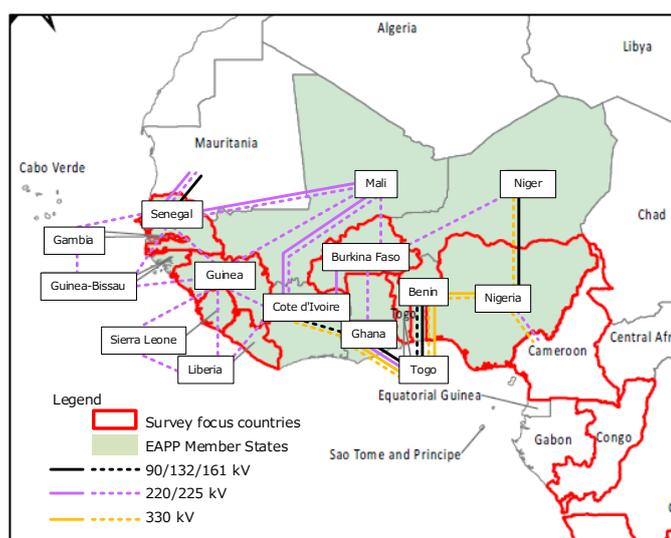
Figure 2-3-3.2 Plans pour le Pool Énergétique de l'Afrique de l'Est et interconnexion internationale avec les pays voisins

(2) Pool Énergétique de l'Afrique de l'Ouest : WAPP

Un aperçu du WAPP, le plan du pool énergétique et les interconnexions internationales avec les pays voisins sont montrés dans la figure 2-3-3.3.

<Aperçu du WAPP> (Référence : site web du WAPP, Rapport annuel 2021, etc.)

Fondé en	1999
Membres	14 pays, 39 opérateurs (au mois de décembre 2022)
Secrétariat	Cotonou (Benin)
Vision	De moyen terme à long-terme, approvisionnement d'énergie fiable à la région CEDEAO (Communauté Economique des Etats de l'Afrique de l'Ouest)
Mission	Promotion du développement de transport d'électricité et des réseaux de distribution à travers une coopération mutuelle et partage d'électricité parmi les pays membres.
Défis	La transition du Nigeria pour qu'elle devienne un exportateur d'électricité, et les contraintes de charges sur la croissance de demandes Cadre de précision des sous-secteurs de l'énergie pour le renforcement de la performance technique, financière et opérationnelle.
Aperçu	WAPP est une organisation fondée au sein de la Communauté Economique des Etats de l'Afrique de l'Ouest (CEDEAO) en 1999, et compte 39 opérateurs en énergie venant de 14 pays comme membres au mois de décembre 2022. La CEDEAO a créé l'Autorité de Régulation Régionale du secteur de l'Electricité (ARREC) en 2008 pour faciliter le commerce et la standardisation régionale des pools énergétiques. Les deux principaux exportateurs d'électricité de WAPP sont le Nigéria et la Côte d'Ivoire. Il est essentiel d'améliorer la capacité d'approvisionnement notamment au Nigéria qui est un exportateur de pétrole et de gaz naturel et qui a une population de plus de 200 millions de personnes, l'équivalent de 19% de la population d'Afrique subsaharienne, et qui a une superficie supérieure à plus de 2,5 fois celle du Japon. Les projets de collaboration majeurs comprennent la ligne de transport Nigéria-Benin-Togo-Burkina Faso-Ghana-Côte d'Ivoire et le projet de ligne de transport d'électricité CLSG qui relie Côte d'Ivoire-Libéria-Sierra Leone -Guinée.



Source : Préparé par l'équipe d'étude se basant sur les pages web et rapports annuels de chaque pool énergétique, les documents collectés pendant la période d'étude de décembre 2020 à décembre 2022, et les documents reçus lors de l'étude sur le terrain.

Remarques : Interconnexion via les lignes de distribution (moyenne tension) n'est pas couverte. Certaines lignes de transport d'électricité connectées aux centrales hydroélectriques près de la frontière ne sont pas incluses.

Figure 2-3-3.3 Plans pour le pool énergétique de l'Afrique de l'Ouest et interconnexion

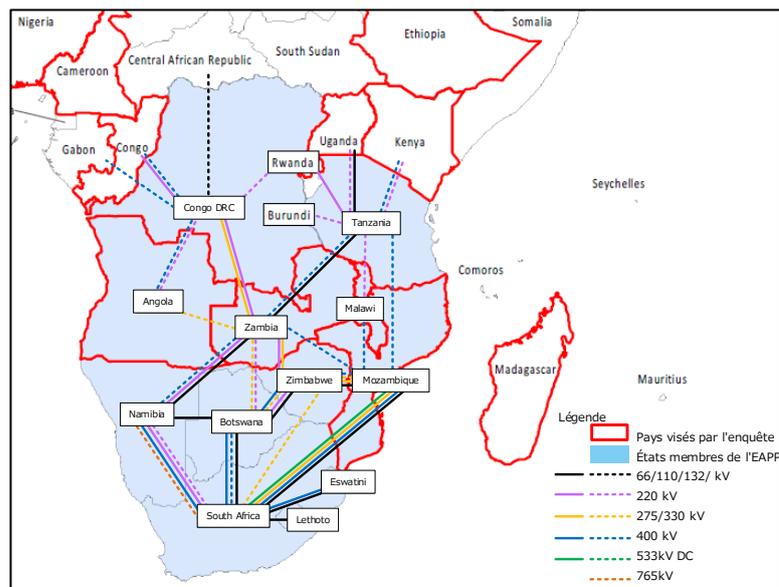
internationale avec les pays voisins

(3) Pool énergétique de l'Afrique australe : SAPP

Un aperçu du SAPP, le plan du pool énergétique et les interconnexions internationales avec les pays voisins sont montrés dans la figure 2-3-3.4.

<Aperçu SAPP> (Référence : site web du SAPP, Rapport annuel 2021)

Fondé en	1995
Membres	12 pays, 17 opérateurs (au mois décembre 2022)
Secrétariat	Harare (Zimbabwe)
Vision	Un développement durable des société d'énergie à travers la création de marché d'électricité libre et compétitif, fourniture d'électricité avec le choix du consommateur, activités qui rendent le business en énergie une option d'investissement, économie sociale, des considérations sociales et environnementales.
Mission	Fournir une énergie abordable à moindre coût et de manière écologiquement responsable et améliorer l'accès à l'électricité pour les communautés rurales
Défis	Manque de capacité pour satisfaire la demande accentuée par la sécheresse en 2015 qui a affecté sévèrement les pays ayant une forte dépendance en hydroélectricité.
Aperçu	Le SAPP a été créé en août 1995 lors du sommet de la Communauté de Développement de l'Afrique australe (SADC) qui s'est tenu au Kempton Park en Afrique du Sud quand les gouvernements des états membres du SADC, à l'exception de Maurice, ont signé un protocole d'accord intergouvernemental sur la formation d'un pool énergétique dans la région sous le nom de Pool Energétique de l'Afrique australe. Le Pool Energétique de l'Afrique australe est né avec la signature du protocole d'accord intergouvernemental. Le SAPP exporte de l'électricité en Afrique du Sud (69,2%), à la Zambie (20,3%), au Zimbabwe (5,9%) et au Mozambique (4,7%). L'Afrique du Sud compte 75% de la capacité de production du SAPP, et il est le plus important exportateur d'électricité. De plus, l'Afrique du Sud qui fait partie de BRICS (les pays nouvellement industrialisés) a une demande nationale très élevée en électricité représentant 82% de la consommation d'électricité du SAPP



Source: Préparé par l'équipe d'étude se basant sur les pages web et rapports annuels de chaque pool énergétique, les documents collectés pendant la période d'étude de décembre 2020 à décembre 2022, et les documents reçus lors de l'étude sur le terrain.

Remarques: L'interconnexion via les lignes de distribution (moyenne tension) n'est pas couverte. Certaines lignes de transport d'électricité connectées aux centrales hydroélectriques près de la frontière ne sont pas incluses.

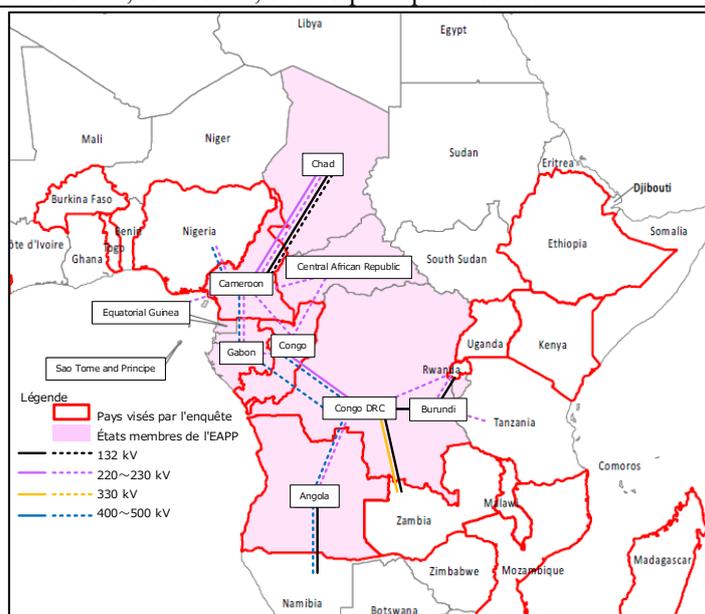
Figure 2-3-3.4 Plans pour le Pool Énergétique de l'Afrique Australe et interconnexion internationale avec les pays voisins

(4) Pool Énergétique de l'Afrique Centrale : CAPP

La figure 2-3-3.5 montre un aperçu du CAPP le plan du pool énergétique et les interconnexions internationales avec les pays voisins.

<Aperçu du CAPP> (Référence : site web CAPP, African Energy Live Data, etc.)

Fondé en	2003
Membres	10 pays, 11 opérateurs (au mois de décembre 2022)
Secrétariat	Brazzaville (République de Congo)
Vision	Améliorer la fiabilité de l'approvisionnement d'électricité local, élargir l'accès à l'électricité, réduire la pauvreté.
Mission	Approvisionnement stable d'électricité pour les pays dans la région, expansion de d'approvisionnement et de pénétration de l'électricité, amélioration de la qualité et de la stabilité du système d'électricité dans la région.
Défis	L'interconnexion internationale non-développée parmi les pays membres restreint le commerce d'électricité entre les pays. Faibles motivations pour la participation des sociétés privés. Manque de données fiables et suffisantes.
Aperçu	Le CAPP est une agence de la Communauté Economique des Etats de l'Afrique Centrale (CEEAC) et a été créée en 2003. Depuis 2021, les pays membres du CAPP ont approximativement une capacité de production d'électricité de 11,7 GW installée avec l'Angola (49%), la RD Congo (20%), et le Cameroun (12,7%), environ 82%. La principale source d'électricité de la RDC est l'hydroélectricité, et le Congo (Min) où se trouve la centrale hydroélectrique d'Inga est le principal exportateur d'électricité au sein du CAPP. Il est aussi connecté aux pays voisins tels que la RD Congo et l'Angola, ainsi qu'au SAPP (via la Zambie et le Botswana jusqu'en Afrique du Sud). De plus, la RDC exporte aussi de l'électricité aux voisins tels que le Burundi, le Rwanda, et la République centrafricaine.



Source: Préparé par l'équipe d'étude se basant sur les pages web et rapports annuels de chaque pool énergétique, les documents collectés pendant la période d'étude de décembre 2020 à décembre 2022 et les documents reçus lors de l'étude sur le terrain.

Remarque: Interconnexion via les lignes de distribution (moyenne tension) n'est pas couverte. Certaines lignes de transport

d'électricité connectées aux centrales hydroélectriques près de la frontière ne sont pas incluses.

Figure 2-3-3.5 Plans pour le Pool Énergétique de l'Afrique Centrale et interconnexion internationale avec les pays voisins

2-4 Les problèmes du secteur de l'énergie et les besoins en matière de développement

2-4-1 États actuels et les défis de la gestion de services électriques

Dans la région subsaharienne, les donateurs du monde entier fournissent des assistances financières et des investissements considérables. Jusqu'à ce que le taux d'électrification augmente à un certain niveau, la taille des actifs est prévue de s'accroître chaque année, et l'analyse financière montre que dans certains pays les fluctuations par an sont assez sévères, alors que dans d'autres pays le taux d'augmentation est plus élevé au fil du temps. Par conséquent, il est nécessaire de considérer le renforcement de la base de gestion en prenant en compte la phase où un investissement en capital est effectué et où le taux d'électrification augmente.

- Formuler des stratégies de gestion qui se conduisent à l'amélioration du taux d'électrification.

Pour stabiliser le management, il est nécessaire d'améliorer la structure organisationnelle. Plus précisément, il y a plusieurs questions à traiter, incluant la structure organisationnelle, la planification du personnel telle que le staffing (y compris le recrutement), l'établissement du suivi de la gestion et de la gouvernance et la planification financière à moyen et à long terme.

- Révision des tarifs de l'électricité et établissement d'un système pour collecter les prix de l'électricité.

Il y a un certain nombre de résidents qui ne sont pas capables de payer leur facture d'électricité, mais afin de stabiliser les finances de l'entreprise, il est nécessaire de définir des tarifs appropriés et de collecter des paiements suffisants. Cela sera lié au plan financier mentionné ci-dessus, mais sera examiné à moyen et long terme et fixera le tarif de l'électricité nécessaire pour rendre l'organisation durable et indépendante sans avoir recours aux subventions du gouvernement. Pour ce faire, une simulation des révisions des tarifs sera effectuée pour garantir que le tarif est adéquat et contribue à l'amélioration de la gestion.

De plus, comme il y a des aspects du système de collecte qui ne sont pas encore entièrement développés, un système de collecte incluant l'installation de compteurs sera mis en place. Par ailleurs, il est nécessaire de clarifier les critères de réduction et d'exemption de taxes. Comme la révision des tarifs est aussi fortement liée à des facteurs politiques, il est nécessaire de consulter amplement les parties prenantes importantes.

- Appui pour examiner le système de gestion par rapport aux services publics ou privés.

Dans certains des pays étudiés, l'électricité est fournie par des institutions publiques. D'autres sont privés mais ont des relations personnelles et financières étroites avec le gouvernement. Par contre, afin d'assurer une gestion stable dans le futur, il est nécessaire de considérer la privatisation sur la base d'un système de comptabilité indépendant. Plusieurs questions doivent être traitées pour passer d'une institution publique à une entité privée dont les systèmes de management, les structures

organisationnelles incluant la gouvernance, la planification du personnel et le développement des réglementations tel que le statut. Comme la situation actuelle varie d'un pays à un autre, il est nécessaire de tracer un chemin vers la privatisation selon la situation actuelle dans chaque pays.

- Appui pour l'utilisation de fonds privés.

Afin d'utiliser des fonds privés, en plus de mener une étude de faisabilité PPP/PFI, il est aussi envisageable de mener une étude de faisabilité pour des sociétés japonaises en plus des repositionnements avec les organismes financiers (subventions, aides, institutions financières politiques et privées).

(1) Méthode d'analyse financière

La disponibilité des états financiers est montrée dans le tableau ci-après et l'analyse financière a été effectuée pour chaque pays dont les états financiers pour l'exercice 2019 étaient disponibles. En d'autres termes, aucune analyse pays par pays n'a été effectuée pour les pays et les entités pour lesquels l'exercice 2019 était l'année de base et les états financiers de l'année fiscale 2019 n'étaient pas disponibles. L'analyse de Togo n'a pas été effectuée car les états financiers étaient incomplets.

Tableau 2-4-1.1 Liste des sociétés cibles et états d'obtention d'états financiers.

Pays	ID	Catégorie	Société	Type	2020	2019	2018	2017	2016	2015
Angola	1-2-1	Production	PRODEL	Public			○	○		
	1-3-1	Transport	RNT	Public		○	○	○	○	○
	1-4-1	Distribution	ENDE	Public					○	○
Burkina Faso	2-1-1	Intégré	SONABEL	Public		○	○	○	○	○
Cameroun	3-2,3-1	Production	Eneo	Privé			○	○		
	3-4-1	Distribution	SONATREL	Public	○	○	○	○	○	○
Ethiopie	4-2,3-1	Production	EEP	Public	○	○	○	○	○	○
	4-4-1	Distribution	EEU	Public			○	○	○	○
Kenya	5-2-1	Production	KenGen	Public		○	○	○	○	○
	5-3-1	Transport	KETRACO	Public		○	○	○	○	○
	5-4-1	Distribution	KPLC	Public		○	○	○	○	○
Liberia	6-1-1	Intégré	LEC	Public		○	○	○	○	○
Madagascar	7-1-1	Intégré	JIRAMA	Public	○		○	○	○	○
Malawi	8-2-1	Production	EGENCO	Public	○	○	○	○		
	8-3,4-1	Transport	ESCOM	Public		○	○	○	○	○
Mozambique	9-1-1	Intégré	EDM	Public		○	○	○	○	○
Nigeria	10-2-1	Production	Afam	Privé						
	10-2-2	Production	Egbin	Privé		○	○	○	○	○
	10-2-3	Production	MESL	Privé			○	○	○	○
	10-2-4	Production	NSPCL	Privé		○	○	○	○	○
	10-2-5	Production	SPPlc	Privé			○	○	○	○
	10-2-6	Production	TPL	Privé						
	10-3-1	Transport	TCN	Public						
	10-4-1	Distribution	AEDC	Privé		○	○	○	○	○
	10-4-2	Distribution	BEDC	Privé			○	○	○	○
	10-4-3	Distribution	EKEDC	Privé				○	○	○
	10-4-4	Distribution	EEDC	Privé			○	○	○	○
	10-4-5	Distribution	IBEDC	Privé			○	○	○	○
	10-4-6	Distribution	IKEJA	Privé		○	○	○	○	○
	10-4-7	Distribution	JED	Privé			○	○	○	○
10-4-8	Distribution	Kaduna	Privé			○	○	○	○	
10-4-9	Distribution	KEDCO	Privé			○	○	○	○	
10-4-10	Distribution	PHED	Privé			○	○	○	○	
10-4-11	Distribution	YEDC	Privé			○	○	○	○	
Rwanda	11-5-1	Intégré	REG	Public				○	○	○
	11-1-2	Intégré	EUCL	Public			○			
	11-5-3	Intégré	EDCL	Public		○	○			
Sénégal	12-1-1	Intégré	Senelec	Public		○	○	○	○	○
Sierra Leone	13-2,3-1	Production	EGTC	Public		○	○	○	○	○
	13-4-1	Distribution	EDSA	Public		○	○	○	○	○
Togo	14-1-1	Intégré	CEET	Public		BS	BS	BS	BS	BS
Uganda	15-2-1	Production	UEGCL	Public		○	○	○	○	○
	15-3-1	Transport	UETCL	Public		○	○	○	○	○
	15-4-1	Distribution	UEDCL	Public		○	○	○	○	○
Zambia	16-1-1	Intégré	ZESCO	Public			○	○	○	○
Republic of Congo	17-1-1	Intégré	E2C	Privé	○	○				○

Source: Préparé par l'équipe de l'étude

Remarque : Le nom des sociétés est en abréviation uniquement ; seul le bilan de BS était disponible

L'analyse des états financiers est une méthode importante pour comprendre quantitativement les problèmes financiers d'une société basé sur l'environnement dans lequel l'entreprise évolue et une combinaison des analyses peut être utilisée pour déterminer les problèmes dont elle fait face. Il y a trois points de vue pour les analyses : la rentabilité (analyse de la capacité d'une société à générer des revenus

et vérifier si la société profite efficacement du capital investi), la sécurité (vérifier s'il y a des problèmes en termes de solvabilité, financement, etc.) et la croissance (voir à quel point le business se développe).

Les indicateurs spécifiques sont comme suit :

Tableau 2-4-1.2 Liste des indicateurs financiers

Profitability analysis

Indicator	Formulation	Good direction
Profitability analysis (Profit rate)		
Cost rate	Sales Cost ÷ Sales	Lower
Gross margin rate	Gross profit ÷ Sales	Higher
Ordinary profit rate	Ordinary profit ÷ Sales	Higher
Net profit rate	Net profit ÷ Sales	Higher
Sales general & administration cost rate	Sales general & administration cost ÷ Sales	Lower
ROE(Return on equity)	Net profit ÷ Net assets	Higher
ROA(Return On Asset)	Net profit ÷ Total assets	Higher
Profitability analysis (Turnover rate)		
Total assets turn over	Sales ÷ Total assets	Higher
Fix assets turn over	Sales ÷ Fix assets	Higher
Sales receivable turn over (month)	Sales receivable ÷ Sales × 12 months	Lower
Inventory turn over (month)	Inventory ÷ Total assets × 12 months	Lower
Trade payable turn over (month)	Trade payable ÷ Sales × 12 months	Higher

Safety analysis

Indicator	Formulation	Good direction
Safety analysis		
Current ratio	Current assets ÷ Current liabilities	Higher
Quick ratio	(Current assets - inventory) ÷ Current liabilities	Higher
Fixed ratio	Fixed assets ÷ Net assets	Lower
Debt dependence	Total debt ÷ Total assets	Lower
Safety analysis (Equity)		
Capital adequacy ratio	Net assets ÷ Total assets	Higher
Liabilities ratio	Total liabilities ÷ Net assets	Lower

Growth analysis

Indicator	For,ulation	Good direction
Growth analysis		
Sale increase rate	Changes in sales from the previous fiscal year ÷ Sales from the previous fiscal year	Higher
Profit increase rate	Increase or decrease in Profit from Previous Year ÷ Profit from Previous Year	Higher

Source: Préparé par l'équipe de l'étude

(2) Résultat des analyses financières

1) Résumé des analyses financières

Suite aux résultats des analyses financières, il a été constaté que, lorsque que la valeur des actifs des sociétés d'électricité africaines a visiblement augmenté dans certains pays, il y avait des préoccupations concernant la rentabilité, le chiffre d'affaires, la gestion de stock et de la sécurité, qui nécessitent une attention particulière en matière de gestion.

	Features	Management considerations
 <p>There are many companies with low profitability.</p>	<p>Many companies have low gross profit margins, which are calculated by subtracting cost of sales from sales, and profitability needs to be improved. If profitability is low, cash flow from operations will be affected and cash flow will tend to deteriorate.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Formulation of medium- and long-term plans It is considered that there is a period for investment, and based on this, policies and measures should be formulated from a medium- to long-term perspective, and financial plans (investment plans and business plans) based on these facts this is necessary. ● Rate revision In some cases, it is necessary to consider rate revisions.
 <p>Long turnover period of trade receivables</p>	<p>There is concern that many companies will be in financial difficulties because they have a long time to sell electricity and collect receivables from users, that is, until they turn it into cash. In many cases, the power generation, transmission and distribution divisions are spun off into separate companies, but there is concern that if funds are not allocated to each company in a timely manner while recouping funds by one company, all divisions will face difficulties in raising funds.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Establishment of system and clarification of procedures for debt collection Establish a system for debt collection, clarify procedures, and implement uniform procedures. In particular, it is necessary to pay attention to outstanding loans.
 <p>Current ratio is low</p>	<p>There is a small amount of cash to be used as a source of payment and assets that can be immediately converted into cash for short-term debts, and there is a strong possibility that there's a need to raise funds through additional borrowings will arise. If they do not have access to financing, they will receive large subsidies from the government.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Securing Fund-Raising Instruments Always secure financing instruments that can meet short-term financing needs (e.g., entering into commitment line agreements with banks). ● Thorough fund management (reposted) To improve the accuracy of cash flow by managing cash balance so as to always secure a certain amount of surplus funds.

Source: Préparé par l'équipe de l'étude

Figure 2-4-1.1 Caractéristiques et considérations relatives à la gestion des sociétés d'électricité.

2) Comment voir les segments et les graphiques des analyses financières

Dans les analyses financières de ce projet, 46 sociétés d'électricité dans 17 pays ont été effectuées et analysées en termes de (1) type de gestion (sociétés publics et privés) et (2) entités commerciales (intégré, production d'électricité, transport et distribution). Les résultats sont montrés dans le tableau ci-après. Bien qu'une étude séparée ait été menée pour l'année fiscale 2019, l'analyse ci-après se base sur l'année fiscale 2018 car cela permet le cumul d'un large nombre de sociétés.

Tableau 2-4-1.3 Nombre par type de management

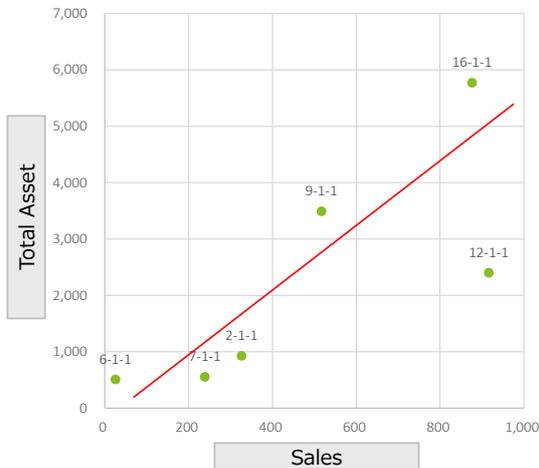
Catégorie	Public	Privé	Total
1. Intégré	10	1	11
2. Production	6	7	13
3. Transport	5	0	5
4. Distribution	6	11	17
Total	27	19	46

Source: Préparé par l'équipe de l'étude

Les figure 2-4-1.2, figure 2-4-1.3, et figure 2-4-1.4 montrent respectivement « la relation entre les ventes et le total des actifs, les ventes et le ratio du résultat net », « le tableau mettant en relation les actifs nets et le Winter Quasi-Profit, les rotations des capitaux (times) » et « le ratio actuel et le ratio courant ». Les graphiques montrent respectivement « le rapport entre actifs nets et le total des actifs et la rotation du total des actifs (times) » et « le ratio actuel et le ratio courant ». Les graphiques se trouvent dans le tableau.

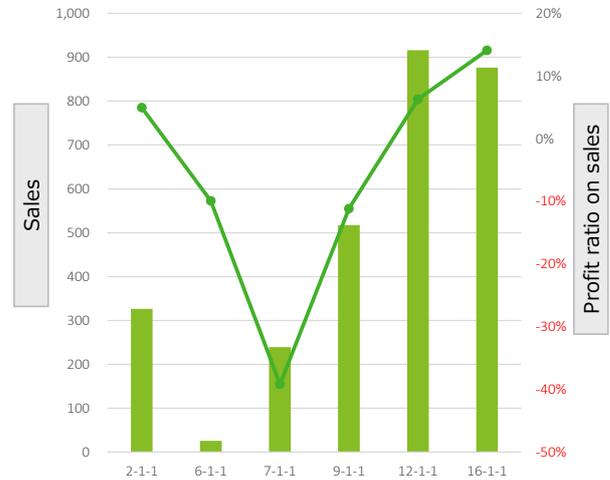
Sales and total asset

- Graph comparing sales and asset size
- The closer the plot position is to the regression line (red line in the graph), the better the balance between sales and assets.



Sales and profit ratio on sales

- An indicator of profitability
- It is possible to compare the ratio of net income to sales

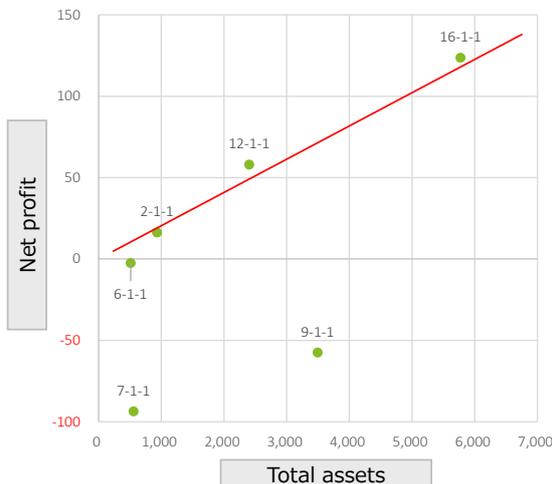


Source: Préparé par l'équipe de l'étude

Figure 2-4-1.2 Ventes et total des actifs / Ventes et ratio bénéfice sur les ventes

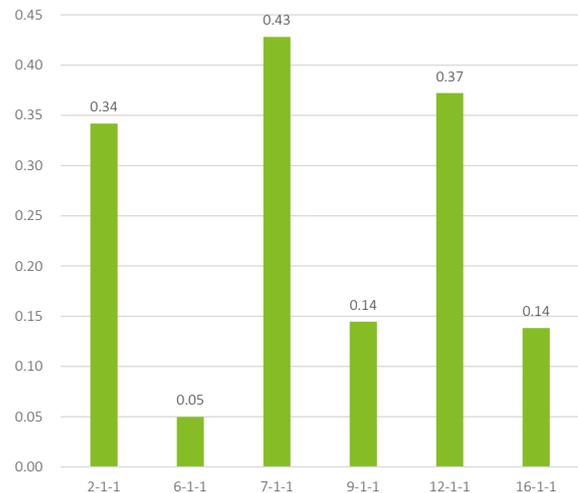
Total assets and net profit

- It is a graph comparing the scale of total assets and net income.
- The closer the plot position is to the regression line (red line in the graph), the better the balance between total assets and net income.



Asset turnover

- It is an index that measures how efficiently the assets held are utilized and how much income is obtained.
- The higher the index value, the better the asset efficiency.

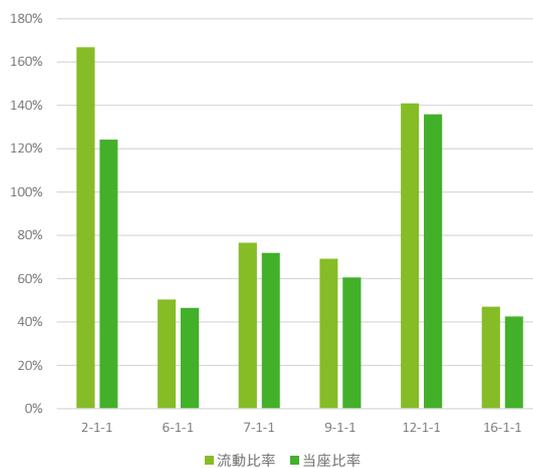


Source: Préparé par l'équipe de l'étude

Figure 2-4-1.3 Total des actifs et bénéfice net /rotation des actifs

Liquidity

- The current ratio and quick ratio are indicators of safety
- The standard for the quick ratio is 100%.



Source: Préparé par l'équipe de l'étude

Figure 2-4-1.4 Liquidité

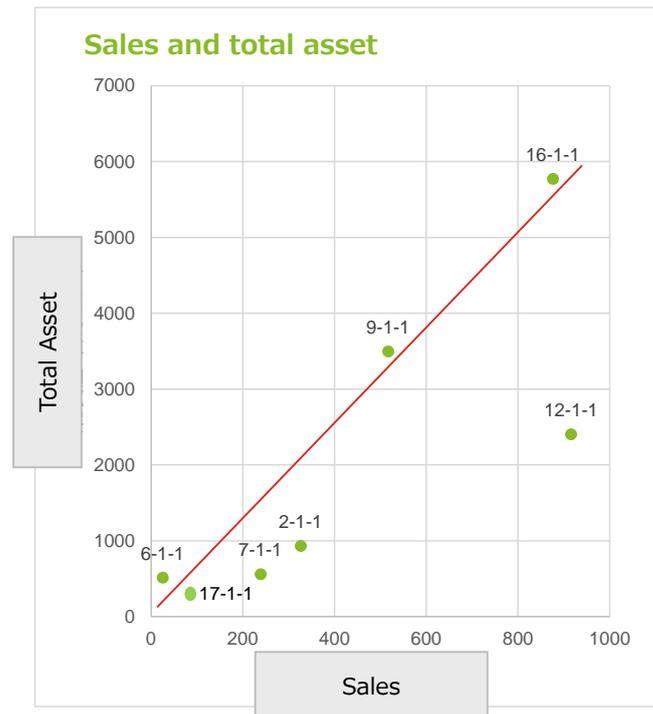
3) Analyse financière des sociétés intégrées

Le tableau suivant montre une liste des sociétés intégrées d'électricité.

Tableau 2-4-1.4 Liste des sociétés intégrées

ID	Pays	Nom de la société	Abréviation
2-1-1	Burkina Faso	Société Nationale d'Electricité du Burkina	SONABEL
6-1-1	Liberia	Liberia Electricity Corporation	LEC
7-1-1	Madagascar	Jiro sy rano Malagasy	JIRAMA
9-1-1	Mozambique	Electricidade de Mocçambique	EDM
12-1-1	Sénégal	Société nationale d'électricité du Sénégal	Senelec
14-1-1	Togo	Compagnie Energie Electrique du Togo	CEET
16-1-1	Zambia	Zambia Electricity Supply Corporation	ZESCO
17-1-1	Congo	Energie Electrique du Congo	E2C

Source: Préparé par l'équipe de l'étude

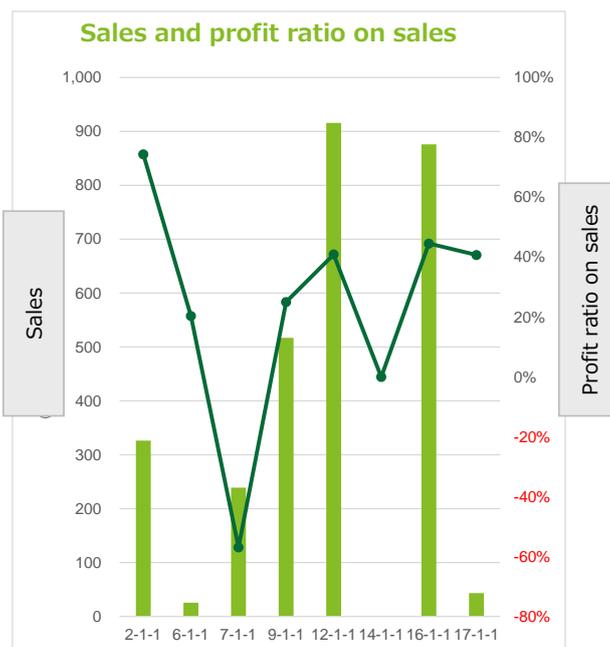


Source: Préparé par l'équipe de l'étude

Figure 2-4-1-5 Ventés et total de l'actif

Les sociétés intégrées tendent à avoir un total des actifs plus élevé que les autres sociétés. SONABEL (2 -1 -1, Burkina Faso), LEC (6 -1 -1, Liberia), JIRAMA (7 -1 -1, Madagascar), EDM (9 -1 -1, Mozambique), ZESCO (16 -1 -1) et E2C (17 -1 -1, Congo) ont un bon équilibre entre les ventes et les actifs. ZESCO (16 -1 -1, Zambia) en particulier est bien équilibré et possède une grande ampleur. Senelec (12 -1 -1, Senegal) a un revenu relatif à la taille de son actif.

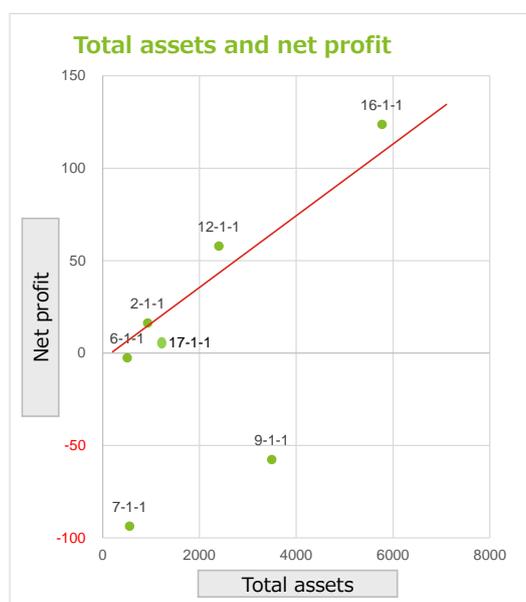
Depuis lors, CEET (14 -1 -1, Togo) a enregistré zéro vente nette car il n'y avait pas de compte de résultat disponible.



Source: Préparé par l'équipe de l'étude

Figure 2-4-1.6 Ventes et ratio bénéfice sur les ventes

SONABEL (2 -1 -1, Burkina Faso), JIRAMA (7 -1 -1, Madagascar) et EDM (9 -1 -1, Mozambique) ont des marges de bénéfice nettes négatives et des ventes faibles. LEC (6 -1 -1, Liberia) a un ratio coût-chiffre d'affaires de plus de 80%, une marge de bénéfice nette négative, et un volume de vente faible. Senelec (12 -1 -1, Senegal) a une vente plus élevée que ZESCO, mais des marges de bénéfice nettes plus faibles. Même si le revenu net est positif, le revenu net sur les ventes tend à diminuer à cause des augmentations des charges du personnel, de la dépréciation et d'autres charges d'exploitation et des pertes. Il se peut que le coût et les dépenses SG & A doivent être révisés dans l'éventualité d'un déclin à partir du niveau actuel. ZESCO (16 -1 -1, Zambie) est très rentable et possède une marge de bénéfice élevée. E2C (17 -1 -1, Congo) a un flux de revenu plus petit mais elle est plus rentable.



Source: Préparé par l'équipe de l'étude

Figure 2-4-1.7 Total des actifs et bénéfice net

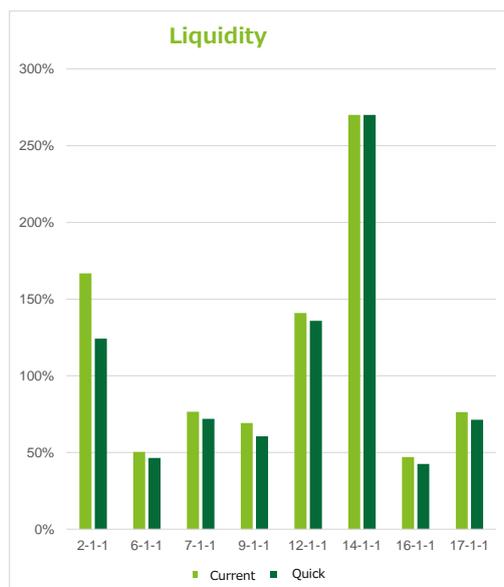
SONABEL (2 -1 -1, Burkina Faso), LEC (6 -1 -1, Liberia), Senelec (12 -1 -1, Senegal), ZESCO (16 -1 -1, Zambie) et E2C (17 -1 -1, Congo) ont un bon équilibre entre le total des actifs et le résultat net. JIRAMA (7 -1 -1, Madagascar) a un coût de ventes élevé qui mène à une perte nette. EDM (9 -1 -1, Mozambique) a des actifs plus élevés que les autres sociétés, mais son bénéfice net est déficitaire, et par conséquent il est possible que la révision des actifs est nécessaire. ZESCO (16 -1 -1, Zambie) déclare un bénéfice net fixe avec des actifs particulièrement élevés.



Source: Préparé par l'équipe de l'étude

Figure 2-4-1.8 Rotation des actifs

Pour SONABEL (2 -1 -1, Burkina Faso), il y a une préoccupation quant à l'utilisation efficace du total de l'actif, car celui-ci a augmenté de manière similaire à l'augmentation des ventes. La rotation des capitaux de LEC (6 -1 -1, Liberia) a tendance à baisser à cause d'une augmentation du montant enregistré en tant qu'actif immobilisé en cours de construction. JIRAMA (7 -1 -1, Madagascar) est proche de la moyenne de 0,46, similaire à celles des compagnies d'électricité japonaises, ce qui montre que les actifs sont utilisés de manière efficace et efficiente, mais ne sont pas capables de générer des bénéfices. EDM (9 -1 -1, Mozambique), ZESCO (16 -1 -1) et E2C (17 -1 -1, Congo) ont une rotation des actifs faible et il est possible d'améliorer la rentabilité. Senelec (12 -1 -1, Senegal) a une bonne rotation totale des actifs.



Source: Préparé par l'équipe de l'étude

Figure 2-4-1.9 Liquidité

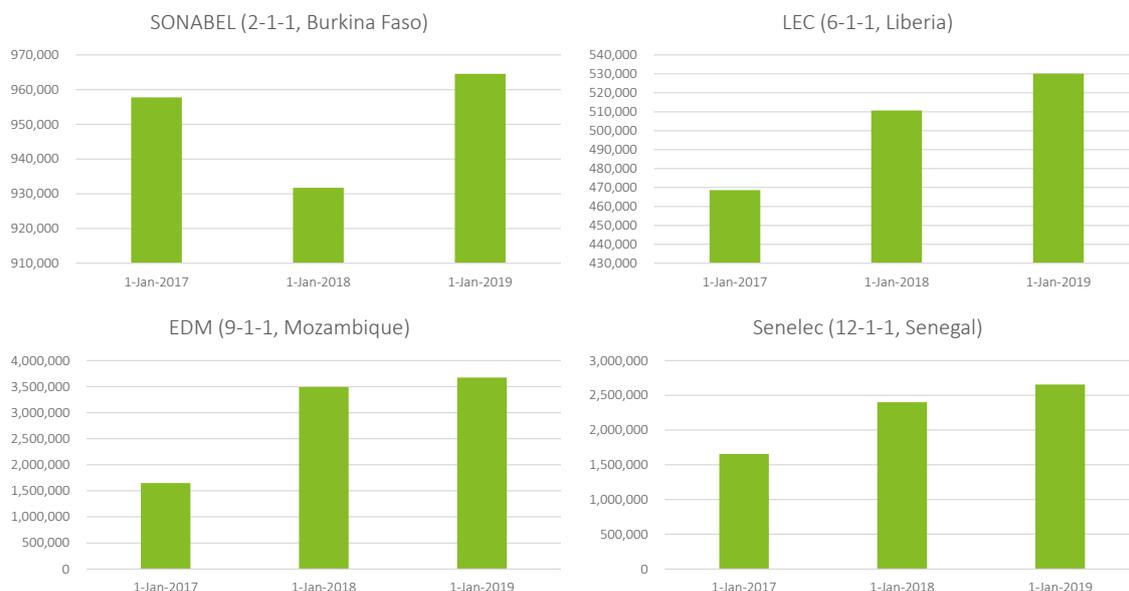
SONABEL (2 -1 -1, Burkina Faso) est considéré comme ayant une capacité de remboursement à court terme et un certain niveau de sécurité. Alors que le ratio de liquidité compris entre 120% et 150% est considéré comme satisfaisant, LEC (6 -1 -1, Liberia), JIRAMA (7 -1 -1, Madagascar), EDM (9 -1 -1, Mozambique), ZESCO (16 -1 -1, Zambie) et E2C (17 -1 -1, Congo), qui sont en dessous de 100%, il est à noter qu'elles n'ont pas suffisamment de fonds à court-terme et doivent améliorer leurs situations de trésorerie.

CEET (14 -1 -1, Togo) est au-dessus de ce qu'on peut considérer comme étant en sécurité mais représente trop de caisses et de dépôts.

Changes in total assets

FY2017-FY2019

Unit: USD 1,000



Source: Préparé par l'équipe de l'étude

Figure 2-4-1.10 Variation des actifs

4) Analyse financière des sociétés de production d'électricité

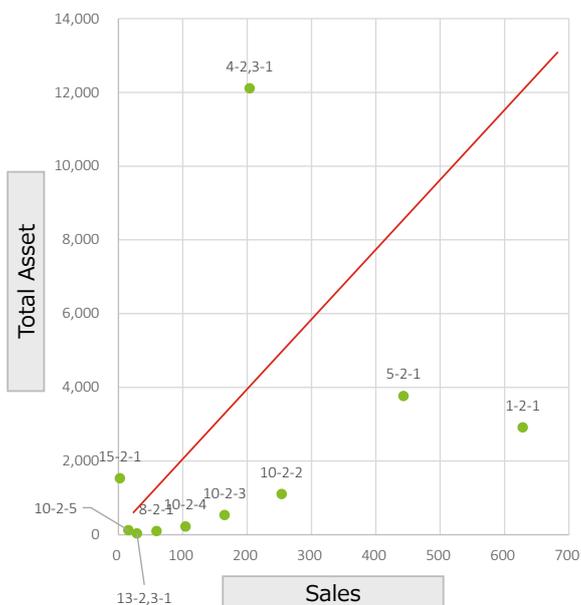
La liste des sociétés de production d'énergie est indiquée ci-dessous.

Tableau 2-4-1.5 Liste de sociétés de production d'énergie

ID	Pays	Nom	Abréviation
1-2-1	Angola	Empresa Pública de Produção de Electricidade	PRODEL
3-2,3-1	Cameroun	Eneo Cameroon S.A.	Eneo
4-2,3-1	Ethiopie	Ethiopian Electric Power	EEP
5-2-1	Kenya	Kenya Electricity Generating Company	KenGen
8-2-1	Malawi	Electricity Generation Company of Malawi	EGENCO
10-2-1	Nigeria	Afam Power Plc	Afam
10-2-2	Nigeria	Egbin Power Plc	Egbin
10-2-3	Nigeria	Mainstream Energy Solutions Limited	MESL
10-2-4	Nigeria	North South Power Company Limited	NSPCL
10-2-5	Nigeria	Sapele Power Plc	SPPlc
10-2-6	Nigeria	Transcorp Power Limited	TPL
13-2,3-1	Sierra Leone	Electricity Generation and Transmission Company	EGTC
15-2-1	Ouganda	Uganda Electricity Generation Company Limited	UEGCL

Source: Préparé par l'équipe de l'étude

Sales and total asset

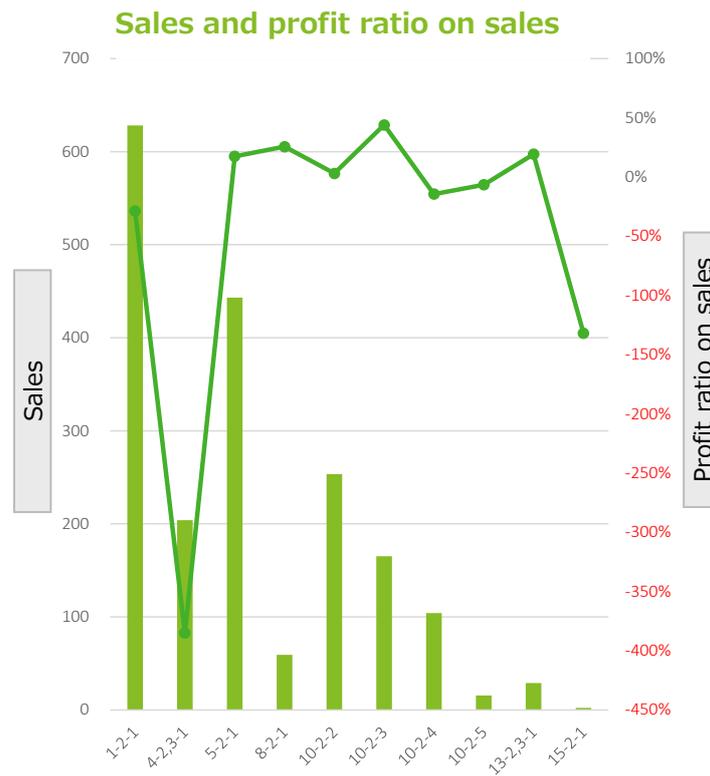


Source: Préparé par l'équipe de l'étude

Figure 2-4-1.11 Ventés et total des actifs

Plusieurs sociétés, comme KenGen (5 -2 -1, Kenya), ont un bon équilibre entre les ventes et le total des actifs. KenGen (5 -2 -1, Kenya) a une grande quantité de ventes malgré ses actifs importants car elle

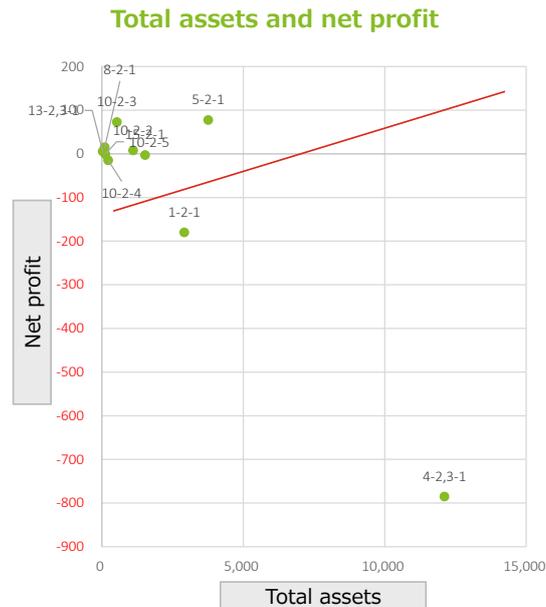
possède de grandes installations telles que des centrales électriques. Depuis 2016, il y a une augmentation progressive du volume de ventes, mais le taux de croissance de bénéfice s'est ralenti progressivement. Les actifs de EEP (4 -2, 3 -1, Éthiopie) sont importants par rapport au volume de ventes, et on considère qu'il est nécessaire d'améliorer les ventes ou de revoir la taille des actifs. De plus, PRODEL (1 -2 -1, Angola) est rentable en raison de la proportion entre ses ventes et la taille de ses actifs. EGENCO (8 -2 -1, Malawi), Afam (10 -2 -1, Nigeria), Egbin (10 -2 -2, Nigeria), MESL (10 -2 -3, Nigeria), NSPCL (10 -2 -4, Nigeria), SPPIc (10 -2 -5, Nigeria), TPL (5 -2 -1, Kenya) et UEGCL (5 -2 -1, Kenya) ont des actifs relativement inférieurs, mais plusieurs d'entre eux génèrent des ventes efficacement.



Source: Préparé par l'équipe de l'étude

Figure 2-4-1.12 Ventes et ratio du bénéfice sur les ventes

PRODEL (1 -2 -1, Angola) réalise de grandes ventes et des marges confortables. La marge de profit nette de EEP (4 -2, 3 -1, Ethiopie) est considérablement négative. Ceci est dû à des coûts d'emprunt élevé (intérêt sur les emprunts nationaux et étrangers, frais bancaires sur les crédits, pénalités sur les retards de paiement, etc.). Depuis que SG & A a été subventionné, une réduction des coûts d'emprunt à travers le remboursement des dettes est prévu pour améliorer le taux de recouvrement. Bien que le ratio coût sur ventes de KenGen (5 -2 -1, Kenya) soit maintenu autour de 20%, le ratio bénéfice net sur ventes se trouve autour de 30% à cause de l'effet de dépréciation et d'amortissement en raison de la propriété de grandes installations. Toutes les autres sociétés sont déficitaires, en particulier NSCPL (10 -2 -4, Nigeria), qui a une marge de bénéfice nette négative en raison d'une augmentation d'environ 2,5 fois de la "perte de valeur sur les créances commerciales " et de l'augmentation des taxes.

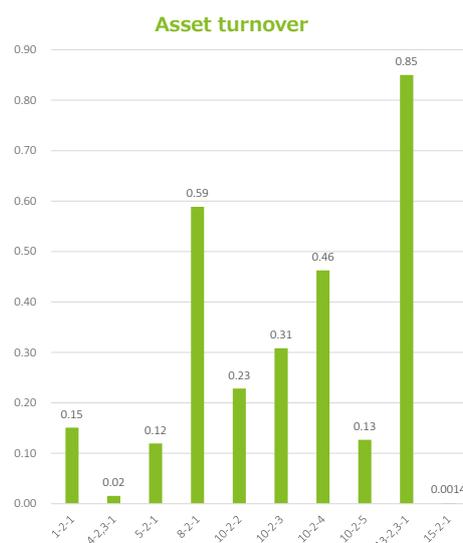


Source: Préparé par l'équipe de l'étude

Figure 2-4-1.13 Total des actifs et bénéfice net

PRODEL (1 -2 -1, Angola) a une perte nette à cause de ses grandes dépenses SG & A relatives aux ventes. Environ 90% du total des actifs de l'EEP (4 -2, 3 -1, Ethiopie) concerne les actifs immobilisés tels que les centrales électriques et les lignes de transport, et environ 80% des actifs immobilisés sont en cours de construction et donc ils ne contribuent pas à la vente. Par conséquent, malgré la grande taille de la totalité des actifs de la société, elle souffre d'une perte nette importante. KenGen (5 -2 -1, Kenya) possède de grands actifs car elle possède de grandes installations telles que les centrales électriques et il est prévu qu'elle réalise un bénéfice net conséquent.

Le reste du monde est supposé avoir assez de revenu car plusieurs sociétés ont des pertes nettes.

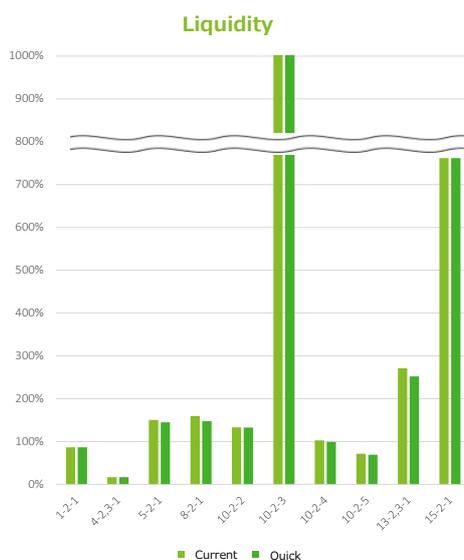


Source: Préparé par l'équipe de l'étude

Figure 2-4-1.14 Total des actifs et bénéfice net

PRODEL (1 -2 -1, Angola) et KenGen (5 -2 -1, Kenya) ont une faible rotation des actifs et il est possible

d'améliorer la rentabilité. Environ 90% du total des actifs de l'EEP (4 -2, 3 -1, Ethiopie) concerne les actifs immobilisés tels que les centrales électriques et les lignes de transport, et environ 80% des actifs immobilisés sont en cours de construction, donc ils ne contribuent pas à la vente. Par conséquent, la rotation des capitaux est à un niveau très inférieur. UEGCL (15 -2 -1, Ouganda) est considéré avoir une rotation des capitaux très faible car les projets de construction de la centrale hydroélectrique en cours sont enregistrés comme actifs. EGENCO (8 -2 -1, Malawi), Egbin (10 -2 -2, Nigeria), MESL (10 -2 -3, Nigeria), NSPCL (10 -2 -4, Nigeria), SPPIc (10 -2 -5, Nigeria) et EGTC (13 -2, 3 -1, Sierra Leone) sont relativement proches de la moyenne de 0,46 pour les services japonais, et sont en mesure d'utiliser leurs actifs de manière efficace et efficiente pour générer des revenus.



Source: Préparé par l'équipe de l'étude

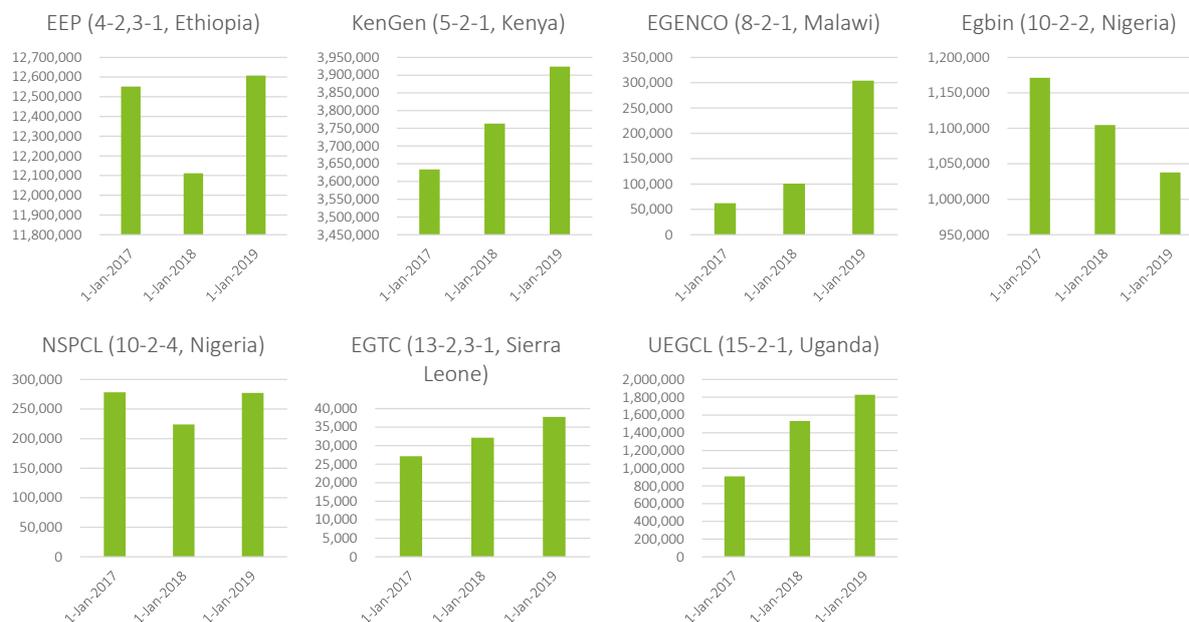
Figure 2-4-1.15 Liquidité

L'EEP (4 -2, 3 -1, Ethiopie) semble avoir des fonds insuffisants pour rembourser ses passifs courants, ce qui a entraîné une accumulation de dettes et une dégradation de la trésorerie de l'entreprise. Une action immédiate pour améliorer la situation est nécessaire. KenGen (5 -2 -1, Kenya), EGENCO (8 -2 -1, Malawi), Egbin (10 -2 -2, Nigeria), NSPCL (10 -2 -4, Nigeria) et EGTC (13 -2, 3 -1, Sierra Leone) ont une capacité de paiement à court-terme et sont considérés comme en sécurité. Le ratio actuel de UEGCL (15 -2 -1, Ouganda) tend à être élevé car les passifs courants sont bas par rapport à la taille des actifs courants. PRODEL (1 -2 -1, Angola) et SPPIc (10 -2 -5, Nigeria) sont en dessous de 100%, ce qui peut susciter des inquiétudes quant à leur trésorerie.

Changes in total assets

FY2017-2019

Unit: USD 1,000



Source: Préparé par l'équipe de l'étude

Figure 2-4-1.16 Variation total des actifs

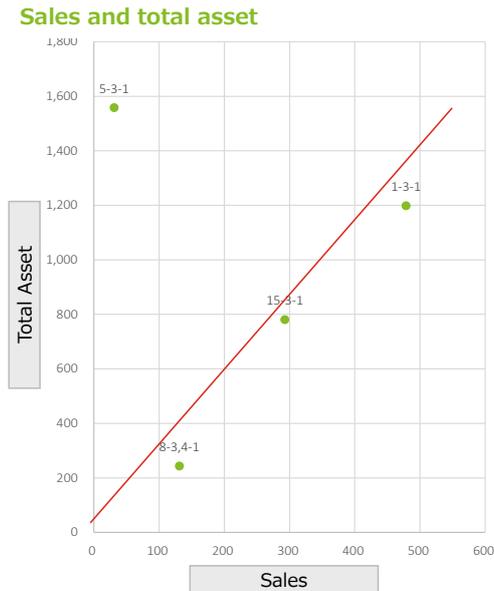
5) Analyse financière des sociétés de transport

La liste des sociétés de production d'énergie est indiquée ci-dessous.

Tableau 2-4-1.6 Liste des sociétés de transport

ID	Pays	Nom	Abréviation
1-3-1	Angola	Rede Nacional de Transporte de Electricidade	RNT
5-3-1	Kenya	Kenya Electricity Transmission Company Limited	KETRACO
8-3,4-1	Malawi	Electric Supply Company of Malawi	ESCOM
10-3-1	Nigeria	Transmission Company of Nigeria	TCN
15-3-1	Ouganda	Uganda Electricity Transmission Company Limited	UETCL

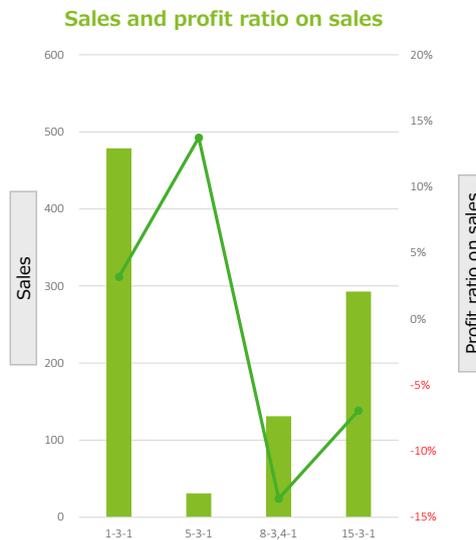
Source: Préparé par l'équipe de l'étude



Source: Préparé par l'équipe de l'étude

Figure 2-4-1.17 Ventes et total des actifs

RNT (1 -3 -1, Angola), ESCOM (8 -3, 4 -1, Malawi) et UETCL (15 -3 -1, Ouganda) ont un bon équilibre entre les ventes et les actifs. RNT (1 -3 -1, Angola) en particulier est bien équilibré et de grande envergure. KETRACO (5 -3 -1, Kenya) pourrait avoir de ventes relativement faibles par rapport à la taille de ses actifs qui pourraient ne pas être utilisés.

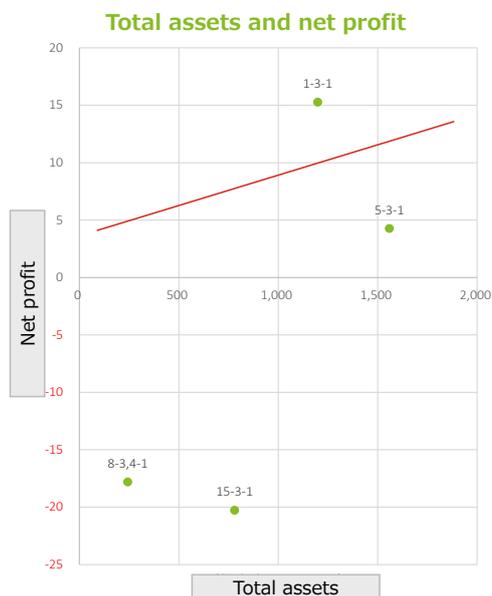


Source: Préparé par l'équipe de l'étude

Figure 2-4-1.18 Ventes et ratio du bénéfice sur les ventes

RNT (1 -3 -1, Angola) a une grande vente et des marges de bénéfice élevées. KETRACO (5 -3 -1, Kenya) peut être considéré comme hautement rentable en raison de sa marge de bénéfice net élevée. ESCOM (8 -3, 4 -1, Malawi) a un niveau de vente correct, mais sa marge de bénéfice net est très faible et nécessite d'être améliorée pour être rentable. UETCL (15 -3 -1, Ouganda) a subi des gains et des pertes importants en devises étrangères qui ont un impact considérable sur ses bénéfices. Le déficit en 2018 est causé par

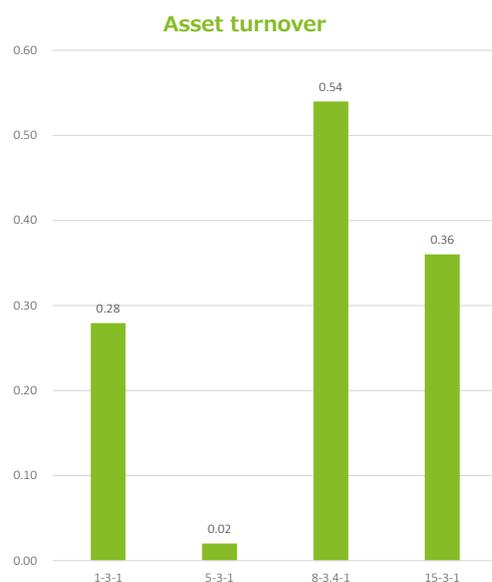
des coûts élevés, par une augmentation générale des charges d'exploitation et des pertes sur les devises. Les charges d'exploitation ont doublé par rapport à l'année précédente entraînant une perte dans le résultat d'exploitation. Les pertes ont été causées par la comptabilisation de pertes de devises étrangères.



Source: Préparé par l'équipe de l'étude

Figure 2-4-1.19 Total des actifs et Bénéfice net

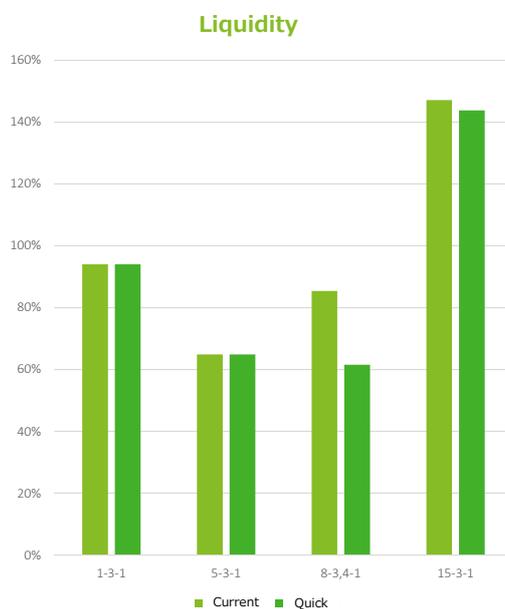
RNT (1 -3 -1, Angola) est stable. Comme KETRACO (5 -3 -1, Kenya) a un petit bénéfice net par rapport à la taille de ses actifs, il est probable qu'ils ne soient pas utilisés. ESCOM (8 -3, 4 -1, Malawi) enregistre une perte nette à cause de ses grandes dépenses. SG & A. UETCL (15 -3 -1, Ouganda) a des coûts d'achat élevés et un ratio coût sur vente d'environ 90% ce qui conduit à une perte nette.



Source: Préparé par l'équipe de l'étude

Figure 2-4-1.20 Rotation des actifs

On craint que RNT (1 -3 -1, Angola), KETRACO (5 -3 -1, Kenya) et UETCL (15 -3 -1, Uganda) ont une rotation des capitaux insuffisante et des actifs sous exploités. ESCOM (8 -3, 4 -1, Malawi) est la seule société qui dépasse 0,46, de moyenne pour les services japonais.



Source: Préparé par l'équipe de l'étude

Figure 2-4-1.21 Liquidité

RNT (1 -3 -1, Angola), KETRACO (5 -3 -1, Kenya) et ESCOM (8 -3, 4 -1, Malawi), qui sont en dessous de la référence de 100% n'ont pas assez de fonds surtout pour les remboursements à court-terme et une amélioration de leur trésorerie est requise.

UETCL (15 -3 -1, Ouganda) a des emprunts à long-terme en attente de paiement, mais ils n'ont pas de dettes à court-terme et leur endettement actuel est faible.

Changes in total assets

FY2017-FY2019

Unit: USD 1,000



Source: Préparé par l'équipe de l'étude

Figure 2-4-1.22 Variation des actifs

6) Analyse financière des sociétés de distribution

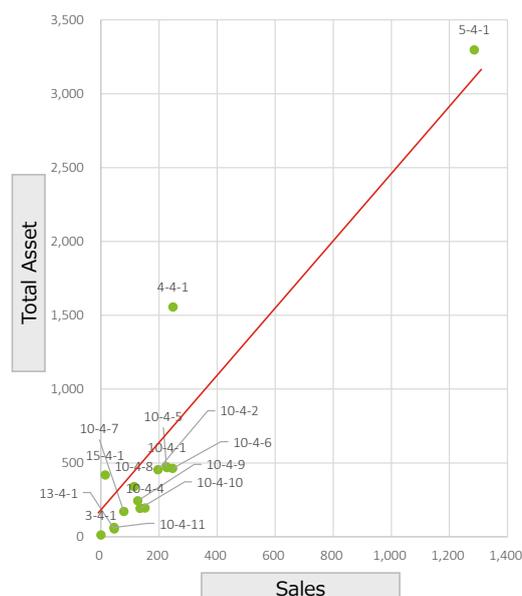
La liste des sociétés de distribution se trouve ci-dessous :

Tableau 2-4-1.7 Liste des sociétés de distribution

ID	Pays	Nom	Abréviation
1-4-1	Angola	Empresa Nacional de Distribuição de Electricidade	ENDE
3-4-1	Cameroun	Société Nationale de Transport de L'Electricité	SONATREL
4-4-1	Ethiopie	Ethiopian Electric Utility	EEU
5-4-1	Kenya	Kenya Power and Lighting Company	KPLC
10-4-1	Nigeria	Abuja Electricity Distribution Plc	AEDC
10-4-2	Nigeria	Benin Electricity Distribution Plc	BEDC
10-4-3	Nigeria	Eco Electricity Distribution Plc	EKEDC
10-4-4	Nigeria	Enugu Electricity Distribution Plc	EEDC
10-4-5	Nigeria	Ibadan Electricity Distribution Company Plc	IBEDC
10-4-6	Nigeria	Ikeja Electric Plc	IKEJA
10-4-7	Nigeria	Jos Electricity Distribution Plc	JED
10-4-8	Nigeria	Kaduna Electricity Distribution Plc	Kaduna
10-4-9	Nigeria	Kano Electricity Distribution Plc	KEDCO
10-4-10	Nigeria	Port Harcourt Distribution Plc	PHED
10-4-11	Nigeria	Yola Electricity Distribution Company	YEDC
13-4-1	Sierra Leone	Electricity Distribution and Supply Authority	EDSA
15-4-1	Ouganda	Uganda Electricity Distribution Company Limited	UEDCL

Source: Préparé par l'équipe de l'étude

Sales and total asset



Source: Préparé par l'équipe de l'étude

Figure 2-4-1.23 Ventés et total des actifs

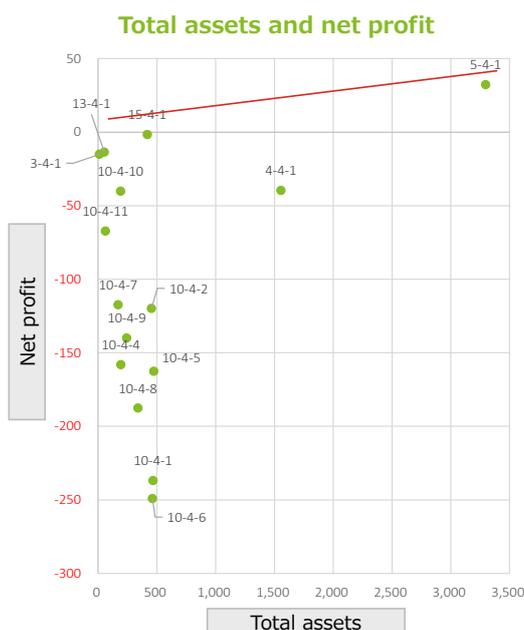
EEU (4 -4 -1, Ethiopie) réalise des ventes modestes en comparaison avec la taille de leur actif. KPLC (5 -4 -1, Kenya) est une grande société avec des ventes et des actifs bien équilibrés. En raison de la privatisation de ses sociétés d'électricité et de leur division en filiales régionales, le Nigéria compte 11 sociétés de distribution d'électricité. Par conséquent, les ventes et les actifs de chaque société tendent à être plus petit que ceux des autres sociétés de distribution publiques et intégrées. Cela inclut AEDC (10 -4 -1, Nigeria), BEDC (10 -4 -2, Nigeria), EKEDC (10 -4 -3, Nigeria), EEDC (10 -4 -4, Nigeria), IBEDC (10 -4 -5, Nigeria), IKEJA (10 -4 -6, Nigeria), JED (10 -4 -7, Nigeria), Kaduna (10 -4 -8, Nigeria), KEDCO (4 -4 -1, Ethiopia), PHED (5 -4 -1, Kenya) et YEDC (10 -4 -11, Nigeria).



Source: Préparé par l'équipe de l'étude

Figure 2-4-1.24 Ventes et ratio bénéfice sur les ventes

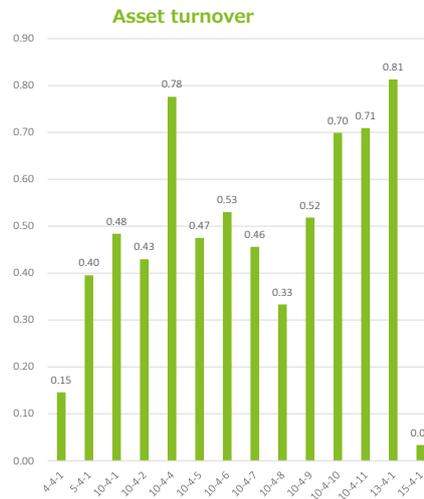
SONATREL (3 -4 -1, Cameroun) n'a pas de vente et ne génère pas de bénéfice. Chez KPLC (5 -4 -1, Kenya), le coût et les frais liés aux ventes et les dépenses administratives sont très importants et, en raison de la baisse du chiffre d'affaires causées par les augmentations annuelles, il est considéré nécessaire de prendre des mesures pour augmenter les ventes. L'EEU (4 -4 -1, Ethiopie), les sociétés nigérianes (10) et EDSA (13 -4 -1, Sierra Leone) ont des ventes modestes et des marges de bénéfice négatives, ce qui pourrait être dû à la répartition des bénéfices avec d'autres sociétés de production d'énergie. UEDCL (15 -4 -1, Ouganda) continue à enregistrer une perte nette après impôts en raison d'une augmentation similaire des dépenses, malgré une tendance croissante en terme de nombre de clients et des ventes.



Source: Préparé par l'équipe de l'étude

Figure 2-4-1.25 Total des actifs et Bénéfice net

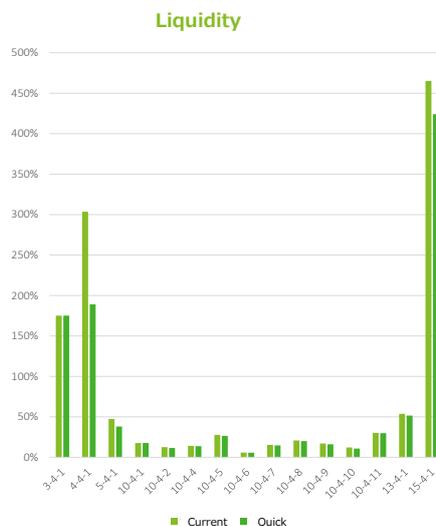
Plusieurs sociétés de distribution nigérianes (10) ont des coûts de vente élevés par rapport aux ventes résultant à des pertes nettes. KPLC (5 -4 -1, Kenya) a un bon équilibre entre le total des actifs et le bénéfice net. EEU (4 -4 -1, Ethiopie) a une perte nette car le coût des ventes est plus élevé que les ventes. Avec une certaine taille des actifs, on considère que les actifs ne sont pas utilisés de manière efficace.



Source: Préparé par l'équipe de l'étude

Figure 2-4-1.26 Rotation des actifs

L'EEU (4 -4 -1, Ethiopie) est considérablement plus faible, ce qui se reflète dans un déséquilibre entre ses actifs et ses ventes. KPLC (5 -4 -1, Kenya) et les sociétés de distribution en Nigeria (10) sont considérés comme ayant un bon usage de leurs actifs, étant proche de la moyenne de 0,46 des sociétés japonaises d'électricité, mais ils ne sont pas en mesure de générer autant de bénéfice que les sociétés de distribution dans d'autres pays. EDSA (13 -4 -1, Sierra Leone) est petite mais a un bon équilibre entre ses actifs et ses ventes. UEDCL (15 -4 -1, Ouganda) a connu une croissance de ses ventes, mais celles-ci sont si petites par rapport à ses actifs qu'elle ne produit pas de bénéfice.



Source: Préparé par l'équipe de l'étude

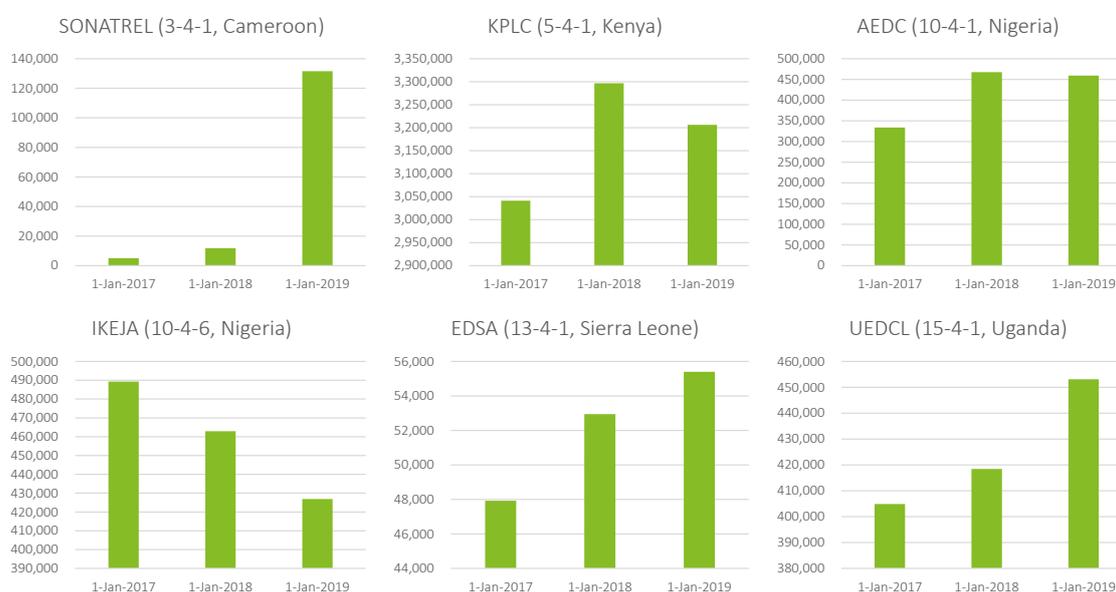
Figure 2-4-1.27 Rotation des actifs

SONATREL (3 -4 -1, Cameroun) et EEU (4 -4 -1, Ethiopie) ont un ratio de liquidité à plus de 150%, ce qui indique qu'il n'y a aucun problème de flux de trésorerie. Cependant, KPLC (5 -4 -1, Kenya), la société nigériane de distribution d'électricité (10) et EDSA (13 -4 -1, Sierra Leone) ont un ratio de liquidité inférieur à 100%, ce qui signifie qu'ils n'ont pas suffisamment de fonds pour les remboursements à court-terme. Il pourrait y avoir y a un mécanisme de retour des fonds aux autres sociétés, telles que les sociétés de production d'électricité, et il est possible que le groupe entier des sociétés dans un pays donné soit engagé dans le flux de trésorerie. UEDCL (15 -4 -1, Ouganda) tend à avoir un ratio courant élevé car UEDCL a moins de dettes à court-terme par rapport à la taille de ses actifs courants.

Changes in total assets

FY2017-FY2019

Unit: USD 1,000



Source: Préparé par l'équipe de l'étude

Figure 2-4-1.28 Variation des actifs

2-4-2 Mesures de soutien pour la gestion des services d'électricité

Considère dans un pays où une étude sur le terrain a été effectuée.

En Malawi et au Rwanda, les chefs des départements de finance et de comptabilité ont un niveau stable de connaissance et d'expérience, et il n'y a pas de problèmes majeurs avec leurs systèmes, cependant des mesures pour renforcer le développement continu des ressources humaines pour les membres des départements mentionnés précédemment pourraient être considérés. De plus, les deux pays comptent de multiples sociétés, mais à Rwanda, le REG devrait jouer le rôle de société-parapluie, ce qui n'est pas suffisant. Une répartition des rôles entre les trois sociétés concernant la gouvernance et de gestion d'entreprise pourrait être considéré.

En Ethiopie, la taille de ses actifs et les autres facteurs sont considérables, mais ses emprunts ont augmenté considérablement, ce qui a entraîné une augmentation des actifs tout en augmentant les dettes. Par

conséquent, les coûts d'intérêts sur les emprunts et autres coûts sont importants et pèsent sur les bénéficiaires. En considérant les futurs remboursements des dettes, il y a une possibilité que le flux de trésorerie ne soit pas stable, et un soutien peut être considéré pour l'élaboration d'une stratégie de financement, y compris la collecte de fonds pour créer des actifs.

Madagascar est un des pays les moins rentables examinés dans cette étude. Les coûts du carburant sont si élevés que les ventes ne couvrent pas ses coûts. Comme mentionné ci-dessus, tout type de mesure de soutien peut être considéré, y compris le soutien pour les stratégies de management en vue d'une période post-diffusion, un soutien pour établir un système de révision et de recouvrement des tarifs de l'électricité, un soutien pour l'analyse des systèmes de gestion publics ou privés, et un soutien pour l'utilisation des fonds privés.

Voici quelques soutiens possibles basés sur les analyses financières :

- En raison de la sous-capitalisation, un soutien en investissement en capital basé sur une compréhension des besoins en électricité pourra être considéré (Liberia, Madagascar, Burkina Faso, etc.).
- La rotation du total des actifs est très faible et les ventes sont considérées assez faibles par rapport à la taille des actifs. Par conséquent, il pourrait être considéré de fournir un soutien pour augmenter les ventes et améliorer l'efficacité des actifs (Liberia, Malawi, Mozambique, Zambie, etc.).
- A cause du tarif renversé, plus il y a de ventes et plus la situation financière s'aggraverait. Par conséquent, il est possible de considérer des mesures pour améliorer le bénéfice brut, telles que la révision des tarifs et le soutien à la rentabilité (Liberia, Sierra Leone (distribution d'électricité), Madagascar, etc.).
- Le taux de recouvrement des créances (charges d'utilisation de l'électricité) n'est pas satisfaisant, et il est possible que les créances accumulées ont augmenté, et une assistance telle que l'établissement d'un système pour recouvrir les tarifs (Angola, Sénégal, Sierra Leone, etc.) a été fournie.
- Les subventions du gouvernement sont importantes et il peut être considéré de fournir un soutien pour une gestion future qui ne dépend pas de subventions de l'Etat afin d'assurer une gestion durable et fiable (Kenya, Liberia, Malawi, Sierra Leone, Ouganda).

2-4-3 Problèmes et besoins en matière de développement

Le tableau 2-4-3.1 montre les problèmes et les besoins identifiés pour les pays ciblés suite au résultat de cette étude.

Tableau 2-4-3.1 Problèmes et besoins en matière de développement basés sur l'étude

	Nom du pays	Principaux problèmes	Accès à l'électricité		Technologie		Gestion
			National (sous 50%)	Zones rurales (sous 10%)	Pertes	Maintenance (besoins)	Frais (Revision)
1	Angola	<ul style="list-style-type: none"> Promotion du taux d'électrification (45% national, 64% en milieu urbain, 7% en zone rurale) Réduction des pertes de distribution (environ 35%) (Connections illégales sont répandues) Formation requise pour une exploitation et une maintenance inadéquates 	×	×	-	×	×
2	Burkina Faso	<ul style="list-style-type: none"> Promouvoir l'augmentation des taux d'électrification (21% national, 69% en milieu urbain, 1% en zone rurale) Prix d'électricité élevé comparé aux autres pays de l'Afrique de l'Ouest. 	×	×	-	-	×
3	Cameroun	<ul style="list-style-type: none"> Promouvoir le développement de production en hydroélectricité à petite échelle. Réduction de perte de distribution (environ 30%) 	-	-	×	-	-
4	République de Congo	<ul style="list-style-type: none"> Promouvoir l'augmentation du taux d'électrification (National : 48%, Urbain : 66%, Rural : 10%) La grande majorité des accidents concerne les câbles dans les lignes de distribution. Capacité insuffisante de lignes de transport et de transformateurs de distribution. 	×	-	-	×	×
5	Ethiopie	<ul style="list-style-type: none"> Promouvoir le taux d'électrification (national : 48%, urbain : 96%, rural : 35%) EEU : identification de point de défaut des câbles sous-terrains dans les lignes de distribution, réparation des transformateurs de distribution EEP : Renforcement de capacité pour la planification et la maintenance, la solidité financière, etc. 	×	-	-	×	×
6	Guinée	<ul style="list-style-type: none"> Promouvoir l'augmentation des taux d'électrification (44% national, 86% en milieu urbain, 19% en zone rurale) 	×	-	-	-	-

	Nom du pays	Principaux problèmes	Accès à l'électricité		Technologie		Gestion
			National (sous 50%)	Zones rurales (sous 10%)	Pertes	Maintenance (besoins)	Frais (Revision)
		<ul style="list-style-type: none"> Capacité d'approvisionnement insuffisant pour réagir face à l'augmentation rapide des demandes. Réduction des pertes de distribution (environ 35%) 					
7	Kenya	<ul style="list-style-type: none"> Mesures pour éviter les chutes de tension sur les lignes de distribution à longue distance dans les zones rurales. Contre-mesure surcharge pour les réseaux de distribution et les sous-stations 	-	-	×	-	-
8	Liberia	<ul style="list-style-type: none"> Promouvoir l'augmentation des taux d'électrification (29% national, 48% en milieu urbain, 8% en zones rurales) Amélioration des infrastructures d'approvisionnement en électricité détruites par la guerre civile Réduction de perte d'électricité (62% en décembre 2020) 	×	×	×	-	-
9	Madagascar	<ul style="list-style-type: none"> Promouvoir l'augmentation des taux d'électrification (27% national, 58% i en milieu urbain, 8% en zones rurales). Coupure de courant cause par la vétusté des infrastructures. Mesures pour éviter les chutes de tension sur les lignes de distribution à longue distance Réduction de perte d'électricité (environ 30%) 	×	×	×	×	-
10	Malawi	<ul style="list-style-type: none"> Promotion de l'augmentation des taux d'électrification (national : 11%, urbain : 46%, rural : 4%) Diminution de la capacité en hydroélectricité à cause des catastrophes naturelles comme cyclones et sécheresse. Insuffisance des infrastructures d'approvisionnement pour satisfaire la demande. 	×	×	-	×	-
11	Mozambique	<ul style="list-style-type: none"> Promotion de l'augmentation des taux d'électrification (National : 38%, Urbain : 73%, Rural : 17%) Manque de maintenance de SCADA et de capacité de gestion Capacité insuffisante pour maintenance et gestion de SCADA • Directives insuffisantes pour exploitation du réseau et renforcement du développement des ressources humaines. 	×	-	-	×	-

	Nom du pays	Principaux problèmes	Accès à l'électricité		Technologie		Gestion
			National (sous 50%)	Zones rurales (sous 10%)	Pertes	Maintenance (besoins)	Frais (Revision)
		<ul style="list-style-type: none"> Automatisation des contrôles relatives à l'approvisionnement et demande d'électricité 					
12	Nigeria	<ul style="list-style-type: none"> Réduction de perte d'électricité, y compris le recouvrement de l'électricité Assurer la qualité de l'énergie Amélioration de la capacité d'exploitation du réseau. 	-	-	×	×	-
13	Rwanda	<ul style="list-style-type: none"> Interconnexion internationale insuffisante (importation d'électricité) Système d'exploitation en cas de défaillance d'une seule ligne (N-1) Capacité augmentée des vieilles lignes de transport, deux lignes Analyses des accidents de réseau et contre-mesures 	-	-	-	×	-
14	Sénégal	<ul style="list-style-type: none"> Augmentation de coupure de courant à cause de la connexion accrue des sources d'énergie renouvelable au réseau. 	-	-	-	×	-
15	Sierra Leone	<ul style="list-style-type: none"> Promouvoir l'augmentation des taux d'électrification (22% national, 51% en milieu urbain, 1% en zones rurales) Défaillance à cause de vétusté des infrastructures existantes et manque de maintenance 	×	×	-	×	-
16	Togo	<ul style="list-style-type: none"> Promouvoir l'augmentation des taux d'électrification (46% national, 83% en milieu urbain, 19% en zones rurales) Promouvoir l'énergie renouvelable et la conservation d'énergie 	×	-	-	-	-
17	Rwanda	<ul style="list-style-type: none"> Promouvoir l'augmentation des taux d'électrification (26% national, 65% en milieu urbain, 13% en zones rurales) Analyses des accidents de réseau et contre-mesures 	×	-	-	×	-
18	Zambie	<ul style="list-style-type: none"> Promouvoir l'augmentation des taux d'électrification (National : 33%, Urbain : 71%, Rural : 2%) Pénurie d'électricité à cause de sécheresse 	×	×	-	-	-

Source: Préparé par l'équipe d'étude de la JICA

Remarque : Pour l'accès à l'électricité, voir les données IEA 202. La moyenne pour l'Afrique subsaharienne était de 49%. De plus, l'expansion de réseau énergétique, le manque d'installations et le manque d'investissement en capital sont des problèmes communs et ne sont donc pas listés séparément.

× (avec des défis et des besoins de développement)

2-5 Développement des ressources humaines dans le domaine de l'exploitation et de la maintenance (O&M) des infrastructures de distribution et de fourniture d'électricité.

2-5-1 Positionnement des infrastructures de distribution et de livraison

(1) Infrastructures de production d'énergie

Concernant les problèmes relatifs à la promotion de l'énergie renouvelable dans les pays subsahariens, un examen sur les mesures spécifiques pour accélérer l'investissement privé et élargir l'utilisation de l'énergie renouvelable a été effectué à partir des trois perspectives suivantes :

- Élargir la production d'énergie renouvelable (solaire et éolienne)
- Promouvoir et maximiser les investissements privés (en augmentant l'investissement ESG et ODD)
- Etablir un système électrique fiable, hors ou mini-réseau

L'étude sur l'exploitation et la maintenance des infrastructures électriques se concentre sur les systèmes de production d'électricité à haute puissance, le potentiel de développement hors et mini-réseau et les mesures pour soutenir l'installation des infrastructures d'énergie renouvelable, et est résumé ci-après.

1) Production d'énergie par combustion interne (diesel)

La production d'énergie par moteur à combustion interne comme l'essence et le moteur diesel est utilisée pour la production d'énergie à petite échelle sur des îles. On compte l'utiliser comme substitut de production d'énergie solaire et éolienne quand la quantité d'énergie solaire et éolienne est en baisse.¹

2) Production d'électricité hydroélectrique à petite échelle

Il est possible de produire de l'électricité sans avoir à bâtir de grands barrages ou des voies navigables grâce à l'utilisation de l'eau telle que l'alimentation en eau, les eaux usées et l'eau industrielle.

Cela conduit à avoir moins d'impact environnemental que la production d'énergie hydroélectrique à grande échelle.²

3) Photovoltaïques (PV)

C'est une méthode de production d'énergie qui utilise des cellules solaires pour convertir directement en électricité. Elle est convenable pour des exploitations à petite échelle et des exploitations décentralisées, car l'efficacité de la production d'énergie est constante quelle que soit l'échelle. Elle est compatible avec des accumulateurs d'hydrogène pour les mesures contre les pannes de courant. Elle est respectueuse de l'environnement car elle réduit considérablement les émissions de dioxyde de carbone. Ces dernières années, la durée de vie des cellules solaires s'est allongée et le panneau est généralement garanti pour 25 ans.

¹ <http://www.kz.tsukuba.ac.jp/~abe/ohp-energy/en2017-08.pdf> (dernier circulaire : 14 décembre 2020)

² <http://www.tgn.or.jp/teg/business/generation/micro/> (dernier circulaire : 14 décembre, 2020)

4) Production d'énergie éolienne

Les turbines éoliennes sont efficaces dans les zones sans électricité où il n'existe aucun réseau électrique ou autres facteurs qui peuvent significativement affecter l'exploitation des turbines éoliennes. Contrairement aux panneaux solaires qui sont installés dans des endroits à faible altitude, la possibilité de vol d'équipement est très faible car ils sont installés dans des endroits élevés comme les antennes. Le système peut contribuer à compléter les problèmes découlant de l'approvisionnement de l'énergie déjà existant.

(2) Infrastructure de transport et distribution

1) Infrastructure de transport

L'objectif pour les infrastructures de transport d'énergie électrique est la très haute tension (220 kV, 161 kV, 132 kV, et 110 kV) .

2) Installations de sous-stations

Les sous-stations appartenant à des opérateurs en électricité devraient être couvertes.

3) Infrastructures de distribution d'énergie

L'objectif pour les infrastructures de distribution est la haute tension (45 kV, 33 kV, 30 kV, 15 kV, 11 kV).

2-5-2 Etat actuel et problèmes de technologie relatifs à l'exploitation et à la maintenance

L'O&M en dispatch et les installations de sous-station dans les pays cibles sont évaluées en trois catégories comme indiqué dans le tableau 2-5-2.1. Les résultats de l'étude dans 17 pays cibles indiquent que les installations sont généralement obligées de fonctionner avec des déviations importantes par rapport aux conditions normales, le système de gestion de l'organisation est affaibli et un certain nombre de problèmes techniques affectent la fiabilité de l'approvisionnement. En particulier, la Sierra Leone et le Libéria n'ont reçu aucune formation technique systématique à jour, il est donc nécessaire de former les travailleurs aux normes de travail en même temps que la gestion actuelle de l'exploitation et de la maintenance. Les anciennes politiques sur la protection, la coordination du réseau, la planification d'approvisionnement et de la demande, et d'autres problèmes doivent être fondamentalement révisées. De plus, la section transport et distribution d'électricité doit fonctionner quotidiennement et effectuer les travaux de réparation à cause de la vétusté des installations, il est donc nécessaire d'apprendre les procédures appropriées et efficaces pour les travaux de réparation. Voici ci-dessous un tableau comparatif de l'état actuel de chaque pays.

Tableau 2-5-2.1 E&M dans le dispatch d'électricité et installations de sous-station dans les pays

No.	Pays cibles	Système de suivi (centrale électrique, centre de commande d'approvisionnement)	Mesures de recouvrement en cas de défaillance	3Maintenance en inspection	Les besoins de soutien, etc.
1	Angola	-	-	-	Besoin inconnu en O&M basé sur les informations reçues
2	Burkina Faso	×	○	○	✓ Renforcement de capacité des instructeurs de formation ✓ Etablissement de formation
3	Cameroun	-	-	-	Besoin inconnu en O&M basé sur les informations reçues.
4	Republic of Congo	-	-	-	Besoin inconnu en O&M basé sur les informations reçues
5	Ethiopie	○	○	○	Voir 1) Ethiopie ci-dessous pour plus de détails
6	Guinée	-	-	-	Besoin inconnu en O&M basé sur les informations reçues
7	Kenya	-	-	-	Besoin inconnu en O&M basé sur les informations reçues
8	Liberia	×	×	×	Il y a un besoin de matériel de formation tel que les simulateurs systèmes LEC. ✓ Simulateur d'exploitation du réseau ✓ Matériel de formation sur le photovoltaïque ✓ Equipped d'essai
9	Madagascar	×	×	×	Voir 2) Madagascar ci-dessous pour plus de détails
10	Malawi	×	○	○	Voir 3) Malawi ci-dessous pour plus de détails
11	Mozambique	×	○	○	Le contenu de la demande couvre tous les aspects de l'énergie électrique et il y a aussi une demande d'équipement de laboratoire en ICT. Voir ci-dessous pour les détails. ✓ Formation générale en énergie telle que l'équipement énergétique et l'éthique de l'ingénieur ✓ Etablissement de formation et équipement
12	Nigeria	-	-	-	Pas applicable
13	Rwanda	○	○	○	Voir 4) Rwanda ci-dessous les détails
14	Sénégal	-	-	-	Besoin inconnu en O&M basé sur les informations reçues
15	Sierra Leone	×	×	×	✓ O&M formation en systèmes électriques (surtout les infrastructures de distribution) ✓ Formation sur la coordination en matière de protection ✓ Planification du système énergétique
16	Togo	-	-	-	Besoin inconnu en O&M basé sur les informations reçues
17	Ouganda	○	○	○	UEGCL a demandé un centre de formation pour la sécurité des barrages relatif à l'O&M à la centrale hydroélectrique de l' Isimba (nouveau) et une formation sur les systèmes d'automatisation.
18	Zambie	-	-	-	Besoin inconnu en O&M basé sur les informations reçues

Source : Matériel de l'équipe d'étude préparatoire de la JICA

Remarque : ○ (Niveau standard dans les pays subsahariens), × (Niveau non standard dans les pays subsahariens).

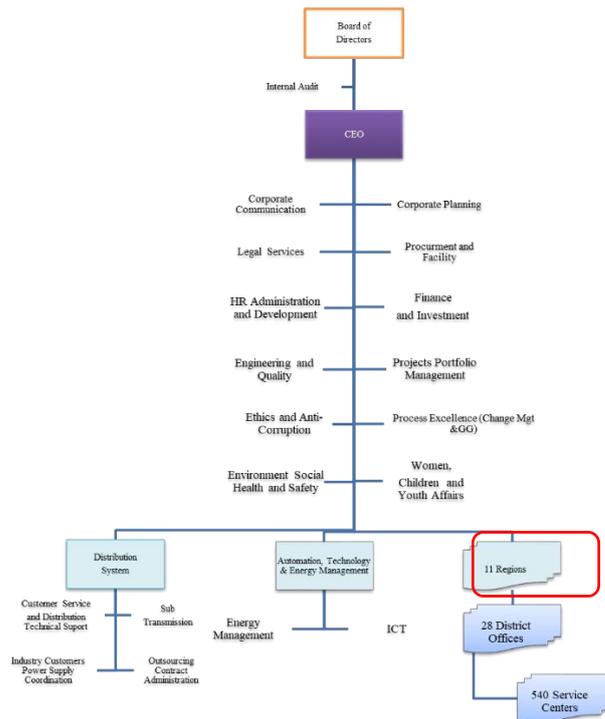
Détails d'exploitation et maintenance dans les pays cibles (Ethiopie, Madagascar, Malawi, Rwanda) où des études sur le terrain ont été effectuées, sont affichés ci-dessous

(1) Ethiopie

1) Structure Organisationnelle pour O&M

Les sous-stations de distributions existantes et les lignes de distribution dans les zones cibles de ce projet sont maintenues et gérées par EEU. 11 bureaux, y compris le bureau d'Addis-Abeba et le

bureau d'Oromia s'occupent de la maintenance et de la gestion suivant les directives du siège EEU.



Source: EEU

Figure 2-5-2.1 Organigramme de l'EEU

2) Problèmes et besoins d'appui en O&M

Matériel d'entretien

Dans certaines zones d'Addis-Abeba, les câbles sont sous-terrain mais il est difficile de trouver les points de défaut à cause de la longueur des pannes de courant. L'EEU a demandé l'achat de matériels et de directives techniques tels que des équipements pour la détection des points de défauts et des transformateurs mobiles, ainsi que des équipements d'essai et des outils nécessaires pour les opérations d'urgence.

Tableau 2-5-2.2 Liste de demande d'achat pour les matériels d'essai et des outils par EEU

Articles No.	Description de l'article ou services associés		Prix unitaire FOB(USD)
1	Outils électriques kit/jeu	jeu	350,00
2	Outils mécaniques kit/jeu	jeu	350,00
3	SET DE MISE A TERRE33KV	jeu	350,00
4	LV HRC déconnecteur ou sectionneur de fusible	jeu	6000,00
5	TIGE DE COMMANDE (up to 36kV)	jeu	3000,00
6	Détecteur de tension /36 kV	jeu	3000,00
7	Récepteur GPS portable	jeu	350,00
8	Machine presse hydraulique/Portable 400A 16-400mm2	jeu	350,00
9	Machine presse hydraulique/50mm2-300mm2	jeu	350,00
10	Marteau piqueur/machine hydraulique	jeu	350,00
11	Serre-tube ajustable isolé/12",14",16",18",20",22",24",30" & 32"	jeu	350,00
12	Série de clé à douilles avec manche à cliquet 8 à 27mm	jeu	71,90
13	Contrôle de la résistance de terre	jeu	66,00
14	Contrôle de résistance d'isolement Megger /10kV	jeu	66,00
15	Localisateur de défaut sur câble à haute tension	jeu	66,00
16	Convertisseur intelligent testing set	jeu	1,00
17	SF6 machine de remplissage/portable	jeu	33,00
18	Machine de traitement d'huile pour transformateur/380V Filtration sous vide	jeu	1,00
19	SF6 analyseur de gaz	jeu	1,00
20	Huile pour transformateur testing machine	jeu	1,00
21	Compteur à pince /Fluke 323. REVIEW. Each 165	jeu	1200
22	Multi mètre	Jeu	105
23	Fully automatic capacitance and tan delta measurement kit each 3	jeu	5,00
24	Localisateur de défaut sur câble à haute tension	jeu	5,00
25	CT analyseur	jeu	5,00
26	Phase sequence /6-33kV	jeu	6,00
27	Portable three phase relays test unit (Secondary injection set numerical)	jeu	5,00
28	Pistolet à air chaud /110 V temperature ajustable	jeu	5,00

Source: EEU

Renforcement de capacité

Au moment de l'étude sur terrain, l'EEU a demandé les améliorations de capacité suivantes, sans détails spécifiques :

- ✓ Système SIG (planification, gestion de projet, maintenance et exploitation)
- ✓ Capacité de planification relative au développement d'infrastructure : intégration et automatisation de prévision de demande, processus de planification des infrastructures de production au transport
- ✓ Solidité financière (durabilité) (maximisation de bénéfice / projet de minimisation de coût)
- ✓ Renforcement de capacité en gestion de risques (identification des risque et mesures d'atténuation)
- ✓ Compétence à faire le suivi et à évaluer le progrès d'une société d'énergie électrique.
- ✓ Gestion de projet
- ✓ Recherche et Développement (R&D) (appui technique sur les aspects soft, tel que la formulation du contenu de formation pour les centres R&D via l'appui de l'AFD. En

particulier, une formation est requise pour améliorer les compétences en matière de connaissances, de savoir-faire et de savoir-être.

- ✓ Modernisation, nouvelles technologies (projet pilote sur réseau intelligent)
- ✓ Contrôle de protection du réseau et systèmes d'automatisation
- ✓ Construction de modèle de réseau dynamique et réglage du régulateur de générateur (technologie d'analyse de réseau)
- ✓ Exploitation des infrastructures de transport de courant continu haute tension (pour le début de l'exploitation des lignes de transport de courant continu avec Kenya)

Par ailleurs, EEU a fait des demandes supplémentaires en plus du renforcement de ses compétences pour faire face aux coupures de courant. Des propositions ont été faites pour la construction de quatre nouveaux ateliers de réparation de transformateurs à travers le pays et l'amélioration des ateliers existants à Addis-Abeba.

- ✓ Demande de matériels d'essai pour les transformateurs et les équipements des lignes de distribution (fusibles, câbles, etc.) et établissement d'un centre de formation (centre d'excellence).

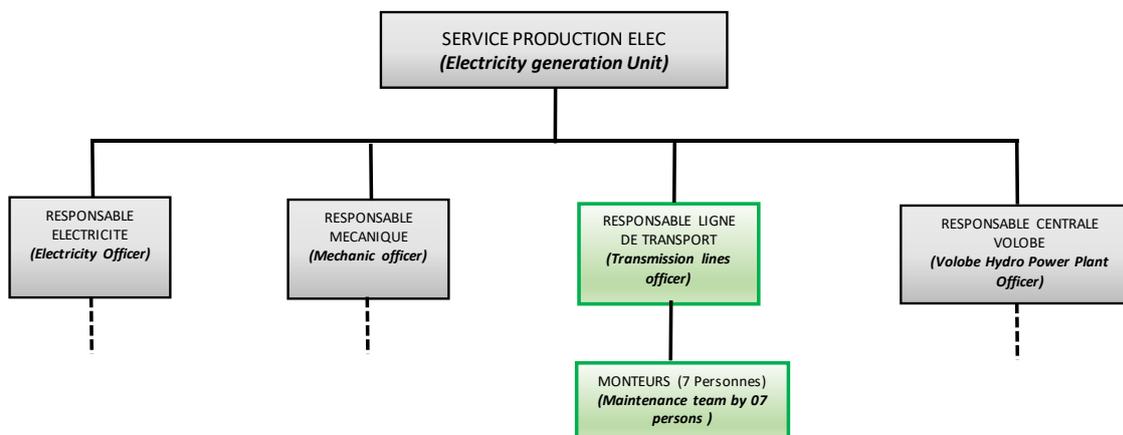
(Voir rapport "Critères spécifiques et exigences uniques pour l'établissement des installations d'essai")

- ✓ Mise à niveau de l'atelier de réparation de transformateurs à Addis-Abeba

(2) Madagascar

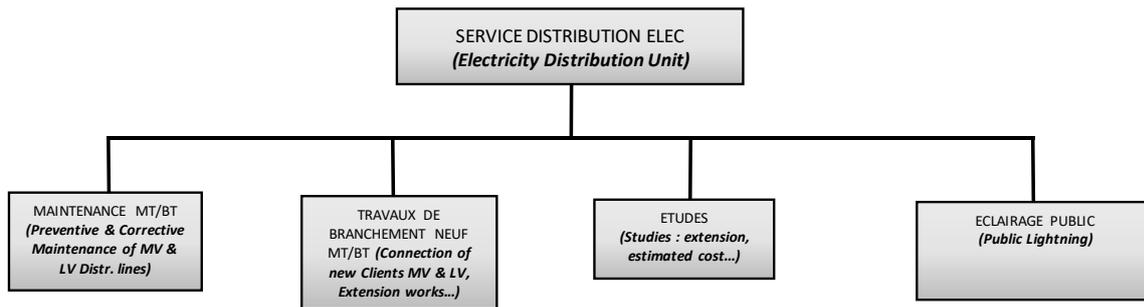
1) Structure organisationnelle en O&M

La JIRAMA maintient et gère les installations de transport et distribution dans la zone cible de ce projet. Sous la supervision du siège de JIRAMA, les bureaux régionaux comme le bureau à Toamasina est responsable de la maintenance et de la gestion. L'organigramme est indiqué ci-après :



Source: JIRAMA

Figure 2-5-2.2 Organigramme de JIRAMA (Section transport et transformation)



Source: JIRAMA

Figure 2-5-2.3 Structure organisationnelle de JIRAMA (section distribution)

2) Problèmes et besoins d'appui en O&M

Les infrastructures de transport et de distribution fonctionnent avec des installations qui ont des déficiences significatives et la structure opérationnelle de l'organisation est faible. Des problèmes techniques ont été identifiés pour garantir la fiabilité de l'approvisionnement.

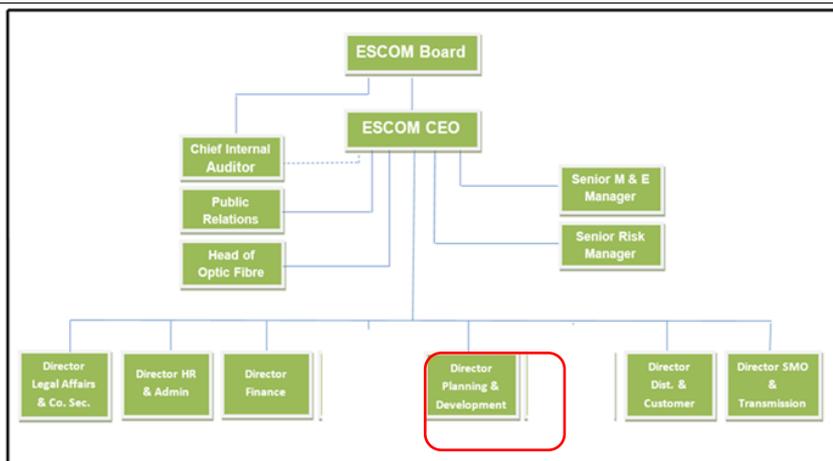
En conséquence, JIRAMA a fait les demandes suivantes pour établir un système de formation systématique.

- ✓ Maintenance et gestion des opérations dans le réseau
- ✓ Planification du système d'énergie
- ✓ Logiciel d'analyse du système d'énergie
- ✓ Création d'un manuel sur la sécurité du système

(3) Malawi

1) Structure Organisationnelle en E&M

ESCOM maintient et gère les infrastructures de transport et de distribution dans la zone cible de ce projet. Sous la gestion globale du siège ESCOM, chaque bureau régional a une juridiction, comme le bureau régional central en Lilongwe City qui effectue l'exploitation et la maintenance. L'organigramme est indiqué ci-après :



Source: Créé par l'équipe d'étude préparatoire de la JICA

Figure 2-5-2.4 Organigramme de la section transport et distribution

2) Problèmes et besoins en matière de soutien pour l'E&M

Au Malawi, les infrastructures d'énergie comme les sous-stations et réseau de distribution sont particulièrement vieilles résultant des pannes de courant dans les zones urbaines. Il est à noter que les catastrophes naturelles comme les tempêtes tropicales (ouragan) sont de plus en plus sévères ces dernières années et le risque d'être affecté par les catastrophes naturelles se trouve élevé pour les longues (>100 km) lignes de distribution en Malawi rendant la résilience du réseau de distribution d'énergie un problème urgent.

Dans ces circonstances, les plans pour l'expansion des sous-stations et des infrastructures de distribution d'énergie existantes sont en cours avec la coopération du gouvernement et les organisations d'aide internationales. Cependant, afin de satisfaire la demande croissante d'électricité, réaliser les objectifs établis par le gouvernement dans la Politique Énergétique Nationale et assurer un approvisionnement stable d'électricité, il y a un déficit chronique de ressources humaines pour maintenir et gérer l'importante quantité d'équipements dans le réseau de distribution d'énergie. Il est donc nécessaire de développer une structure solide pour le développement des ressources humaines (ex : un système de développement des ressources humaines qui se spécialise dans l'économie de la main d'œuvre et d'autres aspects de l'efficacité).

Pour les lignes de distribution de basse et moyenne tension, il est urgent d'étendre rapidement et largement leur portée afin d'améliorer le taux d'électrification qui est également affecté par le manque de maintenance et de gestion du réseau.

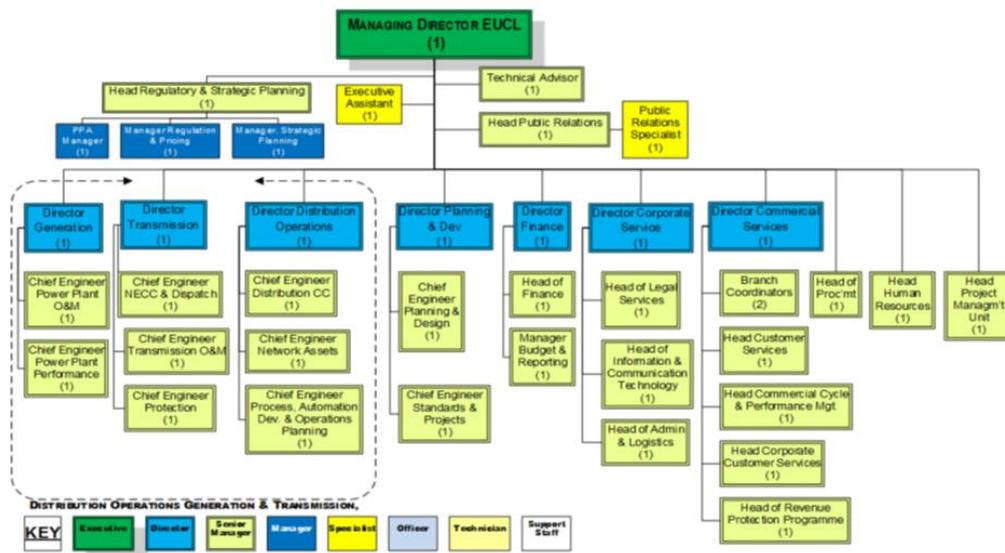
Pour la planification systématique, le développement, l'exploitation et la maintenance des réseaux de distribution futur, il serait plus efficace de créer une base de données compréhensive du réseau de distribution.

(4) Rwanda

1) Structure organisationnelle en O&M

Les sous-stations existantes et lignes de transport et de distribution sont maintenues et gérées par

EUCL. Sous la direction générale de EUCL qui siège à Kigali City, six bureaux, y compris les bureaux de Gikondo et Kanonbe, maintiennent et gèrent le système.



Source: EUCL

Figure 2-5-2.5 Organigramme de l'entreprise de gestion d'énergie

2) Situation actuelle et les problèmes en O&M

Rwanda Energy Group (REG) n'a pas établi une approche systématique de développement des ressources humaines, ce qui se traduit actuellement par un manque d'opportunité de formation adéquate. Par conséquent, REG envoie ses techniciens à l'étranger pour les formations techniques, mais cela demande beaucoup d'argent et du temps. Par ailleurs, les matériels de formation que REG possède ne sont pas efficaces car ils ne reflètent pas les besoins en formation interne de la société. De plus, il y a un manque de formation pour acquérir les compétences pratiques et théoriques. ~~ainsi que les théories sur table.~~

Dans ces circonstances, le gouvernement du Rwanda a mis en place une nouvelle stratégie à moyen terme « (Première) Stratégie Nationale pour une Transformation (NST 1) (2017-2024) » basé sur la Nouvelle Vision Nationale 2017 (Vision 2050). La capacité de production d'électricité est prévue d'augmenter à environ 450 MW d'ici 2020 (218 MW en 2020) et le secteur énergétique se développe avec l'objectif ambitieux d'atteindre 100% d'accès à l'électricité dans et hors du réseau.

De cette manière, le gouvernement Rwandais continuera à promouvoir le développement de réseaux de transport et de distribution d'électricité, surtout dans la capitale de Kigali avec la coopération du Japon et des donateurs étrangers. Cependant, il existe un manque de personnel formé et expérimenté pour faire fonctionner, maintenir et gérer les installations.

En conséquence, un projet de proposition pour l'établissement du Rwanda Energy Group Training Center (REGTC) a été formulé en 2019 par une société de consultance allemande IPC. Les principales fonctions du centre de formation sont :

- Mise en place de formation pratique qui utilise les équipements énergétiques utilisés dans le

système

- Assurer des bénéfices à partir de l'opération du centre de formation
- Assurer des partenariats pour un rapport coût-efficacité
- Rôle principale dans le centre de formation

On pense que ce projet va contribuer grandement au niveau technique du personnel du département transport et distribution de REG.

La formation du personnel de REG Staff est décrite comme suit :

- Système électrique
- Protection de la maintenance
- Maintenance d'appareillage électrique et transformateur
- SIG
- Gestion de projet

Installations

- Ateliers pour test de matériels MT
- Laboratoire de mesurage

Autres soutiens

- Soutien pour réaliser les objectifs dans NST1 sur l'accès à l'électricité hors réseau
- Soutien au renforcement du réseau en remplaçant l'ancien TL et lignes de distribution par de nouvelles lignes pour réduire SAIDI et SAIFI
- Soutien à la réduction de la baisse de tension dans le réseau.
- Soutien à l'amélioration du système SCADA dans différentes sous-stations.

Basé sur ce qui précède, l'électrification des zones rurales et l'expansion des réseaux de transport et distribution ont été présentées comme une des futures priorités.

2-5-3 Méthodes pour développer les ressources humaines avec la technologie numérique

(1) Politique pour examiner l'introduction de la technologie numérique

En plus des problèmes mentionnés plus haut, la technologie numérique prend de l'importance en raison de l'impact des pandémies telles que le coronavirus.

Récemment, les sociétés japonaises prévoient d'introduire les technologies développées dans des aides financières notamment le développement de la technique de commande numérique est en cours, et son introduction est prévue dans les pays cibles. Les facteurs suivants sont à considérer pour son introduction :

- Pour la technique de commande numérique, la partie opérationnelle doit disposer des capacités de base techniques adéquates
- Avoir la capacité financière pour les réparations et le renouvellement en cas de pannes
- Avoir une opinion sur l'efficacité de l'investissement

Basé sur ce qui précède, la faisabilité de l'introduction (effets bénéfiques raisonnables et niveau technologique approprié du pays bénéficiaire) devra être examiné dans le pays cible.

Dans cette étude, on va confirmer l'applicabilité de la technologie numérique selon les trois perspectives autant que possible dans les pays cibles qui ont fait l'objet de l'étude sur le terrain. Par conséquent, si nous pouvons déterminer qu'elle peut être introduite, le coté japonais proposera d'inclure les éléments techniques lors de la demande au gouvernement bénéficiaire. De plus, s'il n'est pas possible de collecter suffisamment d'informations pour prendre une décision, cela sera pris en considération dans l'étude préparatoire pour la coopération.

(2) Comment développer les ressources humaines avec la technologie numérique.

Les résultats de cette étude montrent que la technologie numérique n'a pas été introduite dans la plupart des pays d'Afrique subsaharienne, et l'application de technologie numérique est encore prématurée. Par ailleurs, il est possible que les pays subsahariens considèrent ces mesures comme un moyen pour accélérer l'électrification en un temps relativement court à travers l'introduction du système et technologie numériques entre autres, ce qui permettrait également une augmentation des bénéfiques pour les opérateurs en électricité.

1) Production d'énergie

Le tableau 2-5-3.1 montre comment développer le personnel avec la technologie numérique pour O&M dans le secteur de la production d'énergie.

Tableau 2-5-3.1 Transfert de technologie numérique dans O&M dans le secteur production d'énergie.

Stade de développement	Eléments du transfert de technologie	Equipement local requis
Phase 3: Contrôle de l'offre et de la demande	Utilisation de l'IA (Fonctionnement des installations / efficacité commerciale)	-
Phase 2: Planification	Optimisation du coût de production d'électricité (gestion du carburant) Réalisation de 30 minutes d'assimilation simultanée (Equilibrage de production d'énergie)	<ul style="list-style-type: none"> • EMS (Energy Management System) • VPP terminal
Phase 1: Prévisions	Approvisionnement d'électricité stable (production d'énergie renouvelable : prévision de la production et contrôle de batterie de stockage)	<ul style="list-style-type: none"> • Dispositif sans fil • IoT (pour générateur diesel / énergie renouvelable PV / batterie de stockage (hydrogène))

Source: Digital Technologies Supporting Power System, Preface, compiled by author from (Mitsubishi Electric Technical Journal, Vol. 93, No. 11, 2019)

La première phase consiste à guider la mise en place appropriée de l'IoT dans les installations numériques pour acquérir les données nécessaires par l'IA (Intelligence artificielle).

Dans la deuxième phase, à partir des données acquises, on va instruire l'ordinateur aux réponses correctes pour la reconnaissance et comment utiliser l'IA une fois que la reconnaissance est complétée.

La troisième phase vise à créer un algorithme en plus de la deuxième phase, et à mettre en place le transfert de technologie de l'O&M en technologie numérique à travers l'amélioration de l'algorithme IA basé sur l'analyse des résultats.

2) Transport et distribution d'énergie

Le tableau 2-5-3.2 montre comment former le personnel avec la technologie numérique pour O&M dans le secteur de transport et de distribution. L'environnement autour du système de l'énergie électrique est classifié en trois catégories suivantes :

- (1) La construction d'infrastructure sociale et l'approvisionnement stable en énergie électrique en utilisant les sources distribuées pour faire face aux changements de caractéristiques du réseau d'énergie à cause de l'introduction massive d'énergie renouvelable contrôlable comme les panneaux solaires et les éoliennes.
- (2) Optimisation des coûts de production d'énergie pour répondre à l'expansion du marché, un contrôle stable de la tension et de la fréquence des réseaux de transport et de distribution de plus en plus complexe, ainsi que la coordination des opérations de commerce d'énergie et autres.
- (3) Transformation numérique sur le terrain qui implique l'utilisation des dernières technologies numériques telles que l'IA et les données.

La deuxième phase consiste à intégrer ces technologies dans la transformation numérique pour créer une innovation en utilisant les dernières technologies numériques telles que l'IA et les données. Ces technologies convergeront et progresseront vers la création de réseaux intelligents et de villes intelligentes..

Par ailleurs, avec le progrès de la technologie numérique, des systèmes avancés qui fusionnent les systèmes informatiques (IT) et les systèmes de contrôle d'opération (OT) prennent en compte les interrelations non seulement dans le domaine de l'énergie, mais également dans d'autres domaines tels que le transport et le secteur public. Ils sont prévus d'être introduit en tant que systèmes qui permettent la planification statistique et opérationnelle, combinant la sécurité, la stabilité, et l'efficacité économique.

Tableau 2-5-3.2 Transfert de technologie numérique en O&M dans le domaine transport et distribution d'énergie

Stade de développement	Eléments du transfert de technologie	Equipement local requis
Phase 3	Gestion des actifs (Diagnostic d'installation / Evaluation des risques / planification d'investissement)	<ul style="list-style-type: none"> • Unité de mesure d'énergie • Dispositif sans fil • Passerelle
Phase 2	Utilisation efficace du réseau électrique existant (Version japonaise du Connect & Manage)	
	Expansion du commerce d'électricité et très large exploitation efficace (Ajustement très large de l'offre et de la demande)	
	Assurer une équité et transparence dans le transport et distribution d'énergie électrique (Transport management)	
Phase 1	Transport et distribution d'énergie avancés Exploitation du système (Contrôle des réseaux et de distribution / suivi des tensions)	
	Utilisation et application de données de l'IoT (Infrastructure AMI de future génération)	

Source: Digital Technologies Supporting Power System Transformation, Preface, Mitsubishi Electric Technical Journal)

2-5-4 Recommandations pour améliorer O&M. Capacité des infrastructures de distribution et de livraison

Les résultats de cette étude indiquent que, en général, les pays cibles sont obligés d'exploiter les infrastructures qui s'écartent considérablement des conditions saines, et un nombre de problèmes techniques ont été identifiés afin d'assurer la fiabilité de l'approvisionnement. Dans certains pays cibles, aucun système O&M systématique n'a été établi et le développement des ressources humaines est insuffisant.

Par conséquent, dans la plupart des pays cibles, il est nécessaire d'apprendre d'abord les articles indiqués dans les normes de travail de base, parallèlement avec la gestion actuelle de l'exploitation et de la maintenance. L'IT et la numérisation devront alors être promues. Le plus grand défi dans la promotion de cette propagation de technologie est les ressources humaines.

Dans la région subsaharienne, réaliser l'objectif ODD 7.1 "Assurer un accès universel aux services énergétiques abordable, fiable et moderne d'ici 2030" ne sera pas facile, et demandera une quantité considérable d'effort et de temps basé sur une planification méticuleuse. La promotion de l'électrification à travers un réseau conventionnel et un travail intensif est encore bien loin de cet objectif.

Par conséquent, en plus de l'expansion du réseau conventionnel, il est nécessaire de prendre des mesures pour accélérer l'électrification en une période relativement courte et augmenter la rentabilité des opérateurs en électricité, comme les mini-réseaux qui utilisent des sources distribuées qui peuvent être produites localement et pour la consommation locale, et les propositions d'introduire les systèmes et technologies numériques. Dans ce but, le développement des ressources humaines d'une perspective à long-terme est nécessaire pour assurer un développement durable qui satisfait les besoins et le niveau technologique de chaque pays.

En particulier, beaucoup des infrastructures de transport et de distribution d'énergie sont vétuste, et sont à un stade de révision importante de leur fonctionnement. Il est nécessaire de soutenir l'adaptation de protection et les méthodes de contrôle aux nouvelles conditions, tout en améliorant l'état opérationnel des installations existantes. En outre, les systèmes électriques à Madagascar et dans d'autres pays ont plusieurs problèmes en raison du vieillissement, et il est nécessaire de transférer la technologie pour les méthodes de réparation appropriée. A l'inverse, les systèmes électriques en Malawi et dans d'autres pays sont relativement de petit échelle, donc il est nécessaire de transférer la technologie de gestion d'opération et de maintenance pour les infrastructures actuelles à un stade relativement très tôt, et commencer le renforcement de capacité pour planifier le renouvellement et l'expansion des réseaux de transport et de distribution (planification du système énergétique) afin de résoudre les problèmes fondamentaux relatifs aux systèmes énergétiques.

Chapitre 3

Propositions de projets visant à améliorer l'accès à l'électricité

Chapitre 3 Propositions de projets visant à améliorer l'accès à l'électricité

3-1 Méthodologie de la proposition

(1) Politique de proposition

Les projets sont sélectionnés en fonction de leur conformité avec les plans de haut niveau du pays cible et la politique de coopération au développement du Japon, ainsi que de l'importance, de la cohérence, de l'efficacité, de l'impact, de l'efficacité et de la durabilité de l'aide. Nous déterminons également si l'ampleur du projet est appropriée en tant que projet de coopération financière non remboursable et de coopération technique dans le pays bénéficiaire.

(2) Méthodologie des propositions de projets

Il existe plusieurs approches pour les propositions de projets, car les éléments doivent être composés dans des situations diverses en tenant compte de plusieurs variables telles que le contexte, les besoins, les corrélations sectorielles et les défis à relever.

Dans cette étude, les approches suivantes ont été principalement utilisées pour proposer les projets suivants :

- **Projets pour lesquels des demandes de coopération ont déjà été faites (par exemple la Sierra Leone)**

Les projets candidats pour lesquels une demande d'assistance a été exprimée au bureau/siège de la JICA par le pays étudié ont été rapidement examinés une fois confirmé que le contenu de la demande ne s'écartait pas de manière significative de la politique de base et des autres questions décrites ci-dessus.

- **Projets visant à promouvoir des plans de développement (investissements) (Éthiopie, République du Congo, etc.)**

Les projets qui avaient une priorité élevée dans les plans de développement des pays cibles étudiés, ou pour lesquels de nouveaux besoins ont été identifiés au cours de l'étude et pour lesquels le financement n'avait pas encore été décidé, ont été examinés et proposés conformément à la politique de base.

- **Projets à forte urgence (Sri Lanka, Madagascar, etc.)**

Les projets candidats qui ne figuraient pas dans le plan de développement (d'investissement) mais qui étaient clairement considérés comme urgents ont été étudiés conformément à la politique de base, notamment par rapport à l'ampleur de l'impact social et économique sur la région ou le pays en question dans le cas où le projet n'était pas mis en œuvre.

(3) Propositions de l'équipe d'enquête

Les propositions sont faites par l'équipe d'enquête à la lumière des défis rencontrés par les pays étudiés et des circonstances dans lesquelles il y a trois composantes : « Proposition technique », « Approche multisectorielle » et « Réponse aux risques mondiaux ».

■ **Proposition technique**

Bien qu'il n'y ait pas de demande active de la part du pays homologue, des propositions sont faites pour intégrer au projet des technologies considérées comme efficaces pour résoudre/corriger les problèmes, sur la base des résultats des entretiens avec les entreprises japonaises.

■ **Approche multisectorielle**

Un projet visant à aborder les questions de développement de manière globale dans tous les secteurs en se concentrant sur les besoins des gens et en combinant diverses compétences pour résoudre ces problèmes dans une perspective intersectorielle.

■ **Réagir aux risques mondiaux**

Les projets aidant les pays confrontés à des crises économiques ou autres en raison de l'impact de la pandémie de COVID-19 et des événements mondiaux récents, à minimiser les dommages causés par le changement climatique qui est un problème mondial, et à contribuer à la décarbonisation.

3-2 Proposition technique

En ce qui concerne l'amélioration de l'accès à l'électricité dans les pays en développement, la mise en place d'installations qui contribuent efficacement est une solution aux différents problèmes rencontrés dans chaque pays. En ce qui concerne le raccordement au réseau, il faut envisager de mettre à jour/renforcer les équipements détériorés, améliorer les pertes de puissance et revoir la configuration des équipements. En outre, pour améliorer l'électrification des zones hors réseau qui ne sont pas connectées au réseau, il est nécessaire non seulement d'étendre le réseau existant, mais aussi de développer des sources d'énergie peu coûteuses et durables qui tiennent compte des caractéristiques régionales de la zone cible.

Dans cette étude, l'équipe d'enquête de la JICA a interrogé des entreprises japonaises afin d'étudier les éléments techniques considérés comme efficaces pour résoudre plusieurs problèmes dans le secteur de l'énergie électrique de chaque pays. L'équipe a sélectionné les technologies qui semblaient particulièrement efficaces et les a classées par domaine d'application. Le domaine d'application et l'avantage requis pour chaque domaine sont décrits ci-dessous.

Tableau 3-2.1 Champ d'application et prestation requise

Domaine	Prestations requises
Distribution	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Stabiliser la qualité de la distribution et minimiser les coupures de courant. ➤ Améliorer l'exploitation et la maintenance de la distribution ➤ Minimiser les pertes de distribution
Micro-réseau	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Accélération de l'approvisionnement en électricité et amélioration de l'électrification dans les zones hors réseau.
Sous-station	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Rétablissement de l'alimentation électrique anticipée en cas de catastrophe ➤ Stabiliser la qualité du réseau électrique et minimiser les coupures de courant ➤ Réduction de la fréquence de défaillance des équipements électriques ➤ Améliorer l'exploitation et la maintenance du réseau électrique
Transmission	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Minimiser les accidents sur la ligne de transmission et les coupures de courant.

Domaine	Prestations requises
	➤ Réduire les pertes des lignes de transmission et augmenter la capacité de transmission à faible coût.
Autres	➤ Stockage d'hydrogène, alimentation en électricité et en eau chaude à partir d'énergies renouvelables
Fonctionnement et entretien	➤ Améliorer la capacité du personnel de maintenance du réseau électrique

La liste des technologies candidates proposées est présentée dans le tableau 3-2.2. Pour plus de détails, veuillez vous reporter au « Résumé des technologies candidates proposées et des effets attendus » à l'annexe 2 du présent rapport.

Tableau 3-2.2 Liste des technologies candidates proposées (avant-projet)

Catégorie	Technologie	Aperçu et avantages escomptés	Bénéfice					Introduction/ Popularité	
			Power Qualit y Improv ement	Reliabi lity Improv ement	Runnin g Cost Reduct ion	Enviro nmenta l Impact Reduct ion	O&M Improv ement		
Distribution	Amorphous transformer	I distribution system, low-loss step-down transformers in which an amorphous alloy is applied to an iron core (Benefit: To reduce no-load losses in distribution system)	-	-	○	-	-	About 40 countries	
	Pole switch (Automatic timed sequential switching compatible type)	In combination with reclosing function of a substation circuit breaker, early identification of accident sections and early restoration of power to healthy sections can be achieved. (Benefit; To reduce outage duration)	○	○	-	-	-	Myanmar, Japan	
	Sealed cutout	In the event of an accident on a distribution line, it shuts off the connected equipment (such as pole transformers, capacitors, etc.). Since there is no exposed live part, it is safer and has a longer life than an open cutout. (Effects: Longer service life, To reduce accidents, To improve anti-contamination)	-	○	△	-	○	Myanmar, the Philippines, Japan	
	Pin post insulator	Since the pin post insulator does not have a pin and a cement portion inside the porcelain, the possibility of spreading to an accident such as a ground fault can be reduced by greatly reducing internal penetration and cracking failures. (Benefit: To reduce distribution system failure)	-	○	-	-	-	Ethiopia	
	Overcurrent indicator	Mounted on the distribution lines, it displays the overcurrent indication as soon as it is detected. The indication is automatically disappeared after a certain period of time. This facilitates early detection of the accident location. (Benefit: To reduce distribution system failure)	-	-	-	-	○	Japan, Thailand, Sri Lanka, Vietnam	
	Tap changing type automatic voltage regulator	A device installed in the middle of distribution lines to regulate the voltage in order to compensate for voltage drops in distribution systems. (Benefit: To secure voltage quality)							
		- Equipment that automatically and mechanically changes transformer taps to regulate voltage (Benefit: To secure voltage quality)	○	-	-	-	-	World majority	
	- Thyristor type step voltage regulator (TVR) to regulate system voltage (Benefit: To secure voltage quality, To expand renewable energy in the system)	○	-	-	△	-	Japan		

Catégorie	Technologie	Aperçu et avantages escomptés	Bénéfice					Introduction/ Popularité
			Power Quality Improvement	Reliability Improvement	Running Cost Reduction	Environmental Impact Reduction	O&M Improvement	
	Reactive power regulator	In order to compensate for voltage drops in distribution lines, reactive power regulators are installed in the middle of distribution lines to adjust the voltage. There are two (2) types of regulators, one is use of semiconductors to control the voltage continuously (called "Static var Compensator (SVC)") and the another is stepwise voltage control by tap switching by Step voltage regulator (SVR). (Benefit: To secure voltage quality, To expand renewable energy in the system)	○	-	-	△	△	Japan
	Distribution automation system	The centralized monitoring and control of the distribution network ensures the rational operation of facilities through efficient operation and early transmission operation in case of failure. (Benefit: To stabilize the system, To reduce outage duration, To save man-power)						
		- Step 1: By using "Automatic timed sequential switching method" (See *Note below) together with reclosing system in substation CBs, early identification of accident sections and early restoration of power to healthy sections can be achieved. (Benefit; To reduce outage duration) (*Note; Automatic timed sequential switching method: Automatically turning on the section switches sequentially in at an appropriate time from the closest switch to the substation. This method is autonomous operation)	○	○	-	-	-	Myanmar, Japan
		- Step 2: By adding Communication facilities and Remote monitoring/control functions to Step 1, manual control of distribution line section switches enables from an Area control center. (Benefit: To improve Power Quality, To improve supply reliability, To reduce outage duration, To save man-power)	○	○	○	-	○	Japan
		- Step 3: The system could be further upgraded by adding Automatic control system to Step 2, and by interconnecting with smart meters and other remote monitoring/control devices. (Benefit: To improve Power Quality, To improve supply reliability, To reduce outage duration, To save man-power)	○	○	○	-	○	Japan

Catégorie	Technologie	Aperçu et avantages escomptés	Bénéfice					Introduction/ Popularité
			Power Quality Improvement	Reliability Improvement	Running Cost Reduction	Environmental Impact Reduction	O&M Improvement	
Microgrid	Microgrid and mini-grid	A power supply system utilizing distributed power sources increases access to electricity in unelectrified areas. By using Energy management systems (EMS), the operation of distributed power sources can be implemented in response to demand. (Effect: To improve access to electricity, To increase the use of distributed power sources)						Proposals for small-scale customers such as local hospitals (Oceania, Southeast Asia, Africa, etc.)
		- Combining renewable energy with power generation equipment having load control (diesel generation plant, etc.) to enable stable power supply to the region. (Benefit: To improve electricity access, To improve Power Quality, To expand renewable energy in the system, To reduce fossil fuel)	○	-	△	△	△	-
		- Combining batteries with renewable energy to enable continuous supply power having good-quality (Benefit: To improve of electricity access, To improve Power Quality, To expand renewable energy in the system)	○	△	△	△	△	-
		- EMS with a function of predicting the output of renewable energy sources enables to formulate operation plans for power generation facilities and recharge/discharge operation plans for storage batteries. (Benefit: To improve of electricity access, To improve Power Quality, To expand renewable energy in the system, To reduce fossil fuel)	○	△	△	△	○	-
Substation	Mobile Substation	A mobile substation, with a complete substation installed on a trailer, can be moved at any time with a tractor for immediate installation and operation. The maximum capacity is determined by the size of the trailer. (Benefit: Emergency power supply can be done where necessary.)	○	-	-	-	○	World majority
	Mobile transformer (Pad-mounted type)	This is a pad-mounted transformer with LV distribution circuits for emergency use during disasters and so on. Primary and secondary voltage are 11 to 33 kV and low voltage, respectively, thus, secondary lines can be connected directly to residences. (Benefit: To reduce outage duration)	-	○	-	-	○	Japan
	Low-loss transformer	This is a transformer with low iron loss by applying low loss high grade silicon steel sheets (grain oriented electrical sheet). (Benefit: To reduce no-load losses)	-	-	○	-	-	Japan
	Gas insulated transformer	This is a transformer that uses SF6 gas instead of oil for insulation, eliminating oil leakage. It is applied to underground and/or indoor	-	-	○	△	○	Japan, U.S.A.

Catégorie	Technologie	Aperçu et avantages escomptés	Bénéfice					Introduction/ Popularité
			Power Qualit y Improv ement	Reliabi lity Improv ement	Runnin g Cost Reduct ion	Enviro nmenta l Impact Reduct ion	O&M Improv ement	
		substations and places where consideration for the natural environment is required. (Benefit: To eliminate oil leakage, non-flammable, no fire extinguishing system required)						
	Special three phase transformer	By splitting ordinary three-phase transformer into single-phase transformers, the weight of transportation can be controlled, thus reducing or eliminating the need for road expansion and/or reinforcement for transporting large transformers. (Benefit: To reduce incidental works such as road expansion, To reduce environmental impact, To reduce special vehicle traffic permits)	-	-	-	○	-	Japan, majority World
	Reactive power control equipment	Reactive power control equipment in substations which supplies or absorbs some reactive power into the system in order to stabilize the system. (Benefit: To control system voltage, To improve power factor of the system)						
		- Shunt reactor (SR) (Benefit: To control the phase of the system, To restrain Ferranti effect)	○	△	-	-	○	Japan, majority World
		- Shunt condenser (SC) "Tank type capacitor" is own technology of a Japanese manufacturer, and has long life and easy maintenance than those of "Can type". (Benefit: To control reactive power, To improve voltage variants, To reduce power losses, To maintain system stability)	○	△	-	-	○	Japan, majority World
		- Static var compensator (SVC) SVC uses power semiconductors to regulate the reactive power in the system with fast and continuous manner. (Benefit: To control voltage fluctuation when introducing variable renewable energy sources, To maintain the system stability)	○	△	-	△	○	Japan
	Spring operation mechanism for Gas circuit breaker (GCB)	GCB with spring operation mechanism which has fewer parts than that with hydraulic operation mechanism. Japanese manufacturers serve gas leakage with less than 0.1% per year while IEC requires 0.5% per year. (Benefit: Labor-saving on maintenance, High reliability, To reduce environmental impact)	-	○	△	○	○	World majority

Catégorie	Technologie	Aperçu et avantages escomptés	Bénéfice					Introduction/ Popularité
			Power Quality Improvement	Reliability Improvement	Running Cost Reduction	Environmental Impact Reduction	O&M Improvement	
Substation	Gas insulated switchgear (GIS)	GIS is a compact metal encapsulated switchgear with SF6 gas, consisting of high-voltage components such as circuit breakers, disconnecting switches, busbars and other necessary devices, which can be safely operated in confined spaces. GIS has high reliability and labor saving for maintenance. (Benefit: To save space, To improve maintainability and operability)						World majority
		- High quality GIS by Japanese GIS manufacturers Japanese GIS manufacturers have been working on improving the tightness of gas insulation equipment for a long time, and many Japanese manufacturers have achieved a gas leakage rate of 0.1% / year or less, while 0.5% / year stipulated in IEC standard. Since GCB adopts a spring operation mechanism, i.e., less mechanical parts than that by hydraulic mechanism and no oil leakage, GCB keeps high reliability due to decrease of faults and less O&M cost. Outdoor use GIS is available by Japan made GIS, while almost all GIS of foreign countries should be of indoor use. (Benefit: High reliability, To improve maintainability and operability, Less maintenance cost, To reduce environmental impact)	-	○	△	○	○	Japan, World majority
		- Advanced monitoring of GIS The GIS is equipped with various sensors (gas pressure, motor current of switchgear, coil current of circuit breaker, operating characteristics of switchgear, temperature, etc.) to diagnose the problem through data communication and to recommend the appropriate frequency of inspection and renewal. By incorporating this system, it will be possible to further improve maintenance and operation management. (Benefit: High reliability, To improve maintainability and operability, Less maintenance cost, To reduce environmental impact)	-	○	○	△	○	Japan
	High seismic resistance of substation equipment	The findings of the 2011 "The great east Japan earthquake" are reflected in the design criteria and the design methodologies that can reasonably evaluate a wide range of frequencies are reflected in the seismic design guidelines, and Japanese manufacturers can appropriately design and manufacture substation equipment reflecting the contents of the guidelines. (Benefit: To improve reliability by supplying products with high seismic performance)	-	○	-	-	-	Japan

Catégorie	Technologie	Aperçu et avantages escomptés	Bénéfice					Introduction/ Popularité
			Power Quality Improvement	Reliability Improvement	Running Cost Reduction	Environmental Impact Reduction	O&M Improvement	
	Inrush limiter	Inrush limiter prevents voltage drop and current unbalance caused by excitation inrush current that occurs when transformer is energized. (Benefit: To improve power quality, To reduce outage frequency)	-	○	-	-	-	Japan
	Power stabilizing control system for power grid	The power stabilizing control system constantly monitors the status of the grid online, and immediately after an incident occurs, it takes the most appropriate actions (power restrictions, load restrictions, etc.) to maintain the frequency and grid stability to prevent a large-scale blackout. The system is also effective in terms of cost effectiveness because it can effectively utilize the capacity of existing transmission and substation network facilities. (Benefit: To maintain grid frequency in the event of an accident, To maintain grid stability, To minimize the extent of outages, To ensure grid resilience)	-	○	○	-	○	Japan
	Battery Energy Storage System (BESS)	It is introduced for the purpose of shifting the power generation during the daytime and stabilizing the grid (absorbing frequency fluctuations) as the introduction of variable renewable energy increases. (Benefit: Effective use of power generation during the daytime (peak shift), To maintain power quality)						
		- Lithium-ion battery The battery accounts for more than half of the total storage battery market share, and have high energy density, high output, and can handle rapid charging and discharging. (Benefit: To maintain power quality in short-cycle fluctuations, Peak shift)	○	-	-	-	△	Japan
		- NaS battery NaS battery has high energy density and is advantageous when a large capacity is needed for a long time. (Benefit: Peak shift, To maintain power quality)	○	-	-	-	△	Japan, U.S.A., Germany, Italy, UAE, etc
		- Lead-acid battery Lead-acid battery has a lower energy density than lithium-ion batteries and is larger in weight and volume, while they have a good track record and are advantageous in terms of safety and cost. It cannot cope with rapid charging and discharging. (Effects: peak shifting, maintenance of power quality in long cycles)	○	-	-	-	△	Japan, Indonesia, Ecuador (Galapagos), etc.

Catégorie	Technologie	Aperçu et avantages escomptés	Bénéfice					Introduction/ Popularité
			Power Quality Improvement	Reliability Improvement	Running Cost Reduction	Environmental Impact Reduction	O&M Improvement	
	Centralized monitoring and control system	This system centrally monitors and controls substation equipment and transmission lines in each grid from the dispatch center (Benefit: Effective operation by information centralization, To maintain the power quality)						
		- Regional dispatch center, load dispatch center This is a system for centralized remote monitoring and control of substations and transmission lines within each grid. The system provides not only monitoring, control and alarm functions, but also operational support and training functions. Japanese manufacturers are developing and demonstrating a monitoring and control system using communication technology that complies with IEC standards with domestic power companies. (Benefit: To improve power quality, To ensure power supply reliability, To increase operational efficiency)	○	○	-	-	○	Japan, World majority
		- Remote monitoring system for maintenance of substations In order to reduce the frequency of substation patrols by maintenance personnel, cameras and sensors are installed in the substation, and data is transmitted remotely to monitor conditions at remote locations. By analyzing the accumulated data, it is possible to diagnose facilities. ◦ (Benefit: To reduce maintenance cost, Effective maintainability)	-	-	○	-	○	Japan
		- Digital substation and advanced monitoring system By connecting the substation's main circuit equipment to intelligent electronic devices (IEDs) with monitoring, control and protection functions via process bus, real-time monitoring and facility management can be performed remotely. Maintenance can be streamlined and more advanced facility management plans can be made by registering each substation equipment information in the database. (Benefit: Effective maintainability and operability, To reduce maintenance cost)	-	-	○	-	○	U.S.A., Europe

Catégorie	Technologie	Aperçu et avantages escomptés	Bénéfice					Introduction/ Popularité
			Power Qualit y Improv ement	Reliabi lity Improv ement	Runnin g Cost Reduct ion	Enviro nmenta l Impact Reduct ion	O&M Improv ement	
Transmission	External gapped transmission line arresters (EGLA)	EGLA is installed near the insulators for transmission line conductors to protect the insulators from overvoltage during lightning strikes and reduce the number of ground fault incidents. (Benefits: To reduce the number and duration of power outages, To reduce in insulator damage)	○	○	○	-	○	World majority
	Micro substation (Power voltage transformer)	This system is a transformer that has the capability to supply power to low voltage loads in a Capacitive voltage transformer. The transformer can be pulled in directly from the transmission line, stepped down, and then fed to small-scale demand areas. (Benefit: To improve access to electricity at low cost for small-scale unelectrified areas)	○	-	-	-	-	Congo, etc.
	Advanced conductor	High-quality conductors for the purpose of reducing power transmission loss, increasing capacity, reducing wind pressure loading, and improving corrosion resistance. (Benefit: To reduce transmission line loss, To increase capacity, To improve operability)						
		- Low-loss conductor LL (Low Loss)-ACSR/UGS Reducing transmission loss by 20% or more. (Benefit: To lower transmission losses, To lower running costs, less fossil fuel combustion)	○	-	○	-	-	World majority
		- Increased capacity conductor While doubling the current capacity, the sag is less than that of a conductor of the same diameter, making it possible to increase the capacity of the transmission line by simply replacing the wires using existing towers. (Benefit: To increased capacity of transmission lines)	○	-	-	-	-	Malaysia, Indonesia, etc.
- Low wind pressure conductor DR (Drag Reduce)-ACSR DR (Drag Reduce)-ACSR can reduce the wind pressure load on lines by 20% or more compared to ordinary power lines at wind speeds of 40 m/s or higher, thus reducing the load on steel towers. In addition, the width of the transmission line site can be narrowed because the lateral movement caused by wind is reduced. (Benefit: To reduce in tower construction costs)		-	-	-	-	○	Japan	

Catégorie	Technologie	Aperçu et avantages escomptés	Bénéfice					Introduction/ Popularité
			Power Quality Improvement	Reliability Improvement	Running Cost Reduction	Environmental Impact Reduction	O&M Improvement	
	Transmission line monitoring system for dynamic rating (DLR)	DLR is a technology to constantly monitor the condition of the transmission line facilities with the DLR monitoring device, and maximize the ampacity of transmission lines depending on the operating conditions. (Benefit: To reduce expansion of power system, To maximize the equipment capacity)	-	-	-	-	○	Japan, Europe
	Transmission line Fault locator	The system detects accident phenomena on power lines and determines the location of the accident. The current/voltage sensor (detected by inductive voltage) detects the accident current and surge, and combines it with GPS information to determine the accident point. (Benefit: Early detection of the accident location)	-	-	-	-	○	Japan
Other systems	Hydrogen storage system (H2One: Standalone type hydrogen supply system)	Hydrogen will be produced and stored using electricity from renewable energy sources. The stored hydrogen can be used in a hydrogen fuel cell system to provide a stable supply of electricity when needed. Hydrogen and hot water can also be supplied. (Benefit: To expand the amount of renewable energy installed)	-	○	-	-	△	Japan, Indonesia
Operation & Maintenance	Earth fault locator on Distribution system	Portable detection devices to find the location of earth faults on the distribution system (Benefit: Early detection of earth faults)						
		- Portable type earth fault locator (1) In the event of a earth fault on a distribution line, this device is used to identify the point of the accident on the distribution line under no voltage condition. DC voltage is applied to the distribution line by a charging device, and a detector is contacted with the line by a hook to search for the accident point. (Benefit: Early detection of earth faults under outage condition, To reduce outage duration by early restoration)	-	-	-	-	○	Japan
		- Portable type earth fault locator (2) The locator is for unearthed distribution system and developed in order to detect the earth fault points, which is intermittently earthed and cannot be identified visually. The signals (surge waves) are transmitted from PCT sensors and the phase difference of voltage and current is detected by secondary stations and the location of faults point is identified by getting the transmitting time of each surge wave. (Benefit: Early detection of earth faults while the line is energized)	-	-	-	-	○	Japan

Catégorie	Technologie	Aperçu et avantages escomptés	Bénéfice					Introduction/ Popularité
			Power Qualit y Improv ement	Reliabi lity Improv ement	Runnin g Cost Reduct ion	Enviro nmenta l Impact Reduct ion	O&M Improv ement	
	Contamination measurement system of substation insulators	A sample insulator for detection is placed under the same conditions as an insulator in the field and is moistened with steam. The contamination of insulator surface is automatically measured from the electrical resistance between the electrodes on the surface. The insulators can be measured in the same condition as the actual insulators in use, which helps determine when to clean the insulators. (Benefit: To have effective maintenance)	-	-	-	-	○	Japan, Taiwan
	Power System Simulator	Power system simulator for system operation and maintenance (Benefit: To improve the ability of operation & maintenance)						
		- Simulator for Power systems The system simulates power plants, substations, transmission lines, loads and other components of an electric power system using miniature electric power equipment models, enabling real-time analysis of system failures and investigation of the effects of renewable energy interconnection on the system and countermeasures. The system is compliant with IEC standards and can be connected to IEDs (Intelligent Electronic Devices), enabling the collection and simulation of actual grid data. (Benefit: To improve the ability of operation & maintenance)	-	△	-	-	○	Japan
		- Power grid operation training simulator This is a simulator for Power grid operators, consisting mainly of Substation operation training simulator and Protective relay operation training simulator. Substation operation training simulator simulates an main grid and provides training in system operation by calculating power flow, frequency, and simulating the response of protective relays in the event of a system accident. The purpose of Protective relay operation training simulator is to understand the response of protection relays in various system accidents. (Benefit: To improve the ability of operation & maintenance)	-	△	-	-	○	Japan, Pakistan

Catégorie	Technologie	Aperçu et avantages escomptés	Bénéfice					Introduction/ Popularité
			Power Qualit y Improv ement	Reliabi lity Improv ement	Runnin g Cost Reduct ion	Enviro nmenta l Impact Reduct ion	O&M Improv ement	
		<ul style="list-style-type: none"> Safety training simulator <p>There are VR experience kits such as electric shock experience and training equipment before high-elevation work, and it is possible to provide a trailer for safety training incorporating them. Before, dozens of people from Singapore Electric Power were invited and trained in Japan, sponsored by ASEAN. Both the educational implementation and/or the training product provision are available. (Benefit: To improve the ability of operation & maintenance)</p>	-	△	-	-	○	Japan
	Transmission and distribution management system by geographic information system (GIS)	<p>This is a system that utilizes Geographic information system (GIS) to manage and plan to construction for transmission line and distribution lines. GIS has data such as distribution line poles (location, specification, date/year of installation, information of mounted equipment), conductors (line specification (each pole span), date/year of installation), switches (specifications, date/year of installation) and others. (Benefit: To manage information of facilities, To improve maintenance management, Effective maintenance)</p>	-	-	-	-	○	World majority
	IC Tag system for supporting of on-site operation works	<p>When operating power supply equipment at substations, operators use IC tags to check the equipment in operation and prevent erroneous operation. IC tags are permanently installed on all switchgears, and power supply operations are managed by reading the IC tags whenever they are operated in the field. Since the power supply operation slips are managed by the data server, the use of IC tags enable the data server to collect information on the operating devices in real time, making the management of power supply operations faster and more reliable. (Benefit: To improve maintainability and operability, To have more reliable operation)</p>	-	○	-	-	○	Japan
	Location identification and staffing system for distribution line facilities work staff	<p>This is an application system for cell phones with a GPS function, which is carried by power distribution personnel for quick personnel allocation in various on-site responses (construction, accidents, customers) in the power distribution network. The system also enables the acquisition of information in the server necessary for various power distribution operations for the purpose of rapid facility restoration. (Benefits: improved maintenance and inspection operations, reduced power outage time)</p>	-	○	-	-	○	Japan

Catégorie	Technologie	Aperçu et avantages escomptés	Bénéfice					Introduction/ Popularité
			Power Qualit y Improv ement	Reliabi lity Improv ement	Runnin g Cost Reduct ion	Enviro nmenta l Impact Reduct ion	O&M Improv ement	
	Equipment monitoring and diagnosis using drone technology	Drones are used to acquire images of facilities and use them to diagnose facilities through the use of image recognition technology. It is used to detect and analyze corroded parts of power lines. (Benefits: To have more efficient preventive maintenance and lower maintenance costs)	-	△	○	-	○	Japan, U.S.A.
	Substation patrol using a self-propelled robot	A self-propelled robot is programmed to patrol a set route, read indicators on substation equipment with a visible camera, monitor thermographs of equipment with an infrared camera, and transmit data to a remote monitoring location to improve maintenance efficiency. (Benefit: To improve maintainability)	-	-	○	-	○	Japan, China
	Remote monitoring system for Photovoltaic power system	This is a dedicated remote monitoring system for PV systems. By adding data acquisition and measurement units to an existing PV system, it is possible to collect PV equipment information and monitor it in real time, regardless of the scale of the PV system and at multiple locations. (Benefit: To improve maintenance and inspection)	-	-	-	-	○	Japan
	IoT platform for energy systems	This is an IoT platform for energy systems. It provides a platform for integrated management of multiple power system data (dashboard) and combines applications such as plant performance evaluation, individual anomaly detection, and asset management. (Benefits: To reduce running costs, To improve management of maintenance and operations)	-	-	○	-	○	India, etc.
	Photovoltaic Cell (Solar Cell module) Inspection service	This is a solar cell inspection service that utilizes aerial photography by drones, and automatic detection by AI, which is mainly aimed at mega PV plants. (Benefits: To reduce operation and maintenance costs, To reduce the risk of work-related accident risks)	-	-	○	-	○	Japan

3-3 Approche multisectorielle

Lorsque les questions de développement sont examinées sous l'angle de la sécurité de la vie des personnes, il est souvent impossible de traiter un ensemble aussi complexe de questions en les abordant de manière sectorielle et cloisonnée. Il est donc nécessaire d'aborder les questions de développement de manière globale et intersectorielle, en se concentrant sur les problèmes rencontrés par les gens et en combinant une variété d'expertises pour les résoudre. C'est pourquoi, dans cette étude, nous avons examiné de manière exhaustive les problèmes de divers secteurs liés au secteur de l'énergie, et envisagé la formation de projets d'aide aux subventions pour résoudre ces problèmes. Ici, nous avons étudié les questions et les mesures visant à résoudre les défis dans les domaines concernés, tels que les soins médicaux et l'approvisionnement en eau (qui sont positionnés comme des services sociaux de base ainsi que l'approvisionnement stable en électricité).

(1) Défis et solutions dans le domaine médical

Dans les pays en développement tels que ceux d'Afrique, l'approvisionnement stable en électricité des installations médicales est devenu un problème majeur, et les coupures de courant sont fréquentes en raison du vieillissement des installations électriques et d'une maintenance et d'une gestion inadéquates. Ces fréquentes coupures de courant ont entraîné une baisse de la qualité des services médicaux. Il est à noter que l'approvisionnement stable en électricité et la fourniture de services médicaux appropriés (services sociaux de base pour les personnes) sont étroitement liés.

En ce qui concerne l'approvisionnement en électricité des installations médicales dans les pays en développement, on considère que les défis sont différents dans les zones urbaines et rurales. Le tableau 3-3.1 montre les défis et les solutions pour les installations médicales dans les zones urbaines et rurales.

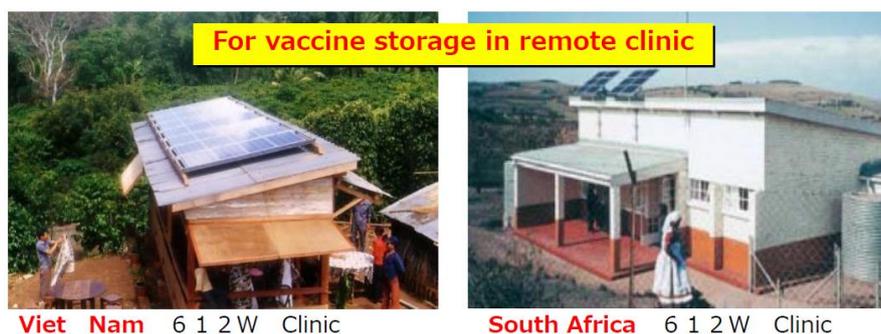
Tableau 3-3.1 Défis et solutions pour l'approvisionnement en électricité des établissements de santé urbains et ruraux

Zone	Questions relatives à l'approvisionnement en électricité	Solution (exemple)
Zones urbaines	<p>【Zones électrifiées : Zones où se produisent des coupures de courant planifiées】 .</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pour continuer à fournir des services médicaux même en cas de coupures de courant planifiées, les établissements médicaux qui possèdent des générateurs diesel sont confrontés à un défi majeur : l'augmentation des coûts de carburant due au fonctionnement du générateur. • Les équipements médicaux hautement sophistiqués peuvent rendre difficile la continuité des services médicaux lors du passage aux générateurs, car même une brève panne de courant peut affecter le bon fonctionnement. • Les zones qui subissent des coupures de courant planifiées connaissent également une instabilité de la tension due à une alimentation électrique moins stable. 	<p>【Installations où des générateurs diesel sont utilisés】</p> <ul style="list-style-type: none"> - Production solaire photovoltaïque - PV solaire + batterie de stockage - PV solaire + équipement de production d'hydrogène + cellules à combustible <p>Dans les établissements médicaux où des générateurs diesel sont installés, l'application du système ci-dessus dans le but de réduire les coûts de carburant pendant les coupures de courant et de fournir de l'énergie lorsque les générateurs sont démarrés pendant les coupures de courant peut être considérée comme une solution. L'application de la production d'énergie photovoltaïque seule dépend des conditions de rayonnement solaire et rend difficile la fourniture d'énergie la nuit. Il est nécessaire de prendre en compte la vitesse de réaction du système (temps de panne momentanée admissible), le coût du système, le coût de fonctionnement, etc.</p>

Zone	Questions relatives à l'approvisionnement en électricité	Solution (exemple)
	<p>【Zones électrifiées : Zones où des coupures de courant accidentelles se sont produites】</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les établissements médicaux situés dans des zones où des pannes de courant accidentelles se produisent considèrent fréquemment que l'alimentation en électricité à partir du réseau électrique comme un service de base, et de nombreux établissements médicaux ne possèdent pas de générateurs, ce qui entraîne une situation où le courant n'est pas fourni à leurs installations en cas d'accident. • Dans de nombreux cas, les pannes de courant accidentelles sont causées par des installations vieillissantes ou mal entretenues, en plus de celles causées par des catastrophes naturelles. 	<p>【 Installations où les générateurs diesel ne sont pas utilisés】</p> <ul style="list-style-type: none"> - Production solaire PV - Génération solaire PV + batteries de stockage - Génération solaire PV + batteries de stockage + générateur diesel <p>Comme le système sera appliqué dans une zone urbaine où les générateurs diesel ne sont pas installés mais où l'alimentation électrique est relativement stable, il est important de prendre en compte la situation individuelle et la rentabilité de la solution. La vitesse de réponse du système doit également être prise en compte pour cette installation.</p>
Zones rurales	<p>【Zone non électrifiée】</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les établissements médicaux sont parfois situés dans des zones non électrifiées où les réseaux électriques n'ont pas été établis, ce qui rend difficile la fourniture de services médicaux de base, notamment le stockage au froid des vaccins et des médicaments. • Dans certaines zones rurales, les difficultés de déploiement des ressources humaines et d'allocation des budgets ont empêché certaines zones d'améliorer leur situation en matière d'approvisionnement en électricité. 	<ul style="list-style-type: none"> - Production solaire PV + batteries de stockage - Production d'énergie solaire PV + batteries de stockage + production d'énergie diesel <p>Comme le système sera appliqué dans des zones non électrifiées, des batteries de stockage et des générateurs diesel devront être utilisés pour fournir de l'électricité. Comme il est difficile de déployer des ressources humaines et d'allouer des budgets, il est nécessaire de soutenir des systèmes peu coûteux et nécessitant peu de maintenance. En outre, le système doit être facile à manipuler afin qu'il ne soit pas difficile de le réparer en cas de dysfonctionnement.</p>

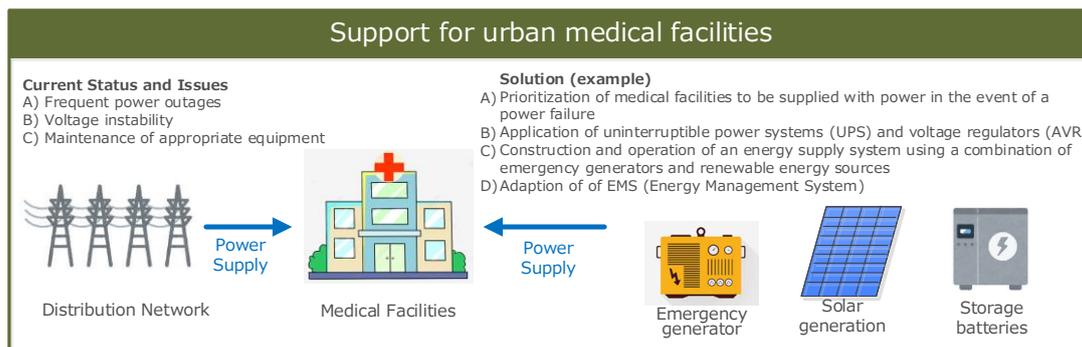
Source: Created by JICA Preparatory Survey Team

La figure 3-3.1 présente une étude de cas de l'application d'une installation permettant de stabiliser l'approvisionnement en électricité dans une zone rurale. Dans les zones rurales des pays en développement, comme en Afrique où de nombreuses zones rurales ne sont pas électrifiées, il existe des exemples de systèmes de production d'énergie photovoltaïque pour le stockage de vaccins comme le montre la figure, mais il est souhaitable d'appliquer un système combiné avec des batteries de stockage pour réduire les effets de la météo et pour un fonctionnement continu jour/nuit.



Source : Préparé par l'équipe de l'enquête préparatoire de la JICA sur la base des données des fabricants.

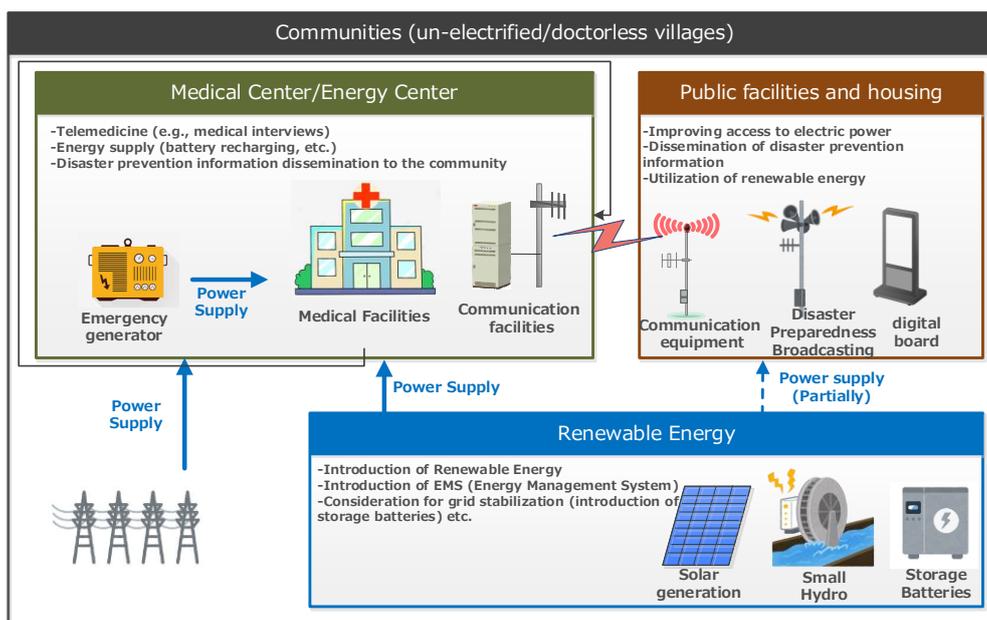
Figure 3-3.1 Exemple d'application de l'équipement à une zone rurale (système de production d'énergie photovoltaïque pour le stockage des vaccins)



Source : Créé par l'équipe d'enquête préparatoire de la JICA

Figure 3-3.2 Soutien aux installations médicales dans les zones urbaines (image)

La figure 3-3.2 montre une image du soutien aux installations médicales dans les zones urbaines. Il existe plusieurs façons de fournir un approvisionnement stable en électricité aux installations médicales dans les zones urbaines, y compris l'utilisation de systèmes sans coupure et de SGE (système de gestion de l'énergie), en plus de l'utilisation de la production d'énergie solaire et de batteries de stockage pour réduire l'impact des coupures de courant planifiées et accidentelles. Les solutions doivent être envisagées en fonction des conditions d'alimentation électrique de l'établissement médical, de la rapidité de réaction requise (temps de coupure momentanée du courant admissible) et du rapport coût-efficacité.



Source : Créé par l'équipe d'enquête préparatoire de la JICA

Figure 3-3.3 Assistance aux zones sans électricité ni médicaments (image)

Dans les zones rurales où les établissements médicaux sont souvent situés dans des zones non électrifiées, la question la plus importante est d'envisager des méthodes d'alimentation électrique hors réseau. Cependant, dans certaines zones, la situation de l'alimentation électrique ne s'améliore pas en raison des difficultés à déployer du personnel et à allouer des budgets, de sorte que l'application de systèmes peu coûteux et à faible maintenance est plus acceptable. En outre, certaines zones rurales peuvent être dépourvues de médecins en raison du dépeuplement, et des solutions doivent être envisagées, notamment la télémédecine (Figure 3-3.3 Soutien aux zones sans électricité et sans médicaments (image)).

Le tableau 3-3.2 montre le potentiel d'application d'équipements comprenant des énergies renouvelables dans les installations médicales. Sur la base des principaux avantages et des principaux défis de chaque installation, les pays en développement comme l'Afrique ont le plus grand potentiel pour l'application de systèmes combinant la production d'énergie photovoltaïque et les batteries de stockage aux installations médicales dans les zones urbaines.

Tableau 3-3.2 Possibilité d'appliquer des équipements, y compris des énergies renouvelables, aux installations médicales

No.	Équipement	Zones applicables	Effets principaux	Difficultés principales	Évaluation
1	Système de production solaire PV	Zone urbaine	<ul style="list-style-type: none"> Les factures d'électricité peuvent être réduites. 	<ul style="list-style-type: none"> Offre stable limitée d'électricité en raison du manque de batteries de stockage Nécessité de réfléchir à la manière de se connecter au réseau et au soutien du flux d'énergie inverse. Les règles de connexion au réseau doivent être confirmées. 	○
2	Production solaire PV + Batteries de stockage	Zone urbaine	<ul style="list-style-type: none"> Permet un approvisionnement stable en électricité pendant les coupures de courant planifiées et accidentelles. Les coûts de l'électricité et du carburant du générateur diesel peuvent être réduits. 	<ul style="list-style-type: none"> Nécessité de considérer comment se connecter au réseau et comment gérer le flux d'énergie inverse. Les règles de connexion au réseau doivent être confirmées. 	⊙
		Zone rurale	<ul style="list-style-type: none"> L'approvisionnement en électricité sera assuré afin que les services médicaux de base puissent être fournis. 	<ul style="list-style-type: none"> Nécessité de simplifier le système et de réduire les coûts Nécessité d'envisager une utilisation continue 	△
3	Production d'électricité photovoltaïque + Batteries de stockage + Moteur diesel	Zone urbaine	<ul style="list-style-type: none"> Permet une alimentation stable en électricité pendant les coupures de courant planifiées et accidentelles. Les factures d'électricité peuvent être réduites. 	<ul style="list-style-type: none"> Plus de composants du système et une étude détaillée du coût et de l'efficacité sont nécessaires. Nécessité d'examiner comment se connecter au réseau et inverser le support du flux d'énergie. La réglementation sur la connexion au réseau doit être confirmée. 	○
		Zone rurale	<ul style="list-style-type: none"> L'approvisionnement en électricité sera assuré afin que les services médicaux de base puissent être fournis. 	<ul style="list-style-type: none"> L'exploitation et la gestion du système sont compliquées car la capacité est censée être relativement importante. 	×
4	Production d'énergie photovoltaïque + équipement de production d'hydrogène + piles à combustible	Zone urbaine	<ul style="list-style-type: none"> Permet une alimentation stable en électricité pendant les coupures de courant planifiées et accidentelles. Les factures d'électricité peuvent être réduites. 	<ul style="list-style-type: none"> Comme ces mesures sont encore en développement, il y a beaucoup de problèmes techniques à résoudre. Coût élevé et prématuré pour une application sub-saharienne. Les règles de connexion au réseau doivent être confirmées. 	×
5	Équipements qui contribuent à la	Zone urbaine	<ul style="list-style-type: none"> Il est possible d'appliquer une alimentation à 	<ul style="list-style-type: none"> Il est important de sélectionner l'équipement spécifique adéquat. 	○

No.	Équipement	Zones applicables	Effets principaux	Difficultés principales	Évaluation
	stabilité de l'approvisionnement en électricité (maintien de la tension, stabilisation de la fréquence)		tension et fréquence constantes aux installations.	• Nécessité de prendre en compte les coûts et les avantages spécifiques.	

⊙ : Probabilité élevée d'application ○ : Peut être applicable △ : Situation à examiner × : Il est peu probable que ces mesures soient applicables à court terme.

Source : Créé par l'équipe d'enquête préparatoire de la JICA

(2) Défis et solutions dans le secteur de l'approvisionnement en eau

Dans les zones rurales, l'approvisionnement en électricité est important pour fournir les services médicaux de base mentionnés ci-dessus, mais l'approvisionnement en eau potable est encore plus important. Dans les zones rurales d'Afrique, l'approvisionnement en eau peut être classé dans les catégories suivantes :

Niveau 1 : Pompage de l'eau avec une pompe manuelle

Niveau 2 : Pompage de l'eau avec des pompes électriques (robinets publics)

Niveau 3 : Fourniture d'eau aux clients individuels

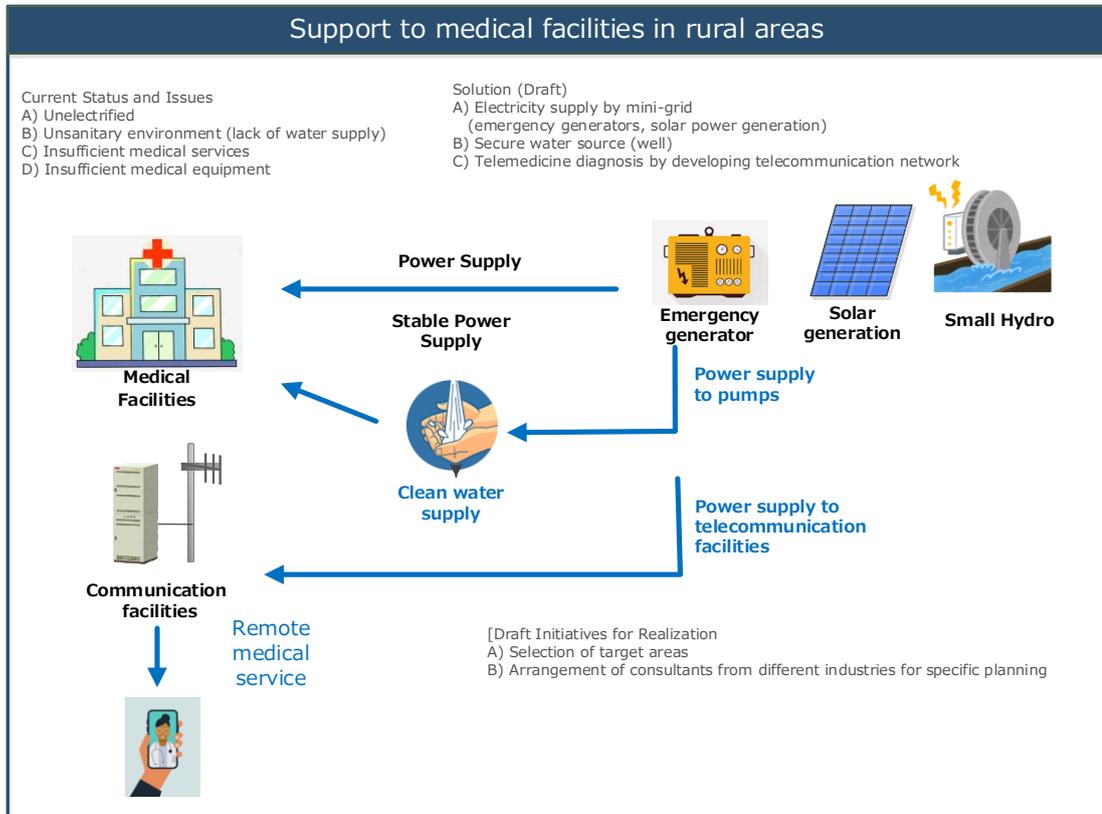
Étant donné que le pompage de l'eau avec des pompes manuelles au niveau 1 nécessite beaucoup de travail, il est nécessaire de pomper avec des pompes électriques du point de vue de la réduction du travail. En outre, peu de ces zones utilisent les rivières comme source d'approvisionnement en eau, et la plupart d'entre elles utilisent les eaux souterraines comme source d'eau.

Le plus grand défi dans le domaine de l'approvisionnement en eau est l'entretien des installations. Même dans les zones où des pompes électriques ont été installées dans le système d'approvisionnement en eau avec l'aide d'autres pays, il y a eu des cas où le système est retourné à la situation antérieure de transport de l'eau depuis des endroits éloignés en raison de la défaillance de l'équipement. Comme mentionné ci-dessus, les pompes électriques sont préférables du point de vue de la réduction de la main d'œuvre, mais il y a aussi des cas où des pompes manuelles sont utilisées avec de l'aide, en donnant la priorité à une réparation locale facile.

Dans les zones rurales, les services d'approvisionnement en eau qui sont considérés comme un service social de base sont inadéquats en raison du manque d'électrification, ce qui entraîne des conditions insalubres et pose un défi majeur à la réalisation d'un mode de vie sûr et sécurisé pour la population. Une solution possible est d'appliquer les mêmes installations que dans les zones rurales, mais comme mentionné dans la section sur les soins de santé en milieu rural, il existe des zones où la situation de l'approvisionnement en eau ne s'améliore pas en raison de la difficulté à déployer des ressources humaines et à allouer des budgets.

Bien que nous ayons abordé ici la relation entre le secteur de l'électricité et les secteurs des soins médicaux et de l'approvisionnement en eau, nous pensons que ces questions sont étroitement liées dans diverses régions. Par exemple, dans certaines zones rurales, l'électricité, les soins médicaux et les services d'approvisionnement en eau sont tous inadéquats, et la vie des gens est loin d'être sûre. S'il est important de résoudre les problèmes dans chaque zone, il est également important d'organiser les problèmes dans

plusieurs zones, de considérer les effets attendus des solutions dans plusieurs zones et de faire des propositions techniques. La figure 3-3.4 présente une étude de cas sur le soutien aux installations médicales dans une zone rurale (image d'une proposition technique basée sur une approche multisectorielle).



Source: Créé par l'équipe d'enquête préparatoire de la JICA

**Figure 3-3.4 Soutien aux installations médicales dans les zones rurales
(Image d'une proposition technique basée sur une approche multisectorielle)**

3-4 Faire face aux risques mondiaux

Certains des défis auxquels les gens sont confrontés sont des problèmes qui ne peuvent être résolus par un seul pays comme les maladies infectieuses et les crimes internationaux qui s'étendent au-delà des frontières nationales, ainsi que les questions mondiales comme le changement climatique et les problèmes énergétiques. Ces derniers peuvent avoir un impact important sur un certain nombre de pays et d'autres industries et secteurs. Ces problèmes et questions sont appelés risques mondiaux et peuvent avoir de graves répercussions sur les régions et les populations vulnérables.

Tableau 3-4.1 Exemples de risques mondiaux

No.	Classification	Risques mondiaux
1	Risques économiques	<ul style="list-style-type: none"> Explosion des bulles d'actifs dans les grandes économies Effondrement d'industries et d'entreprises d'importance internationale Instabilité des prix Commerce et activité économique illicites généralisés Stagnation économique prolongée Chocs extrêmes des produits de base, etc.

No.	Classification	Risques mondiaux
2	Risques environnementaux	<ul style="list-style-type: none"> • Perte de la biodiversité et effondrement des écosystèmes • Incapacité à faire face ou à s'adapter au changement climatique • Conditions météorologiques anormales • Dommages environnementaux et catastrophes d'origine humaine • Catastrophe géophysique à grande échelle, etc.
3	Risques géopolitiques	<ul style="list-style-type: none"> • Effondrement des organisations internationales • Détérioration des relations entre nations/effondrement • Disputes entre nations • Terrorisme/armes de destruction massive, etc.
4	Risques sociaux	<ul style="list-style-type: none"> • Effondrement du système de sécurité sociale • Perturbation de l'emploi et des moyens de subsistance • Propagation de maladies infectieuses • Pollution dangereuse pour la santé humaine • Détérioration significative de la santé mentale, etc.

Source: Préparé par l'équipe d'enquête préparatoire de la JICA sur la base du Global Risk Report 2022.

Ces dernières années, de nombreux pays sont confrontés à divers défis transnationaux, notamment l'accélération du réchauffement de la planète (changement climatique), les chocs liés aux matières premières y compris l'augmentation du coût du carburant due aux conflits entre nations, et l'impact de la propagation d'un nouveau coronavirus sur l'économie. Dans ces pays, les différents problèmes sont étroitement liés et il est nécessaire d'envisager des contre-mesures fondées sur une compréhension complète des relations entre ces problèmes.

Le Sri Lanka, en tant que pays, a également été confronté à de graves problèmes en raison de son exposition aux risques mondiaux et les défis, les solutions et les effets sont décrits et détaillés dans le tableau ci-dessous.

(1) Questions découlant des risques mondiaux au Sri Lanka

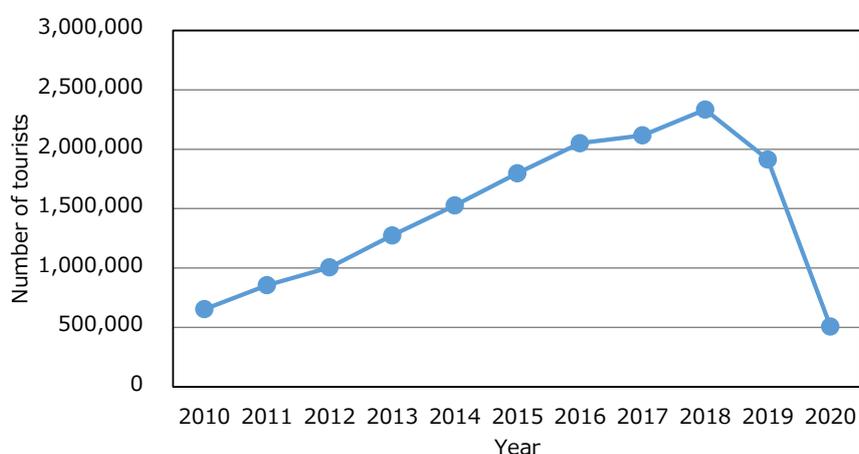
Les risques et les défis mondiaux auxquels est confronté le Sri Lanka sont présentés dans le tableau 3-4.2.

Tableau 3-4.2 Risques et défis mondiaux au Sri Lanka

No.	Classification	difficulté
1	Risques économiques	<p>Au Sri Lanka, où un déficit budgétaire constant s'est maintenu, l'économie sri-lankaise s'est progressivement détériorée en raison de l'attentat terroriste de 2019 et des mesures politiques telles que des réductions d'impôts à grande échelle après l'investiture du président Gotabaya Rajapaksa la même année. Après la propagation du COVID-19, le nombre de touristes, qui constituent une source principale de revenus pour l'économie grâce à l'industrie du tourisme, avait drastiquement diminué (voir figure 3-4.1). Les réserves de devises étrangères à la fin du mois d'avril 2022 seront inférieures à la valeur des importations pour un mois), et le manque de devises étrangères rendra difficile l'importation et la fourniture de biens essentiels tels que le carburant, les médicaments et la nourriture, et des manifestations exigeant la démission du président ont eu lieu depuis la fin du mois de mars. Alors que les manifestations se poursuivent dans tout le pays, les ministres, les premiers ministres et les présidents démissionnent les uns après les autres, et font défaut sur leur dette extérieure en mai 2022. Actuellement, au Sri Lanka, la dépréciation drastique du taux de change a entraîné une hausse des prix à l'importation, exacerbant l'inflation. En particulier, en raison de la flambée des prix de l'essence et du</p>

No.	Classification	difficulté
		carburant pour la production d'électricité qui dépendent des importations, des coupures de courant sont mises en place et l'électricité n'est pas fournie de manière stable.
2	Risques environnementaux	<p>【Réagir au changement climatique】</p> <p>Ces dernières années, le Sri Lanka a connu une augmentation progressive de la température dans tout le pays, ce qui a accéléré le réchauffement de la planète. Les fréquentes pluies torrentielles ont contribué aux inondations, et l'augmentation du nombre de jours de la saison sèche a contribué aux sécheresses, aux pénuries d'eau et aux mauvaises récoltes. Au Sri Lanka, la politique nationale sur le changement climatique a été formulée en 2012, et outre la philosophie, les objectifs et les principales politiques de lutte contre le changement climatique, cette politique prévoit également des mesures d'adaptation et d'atténuation, la promotion de la consommation et de la production durables, et la gestion des connaissances. Parmi ces politiques, il est mentionné d'appliquer les énergies renouvelables de manière plus efficace de l'énergie et d'intégrer des systèmes à faibles émissions de dioxyde de carbone (CO₂), et il est urgent de déployer des efforts pour réduire l'impact environnemental dans divers domaines.</p>
3	Risques géopolitiques	<p>【Impact des conflits interétatiques】</p> <p>La récente situation mondiale a fait exploser les prix de l'énergie dans le monde entier.</p>
4	Risques sociaux	<p>Au Sri Lanka, <u>la crise économique a engendré une situation d'aggravation de l'inflation, contribuant à une diminution des services sociaux de base à la population (accès des infrastructures à l'éducation, aux soins de santé, à l'énergie, etc.).</u></p>

Source: Créé par l'équipe d'enquête préparatoire de la JICA



Source: Préparé par l'équipe d'enquête préparatoire de la JICA sur la base des données du Sri Lanka Tourism Development Authority

Figure 3-4.1 Tendances du tourisme au Sri Lanka

Le Sri Lanka est confronté à des défis découlant de risques mondiaux, notamment des déficits budgétaires persistants, la propagation mondiale du nouveau coronavirus qui nuit au tourisme, la hausse des températures dans tout le pays et le déclin des services sociaux dû à l'aggravation de l'inflation.

(2) Solutions aux défis posés par les risques mondiaux (étude de cas du Sri Lanka)

Le tableau 3-4.3 présente une étude de cas au Sri Lanka comme solution aux problèmes découlant des

risques mondiaux. Dans cette étude, une enquête sur le terrain a été menée pour sélectionner des cibles potentielles en vue d'une mise en œuvre spécifique du projet (voir le « Rapport d'enquête de terrain » à l'annexe 4 du présent rapport pour les résultats de l'enquête).

Tableau 3-4.3 Défis et solutions auxquels est confronté le Sri Lanka (étude de cas du Sri Lanka)

Difficulté	Cible	Objectif / Contenu
<ul style="list-style-type: none"> - Des coupures de courant planifiées sont en vigueur et l'alimentation en électricité n'est pas stable. - Nécessité urgente de réduire l'impact environnemental - Baisse des services sociaux de base (éducation, santé et soins médicaux) à la population 	Institutions médicales	Améliorer l'alimentation en électricité et les services médicaux en remplaçant une partie de l'alimentation du réseau électrique et des générateurs privés par des systèmes de production d'énergie photovoltaïque et des batteries de stockage.

Source : Créé par l'équipe d'enquête préparatoire de la JICA

La figure 3-4.2 montre la carte de localisation des installations médicales où l'enquête sur le terrain a été menée, et le tableau 3-4.4 montre les résultats de la sélection des sites (installations médicales sri-lankaises). Sur la base des matériaux et des données nouvellement collectés lors de l'enquête sur le terrain, des entretiens avec les directeurs d'hôpitaux et autres personnels concernés, et des résultats de l'enquête sur l'état des sites, les cinq sites ont été évalués à l'aide des éléments de sélection énumérés dans le tableau. L'hôpital Sri Jayawardenapura, un hôpital du troisième secteur responsable de la gestion et de l'administration, a été classé premier par le classement de préférence, obtenant le score le plus élevé dans quatre des six catégories de sélection. L'hôpital de Ratnapura a été classé deuxième avec le noyau des deux scores les plus élevés dans les mêmes catégories.



Sorce: Créé par l'équipe d'enquête préparatoire de la JICA

Figure 3-4.2 Carte de localisation des institutions médicales ayant fait l'objet d'une enquête de terrain

Tableau 3-4.4 Résultats de l'examen de sélection des sites (installations médicales sri-lankaises)

Article	Score	Sri Jayawardhanapura Teaching Hospital	Teaching Hospital - Rathnapur a	Teaching Hospital - Kurunegal a	Teaching Hospital - Ragama	Teaching Hospital - Karapitiya
Efficacité (bénéfice/besoin)	Le plus élevé		○			
Nombre de lits (% de la région)	5	1	5	3	2	4
Nombre de patients ambulatoires (plus de 5% de la communauté)	5	1	5	3	2	4
Besoins (sur la base d'entretiens)	5	5	3	2	1	4
Impact	Le plus élevé	○				
Dépendance à l'égard des générateurs de secours (Coût élevé du carburant pour les groupes électrogènes)	5	5	3	4	3	1
Impact financier	5	5	3	4	3	1
Cohérence	Le plus élevé		○			
Harmonie et synergie avec	5	4	5	3	1	1

ENQUÊTE DE COLLECTE DE DONNÉES SUR L'AMÉLIORATION DE L'ACCÈS AU SECTEUR ÉLECTRIQUE EN AFRIQUE SUB-SAHARIENNE
PARTIE I LES DEFIS POUR L' AMELIORATION DU SECTEUR ENERGETIQUE ET APERÇU DES PROJETS POTENTIELS
DE RAPPORT FINAL

Article	Score	Sri Jayawardhanapura Teaching Hospital	Teaching Hospital - Rathnapur a	Teaching Hospital - Kurunegal a	Teaching Hospital - Ragama	Teaching Hospital - Karapitiya
d'autres projets (Projets d'amélioration des soins médicaux)						
Aspect environnemental	Le plus élevé	○				
Emplacement de l'installation des cellules solaires (bâtiment, support, zone)	5	5	4	3	2	2
Environnement naturel (paysage et constructibilité)	5	5	4	3	2	2
Durabilité	Le plus élevé	○				
Système de maintenance et de gestion	5	5	4	3	2	2
Transparence	Le plus élevé	○				
Transparence financière	5	5	2	4	4	1
Score	50	41	38	32	22	22
Priorité	-	1	2	3	4	5

Source: Créé par l'équipe d'enquête préparatoire de la JICA

Dans cette étude, nous avons rendu compte des défis et des solutions auxquels est confronté le Sri Lanka en tant qu'étude de cas sur la manière de répondre aux risques mondiaux. De nombreux pays en développement, y compris les pays d'Afrique subsaharienne, sont actuellement exposés aux risques mondiaux et il est nécessaire d'envisager des contre-mesures avant que les problèmes ne deviennent apparents.

3-5 Résumé des projets candidats

Parmi les propositions de projets élaborées à l'aide de la « Méthodologie des propositions 3-1 », la liste longue des projets candidats est présentée dans la « Partie II : Résultats des études de chaque pays ».

Le tableau 3-5.1 présente la liste des projets à fort potentiel et recommandés pour des études approfondies parmi la longue liste de nouveaux projets de coopération potentiels dans les sept pays où des enquêtes de terrain ont été menées.

Tableau 3-5.1 Liste restreinte de projets candidats

Projet	Scope	Effet attendu	Remarques
Malawi			
Projet de réseau circulaire de Lilongwe 33kV	<ul style="list-style-type: none"> ● Ligne de distribution <ul style="list-style-type: none"> • Construction d'une ligne de distribution 33kV et son renforcement ● Sous-station <ul style="list-style-type: none"> • Nouvelle sous-station 33/11kV de Chatata • Nouvelle sous-station 33/11kV d'Area49 • Amélioration de la sous-station 132/66/33/11kV de Kanengo • Amélioration de la sous-station 66/33/11kV de Kauma • Amélioration de la sous-station 33/11kV de Chitipi • Amélioration de la sous-station 33/11kV 	<ul style="list-style-type: none"> • L'électrification des foyers dans les banlieues des villes va augmenter, et l'approvisionnement en électricité des centres de santé, des hôpitaux et des établissements d'enseignement sera plus stable. • Le passage d'une distribution longue distance de 11kV à une distribution de 33kV réduira les pertes de distribution et améliorera la qualité du courant. • La redondance et la flexibilité opérationnelle seront assurées en circularisant le réseau de distribution 33 kV autour de la capitale. • Le projet vise à stabiliser l'approvisionnement en électricité des grands clients et des ménages en installant une sous-station de distribution à proximité de la zone de Chatata, en cours de développement. Il permettra également de soulager la charge de la sous-station existante de Kanengo. • Le renforcement de la ligne de distribution existante surchargée entre Kanengo et la zone 47 contribuera à réduire les pertes de distribution et à améliorer la qualité de l'électricité. 	<ul style="list-style-type: none"> • Il s'agit d'un projet de renforcement du réseau de distribution d'électricité de la capitale qui a une plus grande visibilité que les autres projets candidats. • En utilisant les lignes de transmission et de distribution existantes, les considérations environnementales et sociales peuvent être réduites. • Le projet devrait avoir des effets synergiques avec le projet antérieur « Projet de réhabilitation de sous-stations dans la ville de Lilongwe ». • Comme la zone est en cours de développement, il sera difficile de sécuriser un site et un droit de passage si la mise en œuvre est retardée.
Éthiopie			
Projet d'entretien des équipements d'exploitation et de maintenance	<ul style="list-style-type: none"> ● Guide d'acquisition et d'exploitation des équipements de maintenance et de gestion • Equipements de détection de défauts de lignes aériennes et de câbles souterrains (équipements de localisation de défauts) • Équipements mobiles (transformateurs sur socle) • Équipements nécessaires à l'adoption de la méthode de la ligne de distribution d'énergie sans coupure. 	<ul style="list-style-type: none"> • Le « raccourcissement du temps de récupération des accidents » et la « mise en œuvre d'une maintenance préventive des installations » devraient réduire le temps de récupération des accidents et le nombre d'accidents. • En conséquence, la fiabilité de l'approvisionnement en électricité à Addis-Abeba augmentera, la satisfaction des clients s'améliorera et les pertes de recouvrement seront réduites. 	<ul style="list-style-type: none"> • Le projet devrait être efficace dans un large éventail de réseaux de distribution d'électricité, y compris dans les zones situées en dehors d'Addis-Abeba, notamment les zones de conflit en utilisant la technologie japonaise.

Projet	Scope	Effet attendu	Remarques
Madagascar			
Renforcement du réseau de distribution et de sous-stations à Toamasina	<ul style="list-style-type: none"> Renouvellement de la sous-station de Tamatave-1 (TM-1) Sous-station Transformateur 20/5 kV, appareillage de commutation, dispositif de contrôle et de surveillance, travaux de génie civil. Renouvellement du poste de Tamatave-2 (TM-2) Transformateur, appareillage, dispositif de contrôle et de surveillance, travaux de génie civil. Transformateur de distribution, interrupteur sectionnel, matériel de connexion pour les lignes de distribution existantes de TM-1 et TM-2. 	<ul style="list-style-type: none"> Le taux d'électrification de la zone de Toamasina (350 000 habitants), qui est actuellement inférieur à 60 %, sera augmenté grâce à l'élimination de la demande de veille (environ 1 500 demandes de raccordement à partir de mai 2022). On peut s'attendre à une amélioration de la fiabilité des bâtiments et des équipements, ainsi qu'à une réduction du nombre et de la durée des coupures de courant grâce à l'utilisation d'appareillages de commutation séparés dotés de fonctions d'ouverture et de fermeture automatiques. (Réduction significative d'environ 150 pannes/mois, d'environ 1 heure/heure). 	<ul style="list-style-type: none"> La sous-station peut être construite sur le site existant appartenant à la JIRAMA. Selon le tracé de la ligne de distribution, il est possible que de nombreux résidents doivent être déplacés afin de sécuriser le droit de passage.
Sri Lanka			
Amélioration de la résilience des hôpitaux grâce aux énergies renouvelables	<ul style="list-style-type: none"> Module PV et équipement auxiliaire Ensemble de conteneurs (onduleur DC-AC, batteries de stockage, commutateur AC, transformateur, etc.) Câble, ligne de communication Dispositif de surveillance 	<ul style="list-style-type: none"> Le projet contribuera à l'amélioration de l'alimentation électrique des installations médicales et du fonctionnement de l'hôpital en remplaçant une partie de l'alimentation électrique provenant du réseau électrique et des générateurs d'électricité privés par la production d'énergie solaire. Amélioration des infrastructures de services communautaires. 	<ul style="list-style-type: none"> Il faudra envisager de remplacer le matériau de couverture sur lequel seront installés les panneaux de production d'énergie solaire et de renforcer le bâtiment. Bien que l'investissement initial pour l'équipement soit élevé, le retour sur investissement est inférieur en raison de la faible efficacité énergétique. Il est nécessaire de prêter attention à l'entretien et à l'orientation de la gestion des équipements et au développement du système.
République du Congo			
Amélioration de la sous-station de Mbouono	<ul style="list-style-type: none"> Ajout d'un transformateur 1x220/20kV 70MVA Appareillage de commutation 	<ul style="list-style-type: none"> L'augmentation de la capacité du transformateur principal de la sous-station de distribution contribuera à éliminer la demande de veille et à 	<ul style="list-style-type: none"> Agrandissement du transformateur principal 220/20kV au poste de Mbouono.

Projet	Scope	Effet attendu	Remarques
	<ul style="list-style-type: none"> • Système de contrôle et de surveillance • Travaux de génie civil 	<p>améliorer le taux d'électrification.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Contribution à une augmentation de la tension de 20kV dans le système de distribution de 6,6kV près de la sous-station, amélioration de la qualité du courant et extension de la zone de distribution. 	
Amélioration du niveau de tension du réseau de distribution	<ul style="list-style-type: none"> • Transformateur de distribution (approx... 150) • Câble souterrain 20kV AL150mm2 (approx. 65km) • Matériaux de terminaison 	<ul style="list-style-type: none"> • L'augmentation de la tension à 20 kV est avantageuse pour améliorer la chute de tension et étendre les lignes de distribution. • Les pertes de distribution peuvent être réduites grâce à l'utilisation de transformateurs de technologie japonaise à faibles pertes. • Amélioration de l'exploitabilité grâce à la simplification des équipements de maintenance suite à la suppression des installations de 6,6 kV à Brazzaville. • Amélioration du système de distribution d'électricité pour le futur réseau électrique de 220kV à Brazzaville. 	<ul style="list-style-type: none"> • Si nous fournissons les transformateurs, y compris les transformateurs mobiles proposés dans la technologie japonaise, nous pouvons réduire le temps de coupure pour les clients qui sont en train de passer à la tension de 20kV. • Livraison d'équipements de distribution pour l'augmentation de la tension de distribution de 6,6kV à 20kV.

Source : Équipe d'enquête de la JICA

Chapitre 4

Recommandations

Chapitre 4 Recommandations

4-1 Problèmes communs des pays étudiés

Par cette étude, on a pu constater que plusieurs pays ont en commun les trois problèmes suivants. Comme ces problèmes sont liés à des facteurs positifs et négatifs, la capacité ou l'incapacité de résoudre ces problèmes affecteront la gestion des installations d'électricité et surtout le développement socio-économique des pays.

- Une faible croissance du taux d'accès à l'électricité
 - Approvisionnement insuffisant de production d'électricité et de réseaux de distribution pour une population croissante (financier)
 - Planification d'investissement en capital etc. (développement des ressources humaines)
 - Difficulté à fournir des installations de distribution d'électricité aux personnes qui vivent dispersées dans les larges zones rurales (environnement des investissements)
- Manque de revenu des opérateurs en électricité
 - Approvisionnement insuffisant d'électricité disponible pour la vente (approvisionnement)
 - Ecart entre le prix auquel l'électricité est achetée aux producteurs indépendants d'électricité (IPPs), etc. et le prix auquel l'électricité est vendue aux consommateurs (tendance inverse)
 - Perte de puissance (pertes techniques élevées et un faible taux de redevance)
- Manque de capacité de maintenance
 - Manque de ressources (éducation et formation)
 - Réduction de perte de puissance (renforcement de capacité)
 - Ce qui suit est un résumé des résultats d'analyses des sources de défaillance des matériels et des accidents (renforcement de capacité)

4-2 Résumé des résultats de l'étude

L'étude a été effectuée pendant une période d'environ 28 mois, allant d'octobre 2020 à mars 2023, une période durant laquelle la pandémie a été généralisée. Les questionnaires ont été envoyés aux pays cibles peu après le début de l'étude et les suivis ont été menés via des réunions en ligne et en travaillant avec des consultants locaux. De plus, des informations disponibles sur Internet ont été collectées en tant qu'informations supplémentaires pour l'étude. Par contre, un délai important a été requis pour collecter les informations à distance, identifier les besoins, et motiver les représentants du gouvernement du pays homologue (surtout dans les pays où l'étude sur le terrain n'était pas incluse). Les résultats de l'étude montrent une différence sur la quantité d'informations collectées comparée aux pays où une étude sur le terrain a été effectuée.

Comme cette étude vise à collecter les informations nécessaires à la formulation de projets spécifiques (aide financière, coopération technique), en plus des investissements dans les infrastructures, il est important de comprendre les problèmes relatifs à l'exploitation et la maintenance des installations, y compris la technologie numérique, de mettre en lumière les besoins dans le secteur énergétique et dans le

développement des ressources humaines. On a enquêté sur la nécessité éventuelle d'enlèvement des existants et sur le développement des ressources humaines. Après le début de l'étude, l'équipe a collecté des informations sur les produits et services des constructeurs japonais, les technologies numériques utilisées par les sociétés d'énergie électrique, et on a introduit et proposé des produits, systèmes et technologie pendant l'étude sur le terrain. (Voir « Chapitre 3 3-2 Proposition Technique »).

Même si les parties prenantes dans le secteur énergétique de chaque pays ont montré leur intérêt pour le numérique et les nouvelles technologies, la majorité de la liste de projets était dominée par le renouvellement et la nouvelle construction d'infrastructures, qui sont directement liés à la promotion de l'amélioration d'accès à l'électricité, la politique principale en termes de secteur énergétique pour chaque pays.

Dans la région de l'Afrique subsaharienne, on s'attend à ce que la région se préoccupera plus des enjeux mondiaux et de la sécurité énergétique à l'avenir. Par conséquent, la mise en place des initiatives régionales qui englobent les problèmes communs relatifs au secteur énergétique de chaque pays pourrait contribuer à la réalisation de l'amélioration de l'accès à l'électricité.

4-3 Recommandation

Un « projet de coopération largement basé sur la technique » est une solution efficace aux problèmes communs dans les pays étudiés et un moyen d'améliorer la situation énergétique et de bâtir une économie sociale inclusive, équitable et durable dans cette large zone de l'Afrique subsaharienne.

Selon le pays cible, l'étendue et l'échelle de la coopération, les partenariats avec les autres agences de développement internationales et les organismes d'exécution de la coopération au développement pourraient fournir un appui coordonné afin d'assurer les fonds et de permettre une utilisation efficace.

Projets de renforcement de capacité (exemple)

Objectif principal: Par ce projet, on va promouvoir le développement des ressources humaines et contribuer à la résolution des problèmes communs.

(Raisonnement): Promouvoir les projets pool énergétique sur une base latérale pour stimuler les accords sur l'énergie en utilisant les ressources d'énergie de la région et contribuer à l'amélioration de l'accès à l'électricité tout en abordant les demandes dans les pays concernés.

Principaux points: Etablissement de centre de formation conjoint (appui pour l'exploitation et la maintenance d'équipements de formation), soutien en logiciel en utilisant des matériels de formation sur demande etc. (amélioration du développement et capacité de planification d'investissement, soutien pour l'amélioration de la gestion), et soutien en utilisant la technologie japonaise (amélioration de la réduction de perte de puissance, rectification de la défaillance du matériel et analyse des sources d'accidents).

(Raisonnement): Promouvoir les projets pool énergétique sur une base latérale pour stimuler les accords sur l'énergie en utilisant les ressources d'énergie de la région et contribuer

	à l'amélioration de l'accès à l'électricité et en abordant les demandes dans les pays concernés.
Pays cible:	Pays Membres du Pool Énergétique Afrique de l'Est (PEAE)
(Raisonnement):	Parce que plusieurs pays ont mis en place une coopération financière à jour, et parce que tous ces pays sauf le Djibouti peuvent communiquer en anglais, il est considéré plus facile de coordonner et opérer dans chaque pays par rapport aux pays qui utilisent d'autres langues telles que le français.
Secrétariat:	Ethiopie
(Raisonnement):	Les problèmes et les besoins ont été confirmés par les résultats des études sur le terrain. De plus, l'Ethiopie est le pays secrétaire du PEAE et est un pays qui exporte l'électricité, il était donc considéré comme facile pour l'Ethiopie de prendre des initiatives. En outre, le siège de l'Union Africaine est situé à Addis-Abeba et l'aéroport International de Bole relie les pays dans le monde entier, ce qui rend les déplacements vers les pays cibles plus faciles.

Le manuel de formation et de mise en place de coopération dans une vaste zone, élaboré par la JICA donne des instructions pratiques quant à l'élaboration, la mise en place et l'évaluation de la coopération de la JICA. La coordination, la recherche de consensus, la sélection des problèmes, l'établissement des objectifs, etc. sont considérés être accompagnés de difficultés qui ne peuvent pas être traités par le concept de la coopération bilatérale.

Il est indéniable que la création d'un cadre de coopération avec plusieurs pays en même temps est difficile, cependant nous recommandons cette option comme une des possibilités à considérer un soutien pour soutenir le secteur énergétique en Afrique subsaharienne à l'avenir.

PARTIE II
RÉSULTATS DE L'ENQUÊTE DANS
CHAQUE PAYS

Table des matières

Liste des figures et des tableaux

Abréviations

Chapitre 1 Burkina Faso	1-1
1-1 Situation générale.....	1-1
1-2 Politique énergétique.....	1-2
1-3 Demande et offre d'énergie.....	1-4
1-4 Organisation du secteur de l'électricité	1-5
1-5 Offre et demande d'électricité.....	1-5
1-6 Installations de production d'électricité.....	1-7
1-7 Défis et besoins de développement	1-12
1-8 Liste des projets potentiels	1-12
Chapitre 2 République du Cameroun	2-1
2-1 Situation générale.....	2-1
2-2 Politique énergétique.....	2-3
2-3 Demande et offre d'énergie.....	2-3
2-4 Organisation du secteur de l'électricité	2-4
2-5 Offre et demande d'énergie.....	2-5
2-6 Installations de production d'électricité.....	2-5
2-7 Défis et besoins de développement	2-10
2-8 Liste des projets potentiels	2-11
Chapitre 3 République du Congo.....	3-1
3-1 Situation générale.....	3-1
3-2 Politique énergétique.....	3-3
3-3 Offre et demande d'énergie	3-4
3-4 Système de services publics d'électricité	3-5
3-5 Offre et demande d'électricité.....	3-5
3-6 Installations de production d'électricité	3-7
3-7 Défis et besoins de développement	3-14
3-8 Liste des projets potentiels	3-14
Chapitre 4 République de Guinée	4-1
4-1 Situation générale.....	4-1
4-2 Politique énergétique.....	4-2
4-3 Demande et offre d'énergie.....	4-3
4-4 Organisation du secteur de l'électricité	4-4
4-5 Offre et demande d'énergie	4-4
4-6 Installations de production d'électricité	4-5

4-7 Défis et besoins de développement	4-9
4-8 Liste des projets potentiels	4-10
Chapitre 5 République de Madagascar	5-1
5-1 Situation générale	5-1
5-2 Politique énergétique	5-3
5-3 Demande et offre d'énergie	5-4
5-4 Organisation du secteur de l'électricité	5-4
5-5 Offre et demande d'énergie	5-5
5-6 Installations de production d'électricité	5-7
5-7 Défis et besoins de développement	5-15
5-8 Liste des projets potentiels	5-15
Chapitre 6 République du Sénégal	6-1
6-1 Situation générale	6-1
6-2 Politique énergétique	6-3
6-3 Offre et demande d'énergie	6-3
6-4 Organisation du secteur de l'électricité	6-4
6-5 Offre et demande d'énergie	6-5
6-6 Installations de production d'électricité	6-6
6-7 Défis et besoins de développement	6-12
6-8 Liste des projets potentiels	6-12
Chapitre 7 République Togolaise	7-1
7-1 Situation générale	7-1
7-2 Politique énergétique	7-2
7-3 Demande et offre d'énergie	7-4
7-4 Organisation du secteur de l'électricité	7-5
7-5 Offre et demande d'énergie	7-5
7-6 Installations de production d'électricité	7-7
7-7 Défis et besoins de développement	7-11
7-8 Liste des projets potentiels	7-12

Liste des figures et des tableaux

Chapitre 1 Burkina Faso

1-1	Situation générale	1-1
	Figure 1-1.1 Carte de localisation	1-1
	Figure 1-1.2 Répartition de sa population	1-1
	Tableau 1-1.1 Données essentielles	1-2
	Tableau 1-1.2 Orientations de coopération au développement à l'égard du Burkina Faso (en date de 2018).....	1-2
1-2	Politique énergétique	1-2
	Tableau 1-2.1 Évolution du taux d'électrification au Burkina Faso	1-4
1-3	Demande et offre d'énergie.....	1-4
	Tableau 1-3.1 Liste de l'offre et de la demande d'énergie au Burkina Faso.....	1-4
1-4	Organisation du secteur de l'électricité	1-5
	Tableau 1-4.1 Organisation du secteur de l'électricité au Burkina Faso	1-5
1-5	Offre et demande d'électricité.....	1-5
	Figure 1-5.1 Demande de pointe au Burkina Faso.....	1-7
	Tableau 1-5.1 Tendances de l'offre et de la demande d'électricité au Burkina Faso.....	1-6
	Tableau 1-5.2 Tarif moyen de l'électricité dans chaque pays 2017 (FCFA/kWh).....	1-6
	Tableau 1-5.3 Pic de la demande au Burkina Faso	1-7
1-6	Installations de production d'électricité	1-7
	Figure 1-6.1 Schéma du réseau électrique du Burkina Faso	1-11
	Tableau 1-6.1 Installations de production d'électricité	1-8
	Tableau 1-6.2 Projet de production d'énergie photovoltaïque	1-9
	Tableau 1-6.3 Installations de lignes et de sous-stations de transmission au Burkina Faso	1-9
	Tableau 1-6.4 Interconnexion avec les pays voisins	1-10
	Tableau 1-6.5 Installations de sous-stations	1-10
1-7	Défis et besoins de développement	1-12
1-8	Liste des projets potentiels	1-12
	Tableau 1-8.1 Liste des projets potentiels.....	1-13

Chapitre 2 République du Cameroun

2-1	Situation générale	2-1
	Figure 2-1.1 Carte de localisation	2-1
	Figure 2-1.2 Répartition de sa population.....	2-1
	Tableau 2-1.1 Données essentielles sur le Cameroun.....	2-2
	Tableau 2-1.2 Orientations de coopération au développement à l'égard du Cameroun (en date de 2012).....	2-2
2-2	Politique énergétique	2-3
2-3	Demande et offre d'énergie.....	2-3
	Tableau 2-3.1 Cameroun, Tableau de l'offre et de la demande en énergie.....	2-4

2-4	Organisation du secteur de l'électricité	2-4
	Tableau 2-4.1 Organisation du secteur de l'électricité au Cameroun	2-4
2-5	Offre et demande d'énergie	2-5
	Tableau 2-5.1 Cameroun, évolution de l'offre et de la demande	2-5
2-6	Installations de production d'électricité	2-5
	Figure 2-6.1 Cameroun, Ratio des types de sources d'énergie	2-6
	Figure 2-6.2 Diagramme du système de transmission du Cameroun.....	2-8
	Tableau 2-6.1 Cameroun, liste des installations dans la production d'électricité.....	2-7
	Tableau 2-6.2 Classe de tension et longueur des lignes de transmission et de distribution.....	2-8
	Tableau 2-6.3 Ligne de transmission RIN (système nord)	2-9
	Tableau 2-6.4 Sous-station RIN (système nord)	2-9
	Tableau 2-6.5 RIS Ligne de transmission (système sud).....	2-9
	Tableau 2-6.6 Sous-station RIS (système sud)	2-9
2-7	Défis et besoins de développement	2-10
2-8	Liste des projets potentiels	2-11
	Tableau 2-8.1 Liste des projets potentiels.....	2-12

Chapitre 3 République du Congo

3-1	Situation générale	3-1
	Figure 3-1.1 Carte de localisation	3-1
	Figure 3-1.2 Répartition de la population	3-1
	Tableau 3-1.1 Données essentielles	3-2
	Tableau 3-1.2 Politique d'aide au développement concernant l'Éthiopie (en date de 2018).....	3-2
3-2	Politique énergétique	3-3
	Tableau 3-2.1 Objectifs principaux de la politique énergétique	3-3
3-3	Offre et demande d'énergie	3-4
	Tableau 3-3.1 Offre et demande d'énergie au Congo	3-4
3-4	Système de services publics d'électricité	3-5
	Tableau 3-4.1 Organisation du secteur de l'électricité en République du Congo.....	3-5
3-5	Offre et demande d'électricité.....	3-5
	Figure 3-5.1 Courbe de charge journalière au Congo (2015.Mar).....	3-6
	Figure 3-5.2 Prévision de la demande et développement de l'énergie	3-7
	Tableau 3-5.1 Fourniture d'électricité au Congo.....	3-5
	Tableau 3-5.2 Situation de l'alimentation électrique au Congo	3-7
3-6	Installations de production d'électricité	3-7
	Figure 3-6.1 Carte des installations de production et des lignes de transmission au Congo.....	3-9
	Figure 3-6.2 Évolution du nombre de pannes d'électricité au Congo	3-13
	Tableau 3-6.1 Installations de production d'électricité au Congo (Connexion au réseau).....	3-8
	Tableau 3-6.2 Liste des lignes de transmission au Congo	3-10
	Tableau 3-6.3 Longueur totale de la ligne de transmission au Congo	3-11
	Tableau 3-6.4 Liste des sous-stations principales et de leurs transformateurs au Congo	3-11
	Tableau 3-6.5 Installations de distribution au Congo	3-12

3-7	Défis et besoins de développement	3-14
3-8	Liste des projets potentiels	3-14
	Tableau 3-8.1 Liste des projets potentiels.....	3-15

Chapitre 4 République de Guinée

4-1	Situation générale	4-1
	Figure 4-1.1 Carte de localisation	4-1
	Figure 4-1.2 Répartition de la population	4-1
	Tableau 4-1.1 Données essentielles	4-2
	Tableau 4-1.2 Politique d'aide au développement concernant la Guinée.....	4-2
4-2	Politique énergétique	4-2
4-3	Demande et offre d'énergie	4-3
	Tableau 4-3.1 Offre et demande d'énergie en Guinée.....	4-3
4-4	Organisation du secteur de l'électricité	4-4
	Tableau 4-4.1 Organisation du secteur de l'électricité in Guinea	4-4
4-5	Offre et demande d'énergie	4-4
	Tableau 4-5.1 Indicateurs clés, 2015 à 2017.....	4-4
4-6	Installations de production d'électricité	4-5
	Figure 4-6.1 Schéma du système de transport d'électricité pour la Guinée	4-8
	Tableau 4-6.1 Liste des installations de production d'électricité (2017).....	4-6
	Tableau 4-6.2 Longueur des câbles des lignes de transmission de 225 kV, 110 kV et 60 kV ...	4-7
	Tableau 4-6.3 Nombre de postes de 225 kV, 110 kV, 60 kV et 33 kV.....	4-9
4-7	Défis et besoins de développement	4-9
4-8	Liste des projets potentiels	4-10
	Tableau 4-8.1 Liste des projets potentiels.....	4-11

Chapitre 5 République de Madagascar

5-1	Situation générale	5-1
	Figure 5-1.1 Carte de localisation	5-1
	Figure 5-1.2 Répartition de sa population.....	5-1
	Tableau 5-1.1 Madagascar Données essentielles	5-2
	Tableau 5-1.2 Politique d'aide au développement concernant Madagascar (à partir de 2017) ..	5-2
5-2	Politique énergétique	5-3
5-3	Demande et offre d'énergie	5-4
	Tableau 5-3.1 Demande et offre d'énergie in Madagascar	5-4
5-4	Organisation du secteur de l'électricité	5-4
	Tableau 5-4.1 Madagascar Organisation du secteur de l'électricité in Madagascar	5-4
5-5	Offre et demande d'énergie	5-5
	Figure 5-5.1 Courbe de la charge quotidienne dans les villes de la République de Madagascar	5-7
	Tableau 5-5.1 L'approvisionnement en électricité à Madagascar	5-5

Tableau 5-5.2 Évolution de la production maximale d'électricité, République de Madagascar	5-6
5-6 Installations de production d'électricité	5-7
Figure 5-6.1 Localisation des centrales hydroélectriques, centrales thermiques et réseaux de transport en République de Madagascar (2017).....	5-9
Figure 5-6.2 Schéma de localisation des lignes de transport du pays et des environs de la capitale	5-13
Figure 5-6.3 Schéma du réseau de transport (RIA seulement) (2018, équivalent à la situation actuelle).....	5-14
Tableau 5-6.1 Principaux aménagements de production d'électricité, République de Madagascar	5-8
Tableau 5-6.2 Tableaux des lignes de transport du réseau RIA, République de Madagascar ...	5-10
Tableau 5-6.3 Liste des postes et transformateurs du réseau RIA, République de Madagascar	5-10
Tableau 5-6.4 Réseaux de distribution et nombre de transformateurs montés sur poteau, République de Madagascar (2018)	5-11
5-7 Défis et besoins de développement	5-15
5-8 Liste des projets potentiels	5-15
Tableau 5-8.1 Liste des projets potentiels.....	5-16

Chapitre 6 République du Sénégal

6-1 Situation générale	6-1
Figure 6-1.1 Carte de localisation	6-1
Figure 6-1.2 Répartition de sa population.....	6-1
Tableau 6-1.1 Données essentielles	6-2
Tableau 6-1.2 Politique d'aide au développement concernant le Sénégal (à partir de 2017).....	6-2
6-2 Politique énergétique	6-3
6-3 Offre et demande d'énergie.....	6-3
Tableau 6-3.1 Liste de l'offre et de la demande d'énergie au Sénégal	6-4
6-4 Organisation du secteur de l'électricité	6-4
Tableau 6-4.1 Organisation du secteur de l'électricité au Sénégal	6-4
6-5 Offre et demande d'énergie	6-5
Figure 6-5.1 Courbe de charge annuelle du Sénégal.....	6-6
Figure 6-5.2 Courbe de charge journalière au Sénégal.....	6-6
Tableau 6-5.1 Évolution de l'offre et de la consommation d'électricité.....	6-5
Tableau 6-5.2 Pic de la demande au Sénégal.....	6-5
6-6 Installations de production d'électricité	6-6
Figure 6-6.1 Schéma du système de transmission sénégalais	6-9
Tableau 6-6.1 Équipement de production d'énergie au Sénégal.....	6-7
Tableau 6-6.2 Liste des installations de transmission au Sénégal	6-8
Tableau 6-6.3 Liste des installations de sous-stations au Sénégal.....	6-10
Tableau 6-6.4 Changements dans la distribution de l'électricité.....	6-11

6-7	Défis et besoins de développement	6-12
6-8	Liste des projets potentiels	6-12
	Tableau 6-8.1 Liste des projets potentiels.....	6-13

Chapitre 7 République Togolaise

7-1	Situation générale	7-1
	Figure 7-1.1 Carte de localisation	7-1
	Figure 7-1.2 Répartition de sa population.....	7-1
	Tableau 7-1.1 Données essentielles	7-2
	Tableau 7-1.2 Politique d'aide au développement concernant le Togo (à partir de 2019).....	7-2
7-2	Politique énergétique	7-2
	Figure 7-2.1 Carte du système de transmission électrique du Togo et taux d'électrification et répartition de sa population par région.....	7-3
7-3	Demande et offre d'énergie	7-4
	Tableau 7-3.1 Demande et offre d'énergie au Togo	7-4
7-4	Organisation du secteur de l'électricité	7-5
	Tableau 7-4.1 Organisation du secteur de l'électricité au Togo	7-5
7-5	Offre et demande d'énergie	7-5
	Figure 7-5.1 Pic de la demande annuelle dans le réseau CEET au Togo (résultats).....	7-6
	Tableau 7-5.1 Offre et demande d'électricité au Togo.....	7-6
	Tableau 7-5.2 Électricité maximale au Togo (comprenant CEET et CEB).....	7-6
7-6	Installations de production d'électricité	7-7
	Figure 7-6.1 Disposition des centrales électriques et des lignes de transmission au Togo.....	7-8
	Tableau 7-6.1 Équipement de production d'énergie au Togo.....	7-7
	Tableau 7-6.2 Niveau de tension.....	7-9
	Tableau 7-6.3 Installations de transmission au Togo.....	7-9
	Tableau 7-6.4 Expansion des installations de lignes de distribution moyenne et basse tension	7-10
	Tableau 7-6.5 Résumé de l'équipement des lignes de distribution moyenne et basse tension (2019).....	7-10
	Tableau 7-6.6 Sommaire de l'équipement des transformateurs de distribution (2019).....	7-10
	Tableau 7-6.7 Nombre d'accidents sur les lignes de distribution.....	7-11
7-7	Défis et besoins de développement	7-11
7-8	Liste des projets potentiels	7-12
	Tableau 7-8.1 Liste des projets potentiels.....	7-13

Abréviations

Commun	
AFREC	The African Energy Commission
CLSG	Côte d'Ivoire, Liberia, Sierra Leone and Guinea
IEA	Agence internationale de l'énergie
IPP	Independent Power Producer
JICA	Agence Japonaise de Coopération Internationale
MSC	Management Services Contract
NEP	National Energy Policy
PND	Plan national de development
PNDES	Plan National de Developpement Economique et Social
PPP	Partenariat public-privé
SAIDI	System Average Interruption Duration Index
UEMOA	Union Economique et Monétaire Ouest Africaine
WAPP	West African Power Pool
Chapitre 1 Burkina Faso	
ABER	Agence Burkinabè de l'Electrification Rurale
ANEREE	Agence Nationale des Énergies Renouvelables et de l' Efficacité
ARSE	Autorité de Régulation du Sous-secteur de l'Electricité
PDDEB	Plan décennal de développement de l'éducation de base
PDSEB	Programme de développement stratégique de l'éducation de base
SONABEL	La Société Nationale d'Electricité du Burkina
Chapitre 2 République du Cameroun	
EDC	The Electricity Development Corporation
ENEO	Energy of Cameroon
ERC	The Electricity Regulatory Commission
GESP	Growth and Employment Strategy Paper
MINEE	Ministère de l'Eau et de l'Energie
PDSEN	Projet de developpement du Secteur de Lenergie
RI	Reseau National Interconnecte
RIE	Re'seau Interconnecte' Est
RIN	Re'seau Interconnecte' Nord
RIS	Re'seau Interconnecte' Sud
SONATREL	Societe Nationale de Transport de L'electricite
Chapitre 3 République du Congo	
ARSEL	Agence de Régulation du Secteur de l'Electricité
CEC	Centrale Electrique du Congo
DSCERP	Document de Strategie de Croissance des Emplois et de Reduction de la Pauvreté
E2C	Energie Electrique du Congo
eDF	Électricité de France
LPSE	Lettre de Politique Sectorielle de l'Énergie
MEH	Ministère de l'Energie et de l'Hydraulique
SNE	Société Nationale d'Energie
SNEL	Société Nationale d'Electricité
TMRP	Transmission production Master Plan
UNHCR	United Nations High Commissioner for Refugees
Chapitre 4 République de Guinée	
AGER	Agence Guinéenne d'Electrification Rurale
EDG	Electricite de Guinee
MEH	Ministère de l'Energie et de l'Hydraulique
MEH	Ministère de l'Energie et de l'Hydraulique
OMVG	Organisation pour la Mise en Valeur du Fleuve Gambie

Chapitre 5 République de Madagascar	
ADER	Agence de Développement de l'Électrification Rurale
EMS	Energy Management System
FS	Feasibility Study
JIRAMA	Jiro sy rano malagasy
MEH	Ministère de l'Énergie et des Hydrocarbures MEH
ORE	Organisme de Regulation de l'Électricité
SREP	Scaling up Renewable Energy Program in Low Income Countries
TaToM	Projet d'élaboration du schéma directeur de développement de l'axe économique AnTAnanarivo - TOamasina à Madagascar
Chapitre 6 République du Sénégal	
ASER	Agence Sénégalaise d'Électrification Rurale
CRSE	Commission de Régulation du Secteur d'Électricité
LPDSE2013-2017	Letter de Politique de Développement du Secteur de l'Énergie 2013-2017
MPE	Ministère du Pétrole et des Énergies
OMVG	Organisation pour la Mise en Valeur du Fleuve Gambie
PSE	Le Plan Sénégal Emergent
Senelec	Société nationale d'électricité du Sénégal
Chapitre 7 République Togolaise	
ARSE	Autorité de Réglementation du Secteur de l'Électricité
AT2ER	Agence Togolaise pour l'Électrification rurale et l'Énergie Renouvelable
CEB	Communauté Électrique du Bénin
CEET	Compagnie Énergie Électrique du Togo
CIS	Center's new software of information and service
MME	Ministère des Mines et des Énergies
SIE	Système d'Information sur l'Énergie

Chapitre 1 Burkina Faso



Tableau 1-1.1 Données essentielles

Élément	Contenu	Source
Superficie	274 200 kilomètres carrés	Environ 0,7 fois la superficie du Japon
Population	20 900 000	Banque mondiale, 2020
Capitale	Ouagadougou	
Groupes de population	Mossi, Gourmantchés, Yarsés, Gourounsis, Bobos, etc.	
Langues	Français (langue officielle), mooré, dioula, gourmantché, etc.	
Religions	Religions traditionnelles (57 %), Islam (31 %), Christianisme (12 %)	
Forme de gouvernement	République	
Parlement	Assemblée nationale (111 sièges, mandat de 5 ans)	
PIB	17,37 milliards USD	Banque mondiale, 2020
Revenu national brut (RNB) par habitant	790 dollars US	Banque mondiale, 2020
Taux de croissance économique	2,0 %	Banque mondiale, 2020
Taux de chômage	4,7 %	OIT, 2018
Taux d'électrification	Taux national : 21,3 % Zones urbaines : 68,6 % Zones rurales : 1 %	AIE, 2020

Tableau 1-1.2 Orientations de coopération au développement à l'égard du Burkina Faso (en date de 2018)

Élément	Contenu
Orientations de base de l'APD	【Accélération de la croissance et renforcement du capital humain】 Se fondant sur les priorités mises en avant dans le PNDES, le Japon apporte un soutien contribuant à la dynamisation de l'économie locale passant par le développement agricole et par l'intégration intrarégionale qui doivent servir de moteurs pour accélérer la croissance, ainsi qu'au renforcement du capital humain qui est indispensable à la croissance économique.
Domaines spécifiquement ciblés	(1) Développement de l'agriculture (2) Amélioration de la qualité de l'enseignement (3) Promotion de l'intégration économique intrarégionale

1-2 Politique énergétique

Dans la « Stratégie dans le domaine de l'énergie (2019-2023) », les missions suivantes sont définies par le ministère de l'Énergie.

- Raffinement et application des lois et règlements dans les domaines de la recherche, de la production, de la fourniture et de la distribution de produits énergétiques liés au ministère



compétent

- Création, installation et contrôle des infrastructures sociales énergétiques dans le ministère compétent
- Gestion de la production, de l'approvisionnement et de la distribution des énergies conventionnelles et renouvelables dans le ministère compétent
- Promotion des énergies nouvelles et renouvelables
- Promotion des économies d'énergie et de l'efficacité énergétique en général

■ Démarche d'amélioration de l'accès à l'électricité

● Taux d'électrification selon les régions

Le taux d'électrification du Burkina Faso comme indiqué en 1-1 est à un niveau très bas de 21,3 % pour l'ensemble du pays (AIE, 2020). La cause peut en être attribuée au taux d'électrification extrêmement bas de 1 % (AIE, 2020) dans les zones rurales. Il existe une grande disparité entre le taux d'électrification des zones urbaines et celui des zones rurales, et il semble nécessaire d'obtenir dorénavant des données plus détaillées sur les taux d'électrification région par région.

● Politique en vue de l'amélioration de l'accès à l'électricité

Au Burkina Faso, la demande d'électricité a augmenté d'environ 10 % par an en moyenne depuis 2012. Cependant, en raison de la faiblesse persistante de la production d'électricité, l'Agence burkinabè de l'électrification rurale (ABER) a été créée en 2017 pour évaluer le développement d'un réseau national d'électricité et les plans de développement des ressources énergétiques. En outre, le ministère de l'Énergie a établi un Plan directeur national production-transport-distribution et d'électrification rurale 2017-2025 (juin 2017) ainsi qu'une stratégie nationale pour le secteur de l'énergie 2018-2022, et a planifié des projets. Ces projets comprennent notamment le renforcement des installations de production d'électricité thermique dans la capitale Ouagadougou, la construction de nouvelles installations de production d'énergie solaire, incluant des mégacentrales solaires, le renforcement et la construction d'installations de transport et de distribution de l'électricité, l'extension du réseau de distribution d'électricité. Actuellement la décision de financer certains projets a déjà été prise par d'autres bailleurs.

Le Tableau 1-2.1 présente l'évolution des taux d'électrification rurale et urbaine de ces dernières années, tels que rapportés par l'ARSE dans son rapport d'activités 2019. On constatera que le taux d'électrification s'est amplement amélioré en 2018, notamment dans les zones rurales, où le taux d'électrification a décuplé, passant de quelque 3,2 % en 2017 à 32,2 % en 2018. L'expansion rapide du champ de fourniture d'électricité induite par la production d'énergie solaire dans les zones rurales peut être considérée comme l'une des causes de cette amélioration, mais il est maintenant nécessaire de vérifier les facteurs à l'origine de cette forte augmentation des taux d'électrification sur une courte période et d'en étudier le contexte.



Tableau 1-2.1 Évolution du taux d'électrification au Burkina Faso

Année	Taux national	Zones urbaines	Zones rurales
2016	20,07%	66,46%	3,2%
2017	20,62%	65,84%	3,24%
2018	43,2%	74,7%✳	32,2%✳

✳ Values that take improvement in access to electric power due to solar power generation into account

Source : ARSE - Rapport d'activité 2019

1-3 Demande et offre d'énergie

Le pays manque de ressources énergétiques produites localement et dépend des importations pour la majeure partie de sa consommation intérieure. En particulier, la consommation intérieure de pétrole a augmenté à un taux annuel de 9,5 % au cours des 20 dernières années, et la consommation d'électricité a augmenté à un taux annuel d'environ 11,5 %. Ces dernières années, l'introduction d'énergies renouvelables telles que l'énergie solaire a progressé afin de rompre la dépendance aux combustibles fossiles et à l'énergie électrique de l'étranger.

Tableau 1-3.1 Liste de l'offre et de la demande d'énergie au Burkina Faso

	2000	2005	2014	2015	2016	2017	2018 ^P	2019 ^P
Production nationale								
Charbon	-	-	-	-	-	-	-	-
Charbon de bois	144	297	585	360	650	301	685	724
Pétrole	-	-	-	-	-	-	-	-
Gaz naturel	-	-	-	-	-	-	-	-
Électricité	35	42	68	155	164	198	209	224
Combustibles fossiles	26	34	62	147	155	124	133	141
Hydroélectricité	8	9	6	8	9	11	12	13
Géothermie	-	-	-	-	-	-	-	-
Énergies renouvelables (énergie solaire, éolienne)	0	0	0	0	0	62	65	70
Biomasse de déchets	1	0	0	0	0	0	0	0
Importations								
Charbon	-	-	-	-	-	-	-	-
Pétrole	-	-	-	-	-	-	-	-
Produits pétroliers	313	507	889	1 046	1 110	1 549	1 656	1 770
Gaz naturel	-	-	-	-	-	-	-	-
Électricité	0	11	45	36	36	37	38	39
Consommation finale								
Charbon	-	-	-	-	-	-	-	-
Pétrole	170	275	482	765	787	1 121	1 161	1 208
Gaz naturel	-	-	-	-	-	-	-	-
Électricité	30	43	118	98	100	220	28	237

Source : Base de données sur l'énergie en Afrique 2019 (Commission africaine de l'énergie)



1-4 Organisation du secteur de l'électricité

(1) Structure organisationnelle

L'autorité en charge du secteur de l'électricité est le ministère de l'Énergie. L'électricité est fournie par la Société nationale d'électricité du Burkina Faso (SONABEL). Les autres structures liées à l'électricité incluent l'Autorité de régulation du sous-secteur de l'électricité (ARSE) qui est chargée de la réglementation de l'électricité, l'Agence burkinabè de l'électrification rurale (ABER) qui promeut l'électrification rurale et l'Agence nationale des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique (ANEREE). Le ministère de l'Énergie s'est donné pour objectif de porter le taux d'électrification à 60 % à l'horizon 2025.

Tableau 1-4.1 Organisation du secteur de l'électricité au Burkina Faso

Autorité compétente	Ministère de l'Énergie
Compagnie d'électricité	Société nationale d'électricité du Burkina Faso (SONABEL)
Régulation de l'électricité	Autorité de régulation du sous-secteur de l'électricité (ARSE)
Électrification rurale	Agence burkinabè de l'électrification rurale (ABER),
Énergies renouvelables et économies d'énergie	Agence nationale des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique (ANEREE)

1-5 Offre et demande d'électricité

L'offre et la demande d'électricité au Burkina Faso ces dernières années sont les suivantes.



Tableau 1-5.1 Tendances de l'offre et de la demande d'électricité au Burkina Faso

Rubriques	Unité	2015	2016	2017	2018	2019
Volume d'électricité produit	GWh	999	973	1 096	1 021	902
Volume produit par les centrales hydrauliques (SONABEL)	GWh	93,4	139,5	127,9	91,4	105
Volume produit par les centrales thermiques (SONABEL)	GWh	905,7	833,7	957,9	875,2	588,1
Volume produit par l'énergie solaire (SONABEL)	GWh	-	-	9,4	54,1	58,8
Volume produit par les centrales biogaz (AGGREKO)	GWh	-	-	0,8	0,1	149,6
Volume d'importation	GWh	443	630	645	837	1 087
Côte d'Ivoire	GWh	382,3	570,8	583,3	560,9	505,5
Ghana	GWh	57,6	55,3	57,5	271,3	576,4
Togo	GWh	3,2	3,6	4,6	5,2	5,4
Volume de consommation d'électricité	GWh	1 200	1 317	1 452	1 568	1 686
Demandes basse tension (post-payées)	GWh	685,8	724,0	745,7	762,3	758,5
Demandes basse tension (prépayées)	GWh	58,4	70,9	92,5	109,7	145,3
Demandes moyenne tension	GWh	-	-	613,7	562,4	604,8
Demandes haute tension + usines	GWh	456,2	522,1	0,0	133,8	177,5
Perte totale	%	13,24	13,54	14,49	13,62	13,51

Source : Élaboré par la mission d'étude sur la base du rapport annuel de l'ASS Note : Les propriétés de COOPEL ne sont pas incluses.

La quantité d'électricité produite au Japon est restée stable ou a légèrement diminué ces dernières années, et la quantité d'énergie thermique détenue par SONABEL est en train d'être réduite en fonction de l'augmentation de la quantité d'électricité produite par la production d'énergie solaire et les IPP. En outre, plus de 50 % de la demande intérieure dépend des importations et la quantité d'électricité vendue depuis le Ghana a fortement augmenté ces dernières années. Cela est présumé être dû à l'achèvement de la liaison internationale de 225 kV entre le Ghana et la sous-station de Zagtouli près de la capitale du Burkina Faso. La consommation d'électricité a affiché un taux de croissance annuel élevé de 8,9 % entre 2015 et 2019, et compte tenu des tendances nationales vers la promotion de l'électrification locale, on s'attend à ce que la consommation d'électricité continue de croître à l'avenir. D'autre part, en regardant le niveau des tarifs de l'électricité domestique par rapport aux autres pays d'Afrique de l'Ouest, le tarif de l'électricité autour du kWh est élevé, ce qui est l'un des problèmes pour améliorer l'accès à l'électricité.

Tableau 1-5.2 Tarif moyen de l'électricité dans chaque pays 2017 (FCFA/kWh)

Burkina Faso	Bénin	Côte d'Ivoire	Ghana	Niger	Sénégal	Togo
111.7	105.6	60	64.5	88.9	98.4	99.5

Source : ARSE

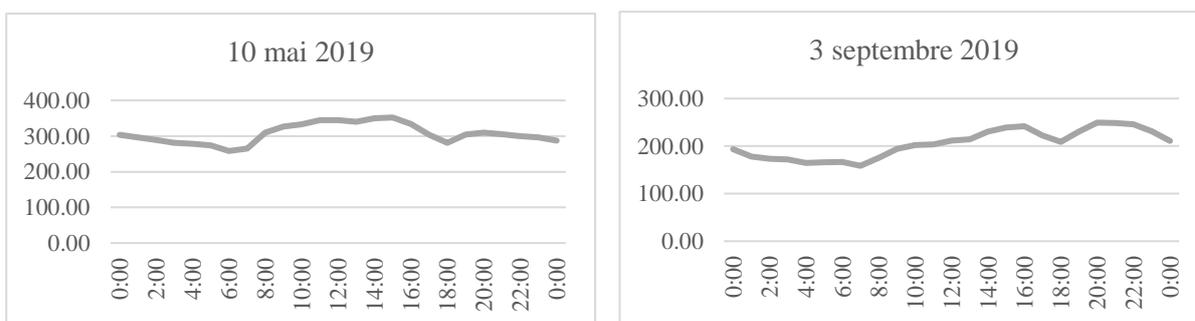


Tableau 1-5.3 Pic de la demande au Burkina Faso

Unité (MW)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Janvier	129	138	145	162	179	188	208	234	250	259	268
Février	148	141	161	172	197	214	225	253	292	278	294
Mars	148	157	164	195	206	227	246	280	315	314	337
Avril	159	156	173	195	219	234	263	287	326	336	362
Mai	149	162	175	200	218	244	255	276	316	352	365
Juin	142	149	171	191	214	239	248	274	290	322	358
Juillet	138	143	149	174	200	216	226	248	268	303	332
Août	128	133	145	168	183	194	219	242	246	258	284
Septembre	134	145	159	169	190	205	221	252	261	292	297
Octobre	139	147	161	176	194	212	233	262	273	292	313
Novembre	138	144	167	177	192	208	235	247	268	285	293
Décembre	130	146	161	174	196	195	232	244	251	270	296
Pic de la demande	159	162	175	200	219	244	263	287	326	352	365
Jour d'enregistrement	20 avril 15 h 30	4 mai 16 h	8 mai 16 h	20 mai 16 h	22 avril 12 h	7 mai 15 h 30	20 avril 14 h 30	20 avril 12 h	27 avril 16 h	10 mai 15 h	14 mai 14 h 30

Source : SONABEL

Le Burkina Faso tend à renouveler sa puissance maximale d'avril à mai, moment où le pays enregistre la température annuelle la plus élevée. A titre d'exemple, les polarités de charge quotidiennes du 10 mai 2019 lorsque la demande maximale pour 2019 a été mise à jour et de septembre de la même année sont présentées ci-dessous. Elle a tendance à culminer après 19 heures, à l'heure des feuilletons télévisés et d'utilisation des lumières.



Source : SONABEL

Figure 1-5.1 Demande de pointe au Burkina Faso

1-6 Installations de production d'électricité

(1) Équipements de production d'énergie

Le tableau ci-dessous présente une liste d'équipements d'énergie électrique au Burkina Faso.

En ce qui concerne les installations de production d'électricité nationales, la production d'électricité thermique représente la majorité, y compris SONABEL, qui est responsable de l'expédition et de la distribution ainsi que la production d'électricité indépendante avec 339 MW, suivie par les importations



d'électricité du Ghana et de la Côte d'Ivoire, l'énergie solaire et l'hydroélectricité.

Tableau 1-6.1 Installations de production d'électricité

	Plant	Nominale 設備容量	exploitable	Disponible 可能出力		Plant	Nominale 設備容量	exploitable	Disponible 可能出力
Thermal	KOMSILGA	93.50	76.00	76.00	Thermal	OUAHIGOUYA	4.10	3.50	3.50
	GR N°1	18.50	16.50	16.50		GR N°1	1.20	1.00	1.00
	GR N°2	12.50	10.50	10.50		GR N°2	1.20	1.00	1.00
	GR N°3	12.50	10.50	10.50		GR N°3	1.20	1.00	1.00
	GR N°4	12.50	7.50	7.50	GR N°4	0.50	0.50	0.50	
	GR N°5	12.50	10.00	10.00	Thermal	GAOUA	4.58	4.10	4.10
	GR N°6	12.50	10.50	10.50		GR N°1	0.28	0.22	0.22
GR N°7	12.50	10.50	10.50	GR N°3		0.60	0.40	0.40	
Thermal	KOSSODO	62.70	51.50	51.50		GR N°4	0.46	0.46	0.46
	GR N°1	3.80	3.00	3.00		GR N°5	1.08	1.00	1.00
	GR N°2	6.25	4.00	4.00		GR N°6	1.08	1.00	1.00
	GR N°3	6.25	5.50	5.50		GR N°7	1.08	1.00	1.00
	GR N°4	6.25	5.50	5.50	Thermal	DORI	4.25	3.59	3.59
	GR N°5	6.25	5.50	5.50		GR N°3	0.00	0.00	0.00
	GR N°6	7.50	8.00	8.00		GR N°4	1.25	0.80	0.80
	GR N°7	7.50	8.00	8.00		GR N°5	1.25	0.80	0.80
GR N°8	18.80	18.00	18.00	GR N°6		0.00	0.25	0.25	
Thermal	OUAGA2	29.30	23.30	23.30		GR N°7	0.00	0.38	0.38
	GR N°2	4.50	3.50	3.50		GR N°8	0.50	0.28	0.28
	GR N°3	4.50	3.50	3.50		GR N°9	1.25	0.30	0.30
	GR N°4	4.50	3.50	3.50		GR N°10	0.00	0.30	0.30
	GR N°5	6.50	5.50	5.50		Thermal	Aggreko	50.00	47.00
	GR N°6	6.50	5.50	5.50	Tranhone1		25.00	23.50	23.50
GR N°8	2.80	1.8	1.8	Tranhone2	25.00		23.50	23.50	
Thermal	BOBO2	70.00	59.00	59.00	Hydro	Bagre	16.00	14.00	14.00
	GR N°1	4.00	3.00	3.00		GR N°1	8	7	7
	GR N°2	4.00	3.00	3.00	GR N°2	8	7	7	
	GR N°3	4.00	3.00	3.00	Hydro	Kompienga	14.00	12.00	12.00
	GR N°4	4.00	3.00	3.00		GR N°1	7	6	6
	GR N°5	4.00	3.00	3.00	GR N°2	7	6	6	
	GR N°6	12.50	11.00	11.00	Hydro	TOURNI	0.52	0.30	0.30
	GR N°7	12.50	11.00	11.00		GR N°1	0.26	0.15	0.15
	GR N°8	12.50	11.00	11.00	GR N°2	0.26	0.15	0.15	
	GR N°9	12.50	11.00	11.00	Hydro	NIOFILA	1.50	0.75	0.75
Thermal	OUAGA1	5.40	5.00	5.00		GR N°1	0.5	0.25	0.25
	GR N°1	2.70	2.50	2.50		GR N°2	0.5	0.25	0.25
	GR N°2	2.70	2.50	2.50		GR N°3	0.5	0.25	0.25
Thermal	FADA	8.00	7.50	7.50	PV	S.ZAGTOULI	34.10	20.00	20.00
	GR N°3	4.00	3.75	3.75			34.1	20	20
	GR N°4	4.00	3.75	3.75	PV	S.ZIGA	1.10	1.00	1.00
Thermal	DEDOUGOU	7.10	4.30	4.30			1.1	1	1
	GR N°1	2.30	1.40	1.40	Import	INTERCO-CI	110.00	80.00	80.00
	GR N°2	2.30	1.40	1.40		FKE-KDN	110.00	80.00	80.00
	GR N°3	1.25	0.75	0.75	Import	INTERCO-GH	150.00	140.00	100.00
	GR N°4	1.25	0.75	0.75		NAY-ZTL	150.00	140.00	100.00

Source : préparé par l'équipe d'enquête à partir des matériaux de la SONABEL

Afin de réduire la quantité de combustibles fossiles brûlés et la quantité d'électricité achetée à l'étranger, le pays introduit activement la production d'énergie solaire avec le soutien d'autres donateurs. Une liste de projets d'énergie solaire à grande échelle prévus d'ici 2025 est indiquée ci-dessous. L'échelle de développement prévue est de 616 MW et la société prévoit l'introduction d'une source d'énergie renouvelable qui dépasse la capacité de production d'électricité nationale actuelle au cours des prochaines années.



Tableau 1-6.2 Projet de production d'énergie photovoltaïque

Plant	Commission date	Capacity (MWc)	Plant	Commission date	Capacity (MWc)
KODÉNI (Bobo-Dioulasso-IPP)	2022	38	KOUPÉLA (PSVR)	2023	75
SOURI (Dédougou-IPP)	2023	18	KOUPÉLA (PSVR-2)	2027	150
DIAPAGA (Programme Yeleen)	2023	2	MATOURKOU (Bobo-Dioulasso-KfW)	2023	14(PV)+ 6MWh (Battery)
DORI (Programme Yeleen)	2022	6	OUAGA NORD OUEST (Programme Yeleen)	2022	43(PV)+ 8MWh (Battery)
GAOUA (Programme Yeleen)	2022	1	NAGRÉONGO (IPP)	2022	30
KALZI (IPP)	2022	36	PÂ (IPP)	2022	30
KAYA (Banque mondiale)	2022	10	ZANO (Tenkodogo-IPP)	2022	24
KAYA (PSVR)	2023	75	ZINA (IPP)	2024	26.6
KOUDOUGOU (Banque mondiale)	2022	20	ZAGTOULI 2 (BEI)	2024	17

Source : SONABEL

(2) Installations de transmission et de distribution

Le niveau de tension du Burkina Faso comprend la ligne de liaison internationale avec la Côte d'Ivoire et le Ghana et 132kV, 90kV, 34,5kV, 33kV et 15kV en dessous de 225kV reliant la capitale Ouagadougou à l'ouest de Bobody Orasso qui sont tous gérés de manière centralisée par SONABEL. Concernant le projet de liaison internationale de 330kV (Projet d'électrification rurale de la dorsale nord de l'EEEOA) reliant Nigeria-Niger-Bénin-Burkina Faso, un accord de coopération financière entre les bailleurs de fonds a été conclu et le projet vient de démarrer.

Les lignes de transmission domestiques et les sous-stations en service sont les suivantes.

Tableau 1-6.3 Installations de lignes et de sous-stations de transmission au Burkina Faso

Voltage level	From	To	Length (km)	Voltage level	From	To	Length (km)
225 kV	kodeni	Pa	134	90 kV	Ouaga2	Zagtouli	15
225 kV	Pa	Zagtouli	204	90 kV	Ouaga1	Ouaga2	5
225kV total			338	90 kV	kossodo	Ouaga1	8
132 kV	Patte d Oie	Zano	140	90 kV	Zagtouli	komsilga	12
132 kV	Bagre	Zano	32	90 kV	komsilga	Patte d Oie	24
132 kV	kompienga	Zano	143	90 kV	Zagtouli	Ouahigouya	171
132 kV	Zano	koupela	55	90 kV	Pa	Yaramoko	30
132kV total			370	90 kV	Yaramoko	Wona	37
				90 kV	Pa	Hounde	36
				90kV total			338



Tableau 1-6.4 Interconnexion avec les pays voisins

Voltage level	From	To	Length (km)	Note
225kV	Ferke	kodeni	151/221	Cote d'Ivoire
225kV	Zagtouli	Nayagnia	176/194	Ghana

Tableau 1-6.5 Installations de sous-stations

Name	Primary Voltage (kV)	Secondary Voltage (kV)	Number of Transformer	Capacity (MVA)	Total Capacity (MVA)
Kodeni	225	33	2	40	80
	33	34.5	1	5	5
Pa	225	33/34.5	1	5/5	10
	225	90	1	40	40
Wona	90	33/34.5	1	15	15
	90	33	1	40	40
Yaramoko	90	11.5	1	13	13
Zagtouli	225	90	2	70	140
	90	33/34.5	1	15/5	20
Zano	132	33	2	10	20
Patte d' Oie	132	33	2	10	20
	33	15	2	15	30
	90	15	1	40	40
Kossodo	90	15	1	40	40
	90	33	1	40	40
komsilga	90	33	3	40	120
Ouaga2	90	15	1	40	40
Ouaga1	90	15	1	40	40
kompienga	6.6	132	2	10	20
Bagre	6.6	132	2	10	20
Ouahigouya	90	33	1	40	40
Hounde	90	11.5	1	33	33
koupela	132	33	2	25	50

Source : SONABEL

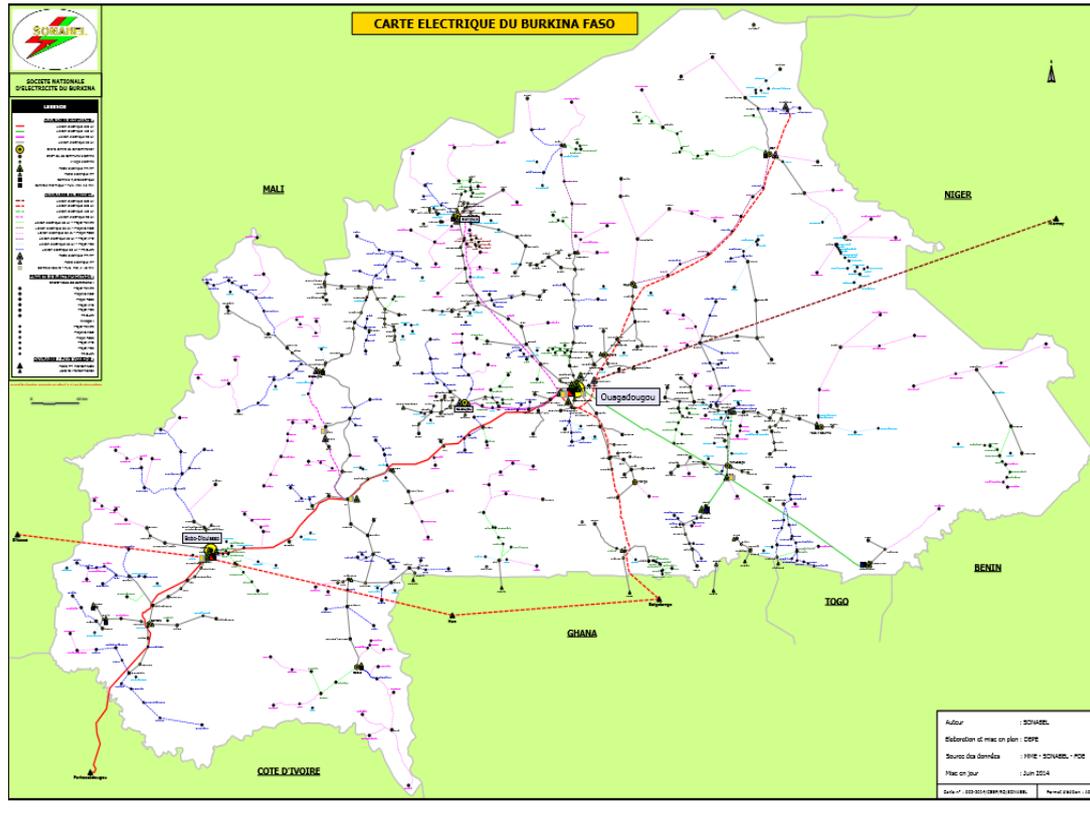


Figure 1-6.1 Schéma du réseau électrique du Burkina Faso

1) Plan de développement (incluant le plan local d'électrification)

Le gouvernement du Burkina Faso a mis en place le Plan national de développement économique et social (PNDES) 2016-2020 pour employer 50 000 personnes, d'atteindre un taux de croissance économique moyen de 7,7%, de suivre l'« Agenda 2063 » de l'Afrique et atteindre les Objectifs de Développement Durable (ODD). Les priorités visent à assurer une croissance durable et la réduction de la pauvreté avec comme priorités (1) la réforme institutionnelle et la modernisation administrative, (2) le développement du capital humain et (3) la redynamisation de tous les secteurs créateurs de richesse et d'emplois.

Au Burkina Faso, l'agriculture représente environ 30% du PIB et occupe environ 80% de la population active. En outre, l'agriculture est un secteur important du point de vue de la sécurité alimentaire et de la réduction de la pauvreté car environ 80% de la population totale et environ 90% de la population pauvre (environ 40% de la population totale) vivent dans les zones rurales. Selon le Plan de développement économique et social (PNDES), l'agriculture se positionne comme un secteur prioritaire d'accélération de la croissance dans le troisième pilier « Dynamisation d'un secteur à potentiel pour l'économie et l'emploi ».

Au Burkina Faso, le taux de scolarisation primaire de 80,7% a été atteint dans le cadre du plan décennal de développement de l'éducation de base (PDDEB, 2001-2011). Comparé aux pays d'Afrique subsaharienne, l'indice de l'éducation de base incluant le taux de scolarisation est encore faible. Elle est donc traitée comme un enjeu prioritaire dans la Politique stratégique de développement de l'éducation



de base (PDSEB, 2012-2021) qui succède au PDDEB.

1-7 Défis et besoins de développement

En raison des effets du changement climatique, le Burkina Faso se trouve dans un environnement naturel difficile avec des sécheresses et des inondations répétées et l'indice de développement humain est 185e sur 188 pays (PNUD 2016). La réduction de la pauvreté est un enjeu majeur.

Le taux national d'électrification est extrêmement faible à environ 21,9%, 68,7% en milieu urbain et seulement 1,9% en milieu rural. Cependant, le taux de croissance de la demande d'électricité est fort de l'ordre de 10 % en moyenne depuis 2012 et il est urgent de sécuriser la capacité d'approvisionnement en électricité (quantité).

Le Ministère de l'Énergie a élaboré un schéma directeur de développement électrique (2017-2025) et un plan d'activités prioritaires (2018-2022) comprenant l'électrification des zones rurales qui appelle à l'amélioration des équipements d'alimentation électrique et des équipements de transmission / transformation, à l'extension du réseau de distribution et à la promotion d'un meilleur accès à l'électricité.

Dans le schéma directeur de développement de l'énergie électrique, avec un plan techniquement et économiquement rationnel, nous avons accéléré le développement des équipements de distribution d'énergie moyenne et basse tension ainsi que la transmission d'énergie, et le pays s'est fixé pour objectif d'atteindre 80 % d'ici 2020 et 90 % d'ici 2025 dans la zone de couverture de l'alimentation électrique.

Quant au projet de ligne de distribution lié à l'électrification locale et à la construction d'off-the-grid, un soutien au développement de la capitale Ouagadougou est souhaitable car le développement est prévu par d'autres bailleurs de fonds ou le Fonds de développement de l'énergie électrique Liste des projets potentiels.

1-8 Liste des projets potentiels

Le tableau 1-8.1 présente la liste des projets candidats élaborés sur la base des réponses au questionnaire fournies par les organisations compétentes du secteur de l'énergie et du contenu des demandes.

Tableau 1-8.1 Liste des projets potentiels

1. Projet de transmission

Priorité	District	Nom du projet	Objectif du projet	Composant	Qualité	Coût estimé (MUSD)	Période de démarrage
1	Ouagadougou	Sous-station Ouaga-Sud 225/33 kV	Renforcement du réseau de transport de la ville de Ouagadougou (construction de la boucle 225 kV de Ouaga)	- Baie de ligne entrante 225 kV x4 ; - 2 transformateurs 225/33 kV - 40/50 MVA ; - 1 système de contrôle intégré au RNI ; - 1 jeu de barres 33 kV composé de 12 cellules ; - L'ensemble du génie civil du site ;	40/50MVAx2	8,5	2025
2	Nobere	Sous-station 225/33 kV de Nobéré	Alimentation électrique de la mine de Kiaka et amélioration de l'approvisionnement énergétique de la région Centre-Sud	- Baie de ligne entrante 225 kV x4 ; - 2 transformateurs 225/33 kV - 40/50 MVA ; - 1 système de contrôle intégré au RNI ; - 1 jeu de barres 33 kV composé de 12 cellules ; - L'ensemble du génie civil du site ;	40/50MVAx2	8,5	2023
3	Dori	Stockage de 6 MW / 18 MWh à Dori	Améliorer l'intégration de l'énergie solaire injectée dans le réseau électrique dans les zones du Sahel et de l'Est du Burkina Faso		6MW/18MWh	6,0	2023
4	Dori	Stockage 2 MW / 6 MWh Diapaga	Améliorer l'intégration de l'énergie solaire injectée dans le réseau électrique dans les zones du Sahel et de l'Est du Burkina Faso		2MW/6MWh	2,0	2023
5	Diapaga	Sous-station Hounde 90/33 kV	Alimentation électrique de la ville de Houndé		40/50MVAx1	5,0	2025
6	Kaya et Dori	Ligne 225 kV Kaya - Dori	Renforcement du réseau de transport et contribution au développement du secteur minier	* Extension de la sous-station 225/33 kV de Kaya par l'ajout de 2 travées de ligne ; * Construction d'une ligne à double circuit de 225 kV entre Kaya et Dori ; * Construction de la sous-station de Dori composée de : - Baie de ligne 225 x2 kV ; - 2 transformateurs 225/33 kV - 40/50 MVA - 1 système de contrôle intégré dans le RNI ; - 1 jeu de barres 33 kV composé de 12 cellules ; - L'ensemble du génie civil du site ;	170km	45,5	2023
7	Kaya et Kongoussi	Ligne 225 kV Kaya - Kongoussi	Renforcement du réseau de transport et contribution au développement du secteur minier	* Extension de la sous-station 225/33 kV de Kaya par l'ajout de 2 travées de ligne ; * Construction d'une ligne à double circuit 225kV entre Kaya et Kongoussi ; * Construction du poste de Kongoussi comprenant : - 2 travées de ligne 225 kV ; - 2 transformateurs 225/33 kV - 40/50 MVA	63km	23,0	2023



Priorité	District	Nom du projet	Objectif du projet	Composant	Qualité	Coût estimé (MUSD)	Période de démarrage
				<ul style="list-style-type: none"> - 1 système de contrôle intégré au RNI ; - 1 jeu de barres 33 kV composé de 12 cellules ; - L'ensemble du génie civil du site 			
8	Kongoussi - Ouahigouya	Ligne 225 kV Kongoussi - Ouahigouya	Renforcer le réseau de transport et sécuriser l'approvisionnement de la région Nord	<p>Ouahigouya * Extension du poste 225/33 kV de Kongoussi par l'ajout de 2 travées de ligne ;</p> <p>* Construction d'une ligne double circuit 225kV entre Kongoussi et Ouahigouya ;</p> <p>* Construction du poste 225/90/33 kV de Ouahigouya comprenant :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Baie de ligne 225 kV x2 ; - Baie de ligne x2 de 90 kV ; - 2 transformateurs 225/90 kV - 40/50 MVA ; - 2 transformateurs 90/33 kV - 40/50 MVA ; - 1 système de contrôle intégré au RNI ; - 1 jeu de barres 33 kV composé de 12 cellules ; - L'ensemble du génie civil du site 	105km	38,0	2023
9	Diébougou and Gaoua	Ligne 225 kV Diébougou-Gaoua	Renforcement du réseau de transport vers la région du Sud-Ouest		66km	17,0	2023
10	Koupèla and Fada N'Gourma	Ligne 225 kV Koupèla Fada N'Gourma	Renforcement du réseau de transport vers la région de l'Est	<ul style="list-style-type: none"> * Construction du palier de tension 225kV au poste 132/33 kV de Koupèla par l'ajout de : - 2 travées de ligne 225kV ; - 2 transformateurs 225/132 kV - 40/50 MVA ; * Construction d'une ligne double circuit 225kV entre Koupèla et Fada N'Gourma ; * Construction du poste de Fada N'Gourma comprenant : - 2 travées d'arrivée de la ligne 225 kV ; - 2 transformateurs 225/33 kV - 40/50 MVA - 1 système de contrôle intégré au RNI ; - 1 jeu de barres 33 kV composé de 12 cellules ; - L'ensemble du génie civil du site ; 	80km	24,5	2023



2. Projet de distribution

Priorité	District	Nom du projet	Objectif du projet	Composant	Qualité	Coût estimé (MUSD)	Période de démarrage
1	Les chefs de lieux de 225 municipalités urbaines et rurales	Projet d'extension et de développement des raccordements électriques (PDCEL)	Augmenter l'accès aux services d'électricité de réseau dans 225 municipalités urbaines et rurales du Burkina Faso.	Il s'agit de réaliser 425 000 raccordements au réseau électrique par l'extension du réseau électrique et la mise en place d'un mécanisme de paiement flexible pour le coût du raccordement.	435 Km HTA, 5.877 Km BT et l'installation de 514 stations de distribution, la construction de 2 bureaux centraux de contrôle de la distribution.	146,64	2022
	Ouagadougou	Projet associé	Ce projet est décrit comme faisant partie du PDCEL.	<ul style="list-style-type: none"> • Proposer des raccordements au profit des ménages et des zones socio-économiques. • Installer des kits solaires autonomes pour les ménages dans les zones où le réseau classique est inaccessible ; • L'extension du réseau électrique MT/BT dans les quartiers d'habitat spontané de la ville de Ouagadougou et du quartier de Bassinko ; - La construction d'un passage souterrain de deux (2) sorties 15KV dans la ville de Ouagadougou ; - Le renforcement des capacités opérationnelles de la SONABEL. 		0,278 (153 391 426FCFA)	2022
2	Koupela Fada N'gourma Tenkodogo Bitou Cinkase	Passage à 33 kV des réseaux centre-est	Renforcer le réseau de distribution	<ul style="list-style-type: none"> - Ligne MT 33kV du réseau de la ville de Koupèla ; - Ligne MT 33kV du réseau de la ville de Fada N'Gourma ; - Ligne MT 33kV du réseau de la ville de Tenkodogo ; - Passage 33kV du réseau de la ville de Bitou ; - Construction de la ligne 33kV Mogandé - Cinkansé ; - Construction du poste 33kV de Tenkodogo ; - Construction du poste 33kV de Cinkansé ; 		9,5	2023





3. Projet d'électrification (ON-Grid)

Priorité	District	Nom du projet	Objectif du projet	Composant	Qualité	Coût estimé (MUSD)	Période de démarrage
1		Électrification de 120 localités rurales	Augmenter l'accès à l'électricité pour les populations du Burkina Faso			34,5	

4. Coopération technique

Priorité	District	Nom du projet	Objectif du projet	Composant	Qualité	Coût estimé (MUSD)	Période de démarrage
1		Etude de faisabilité de la distribution de l'énergie solaire au profit des ménages et des entreprises au Burkina Faso	Identifier le potentiel de la demande et la viabilité technique et économique de ce segment.	<p>Evaluer le potentiel de demande et d'adoption par la population</p> <p>Identifier les différents coûts liés à la distribution solaire (CAPEX, OPEX)</p> <p>Identifier et évaluer les options et les contraintes techniques de la distribution solaire.</p> <p>Evaluer la rentabilité économique et financière de la distribution solaire.</p> <p>Identifier les risques et les mesures d'atténuation de ces risques.</p> <p>Proposer une stratégie et un plan de mise en œuvre de la distribution solaire (technologie, tarif, etc.).</p>		0,6	2022
2		Etude sur le potentiel de production d'électricité à partir d'une source solaire thermodynamique	Démonstration du potentiel thermodynamique de la source solaire à LF			0,5	2023
3		Étude sur l'approvisionnement et l'exploitation de centrales thermiques au GNL	Mise en évidence du potentiel d'approvisionnement et d'exploitation des centrales thermiques au GNL à BF			0,5	2023
4		Formations sur le dimensionnement et la modélisation des centrales solaires photovoltaïques	Renforcer les compétences des acteurs de l'électricité sur le dimensionnement et la modélisation des centrales solaires photovoltaïques.			0,015	2023
5		Formations sur le dimensionnement et la modélisation des	Renforcer les compétences des acteurs de l'électricité sur le dimensionnement et la modélisation des centrales solaires			0,015	2023



Priorité	District	Nom du projet	Objectif du projet	Composant	Qualité	Coût estimé (MUSD)	Période de démarrage
		centrales solaires thermiques	thermiques				
6		Formations sur le dimensionnement et la modélisation des unités de stockage d'énergie	Renforcer les compétences des acteurs de l'électricité sur le dimensionnement et la modélisation des unités de stockage d'énergie.			0,015	2023
7		Formations sur le dimensionnement et la modélisation 3D des postes haute tension	Renforcer les compétences des acteurs de l'électricité sur le dimensionnement et la modélisation des postes HT.			0,015	2023
8		Formations sur le dimensionnement des lignes HTB et la modélisation 3D des pylônes HTB	Renforcer les compétences des acteurs de l'électricité sur le dimensionnement et la modélisation des lignes à haute tension.			0,015	2023
9		Cours de formation sur le dimensionnement et la modélisation 3D des centrales solaires photovoltaïques	Renforcer les compétences des acteurs de l'électricité en matière de modélisation et d'analyse des réseaux			0,015	2023
10		Cours de formation sur le dimensionnement et la modélisation 3D des centrales solaires photovoltaïques	Renforcer les compétences des acteurs de l'électricité en matière de dimensionnement et de modélisation des centrales solaires photovoltaïques.			0,015	2023

Source : JICA Survey team

Chapitre 2 République du Cameroun



Chapitre 2 République du Cameroun

2-1 Situation générale

Depuis son indépendance en 1960, le Cameroun a maintenu sa stabilité politique dans une région d'Afrique centrale soumise à des conflits récurrents. Il exporte notamment du pétrole brut, du gaz naturel, du bois d'œuvre et du bois transformé, du cacao et du coton. Le pays jouit par ailleurs de riches ressources naturelles telles que le minerai de fer, la bauxite et le cobalt. D'un autre côté, à cause notamment de la faiblesse de sa croissance économique de ces dernières années, il n'a pas été en mesure d'agir suffisamment pour résoudre le problème de la pauvreté et, bien que ce pays recèle des potentialités de développement, son peuple souffre comme auparavant d'une situation de pauvreté. Cependant, un développement socio-économique stable du Cameroun est indispensable, autant pour maintenir la stabilité de la région d'Afrique centrale que pour aménager un environnement propice aux activités des entreprises privées qui ont les yeux tournés vers ce potentiel de ressources, etc.

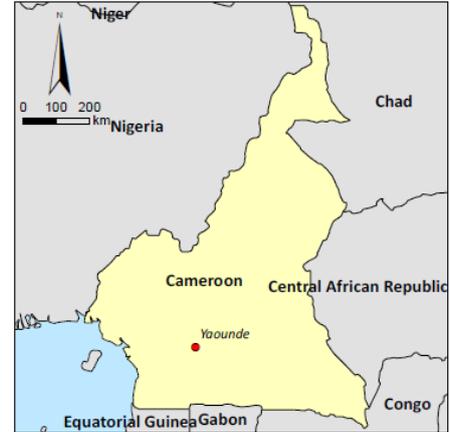


Figure 2-1.1 Carte de localisation

Par ailleurs, le Cameroun dispose de l'une des plus grandes réserves hydroélectriques d'Afrique et suscite des attentes en terme de contribution au pool énergétique d'Afrique centrale. Ce pays constitue un pôle de logistique pour les pays enclavés tels que le Tchad et la Centrafrique et l'aménagement de grands axes routiers internationaux au Cameroun est considéré comme important également dans une perspective de promotion de la circulation des biens dans la région.

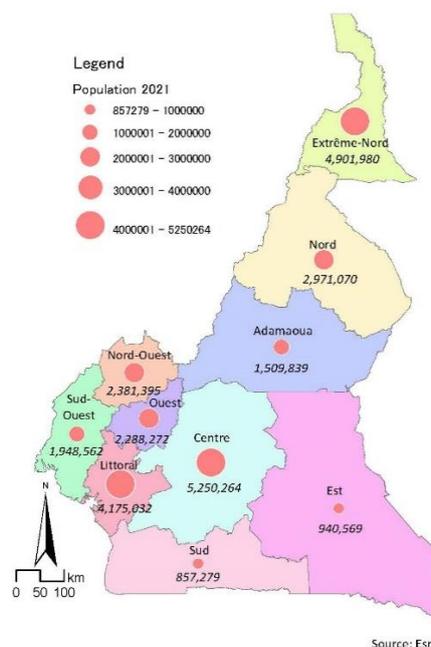


Figure 2-1.2 Répartition de sa population



Tableau 2-1.1 Données essentielles sur le Cameroun

Élément	Contenu	Source
République du Cameroun		
Superficie	475 440 kilomètres carrés	Environ 1,26 fois la superficie du Japon
Population	26 450 000	Banque mondiale, 2020
Capitale	Yaoundé	
Groupes de population	Douala, Bamiléké, Bamouns, Foulbé	
Langues	Français, anglais (toutes deux langues officielles), autres langues des diverses ethnies	
Religions	Catholicisme, protestantisme, islam et autres religions traditionnelles	
Forme de gouvernement	République	
Parlement	Bicaméral (Assemblée nationale et Sénat)	
Produit intérieur brut (PIB)	40.8 billion USD	Banque mondiale, 2020
Revenu national brut (RNB) par habitant	1,537 dollars US	Banque mondiale, 2020
Taux de croissance économique	0,5 %	Banque mondiale, 2020
Taux de chômage	3,9 %	(Banque mondiale, 2021 (estimations de l'OIT))
Taux d'électrification	Taux national : 63 % Zones urbaines : 93 % Zones rurales : 22,3 %	AIE, 2020

**Tableau 2-1.2 Orientations de coopération au développement à l'égard du Cameroun
(en date de 2012)**

Élément	Contenu
Orientations de base de l'APD	【Soutien à la croissance économique et à l'extension de l'emploi dans la perspective d'un développement économique et social stable】 Pour soutenir la démarche de croissance économique et d'extension de l'emploi fondée sur le document de stratégie pour la croissance et l'emploi (GESPE) de 2009, un soutien est spécifiquement déployé dans les domaines du développement des ressources humaines centré sur l'éducation, du développement économique centré notamment sur la promotion des petites et moyennes entreprises et du développement agricole et rural.
Domaines spécifiquement ciblés	(1) Développement des ressources humaines centré sur l'éducation (2) Développement économique centré notamment sur la promotion des petites et moyennes entreprises (3) Développement agricole et rural



2-2 Politique énergétique

Le « National Energy Efficiency Policy, Strategy and Action Plan », élaborée en mars 2014, comprend des politiques, stratégies et plans d'action en matière d'efficacité énergétique. Les principaux objectifs comprennent la réduction de la consommation d'électricité (2 250 GWh) et de la production d'électricité (450 MWh) d'ici 2025.

■ Démarche d'amélioration de l'accès à l'électricité

● Taux d'électrification selon les régions

Le taux d'électrification du Cameroun, comme le montre le Tableau 2-1.1, est de 69,8 % au niveau national, de 98,3 % dans les zones urbaines et de 32,2 % dans les zones rurales (AIE, 2019). Le taux d'électrification est très élevé dans les zones incluant des zones urbaines, notamment la région du Centre qui inclut la capitale Yaoundé, mais faible dans les zones rurales peu peuplées, en particulier dans la région de l'Extrême-Nord, dont le taux d'électrification est encore plus bas que dans les autres régions.

● Politique en vue de l'amélioration de l'accès à l'électricité

Le Cameroun met en œuvre un développement de ses infrastructures électriques dans le but d'accroître l'électrification de l'ensemble de son territoire. Les infrastructures électriques sont principalement développées par Eneo qui a la charge de la production et de la distribution d'électricité et par la SONATREL qui a la charge du transport et de la transformation de l'électricité. Le Cameroun disposant d'un potentiel élevé de production hydroélectrique, pour répondre à la demande croissante d'électricité, un développement des sources d'énergie centré sur un plan de production hydroélectrique et un projet d'extension du réseau électrique autour des principales villes (RI : Réseau National Interconnecté) sont en cours. Un bailleur a déjà décidé de mettre en œuvre le plan de développement des installations de transport et de transformation, et le développement des infrastructures électriques impliquant le soutien d'autres bailleurs devrait conduire à une augmentation du taux d'électrification.

2-3 Demande et offre d'énergie

La production intérieure brute en énergie pour l'année 2019 équivaut à 651 200 tonnes d'équivalent pétrole (tep) dont environ 73 % de pétrole. La production nationale couvre la totalité de la consommation intérieure de pétrole et c'est aussi 50 % environ de la production qui est exportée. Pour la même année, la consommation finale s'élevait à 253 500 tep, dont plus de 75 % de pétrole.



Tableau 2-3.1 Cameroun, tableau de l'offre et de la demande en énergie

(Unité : ktp 1 000 tonnes convertis en pétrole)

	2000	2005	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Volume de production nationale								
Charbon	-	-	-	-	-	-	-	-
Charbon de bois	274	280	351	351	357	357	372	388
Pétrole	5 401	4 231	3 562	4 414	4 364	3 637	4 553	4 752
Gaz naturel	0	0	278	458	495	495	536	585
Électricité	269	356	535	689	726	745	766	787
Combustible fossile	3	20	131	308	323	327	331	336
Hydraulique	266	336	392	375	396	412	428	444
Géothermique	0	0	0	0	0	0	0	0
Renouvelables (solaire et éolienn)	0	0	6	6	6	7	7	7
Bio et déchet	0	0	6	0	0	0	0	0
Volume d'importation								
Charbon	-	-	-	-	-	-	-	-
Pétrole	-3,879	-2,479	-1,985	-2,664	-2,678	-2,613	-2,548	-2,485
Produits pétroliers	-573	-841	229	286	297	687	672	658
Gaz naturel	-	-	-	-	-	-	-	-
Électricité	0	0	130	5	5	5	6	6
Volume final de consommation								
Charbon	-	-	-	-	-	-	-	-
Pétrole	877	883	1 321	1 225	1 301	1 663	1 778	1 906
Gaz naturel	0	0	0	0	0	0	0	0
Électricité	234	284	472	522	552	576	601	629

Source : Africa energy Database 2019 (African Energy commission)

2-4 Organisation du secteur de l'électricité

L'autorité en charge du secteur de l'électricité est le ministère de l'Eau et de l'Énergie (MINEE). En matière de fourniture d'électricité, la société camerounaise d'électricité Eneo est en charge de la production et de la distribution, le secteur du transport étant pris en charge par la Société nationale de transport d'électricité (SONATREL). Les autres structures liées à l'électricité comprennent la Commission de régulation de l'électricité (CRE) qui est chargée de la régulation de l'électricité, l'Agence d'électrification rurale du Cameroun (AER) qui promeut l'électrification rurale et la société publique Electricity development corporation (EDC) qui supervise et gère les actifs publics liés à l'électricité. Le ministère de l'Eau et de l'Énergie (MINEE) s'est donné pour objectif de porter le taux d'électrification à 75 % à l'horizon 2030.

Tableau 2-4.1 Organisation du secteur de l'électricité au Cameroun

Autorité compétente	Ministère de l'Eau et de l'Énergie (MINEE).
Compagnies d'électricité	Production et distribution (privé) : Eneo, the energy of Cameroon
	Transport : Société nationale de transport d'électricité (privé) (SONATREL).
Régulation de l'électricité	Commission de régulation de l'électricité (CRE)
Société de développement de l'électricité	Electricity development corporation (EDC)
Électrification rurale	Agence d'électrification rurale du Cameroun (AER)



2-5 Offre et demande d'énergie

L'offre et la demande en électricité au Cameroun pour ces dernières années se présentent comme suit :

Tableau 2-5.1 Cameroun, évolution de l'offre et de la demande

Rubriques	Unité	2015	2016	2017	2018	2019
Volume d'électricité produit	GWh		6 501,1	6 973,6	6 977,0	7 006,3
par les centrales hydroélectrique	GWh	4 359	4 752,0	5 089,9	5 023,0	5 185
par les centrales thermiques	GWh	405	1 749,1	1 883,4	1 953,0	1 822
Volume d'importation	GWh	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Volume de consommation d'électricité	GWh	-	6 079,8	6 511,3	6 449,0	6 544
Demandes haute tension	GWh	-	1 476,3	1 686,7	1 530	1 305
Demandes basse tension	GWh	-	4 603,5	4 824,7	4 919	5 239
Perte de transport	%	5,76	6,53	6,42	6,90	-
Perte en distribution	%	30,51	29,48	31,5	31,1	-

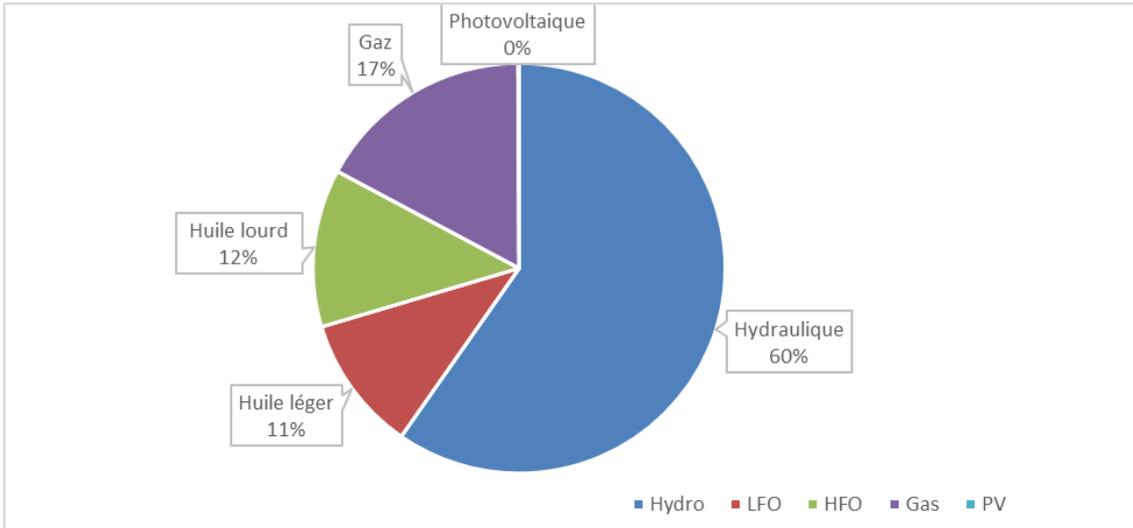
Source : Élaboré par la mission d'étude à partir des sources d'ENEO

C'est environ 75 % de la consommation d'électricité domestique qui est fournie par la production d'énergie hydroélectrique suivie par l'énergie thermique comprenant l'alimentation électrique hors réseau qui représente environ 25 %. Selon le rapport annuel ENEO de 2018, des efforts sont déployés dans le but de réduire le temps et la fréquence de suppression des charges en introduisant un système d'information géographique pour les équipements des lignes de distribution, via le remplacement des lignes de distribution en bois vieillissantes et en adoptant petit à petit un système de compteurs intelligents. Cependant, les pertes sur les lignes de transmission et de distribution restent à une moyenne qui est haute par rapport aux autres pays étudiés en Afrique subsaharienne et ont même augmenté lors de ces dernières années. Il est supposé que l'expansion du système de dorsale domestique via le soutien d'autres bailleurs de fonds ainsi que l'expansion du système d'alimentation électrique sont en progression grâce au programme d'électrification locale.

2-6 Installations de production d'électricité

(1) Équipements de production d'énergie

Selon les sources fournies par ENEO concernant l'alimentation électrique au Cameroun, la capacité de production d'électricité est de 1 615 MW en comptant la centrale hydroélectrique de Lompagar d'EDC. Mis à part l'énergie électrique, l'hydroélectricité est à 60% et les autres énergies thermiques sont à environ 40%. La proportion des autres énergies renouvelables concernant l'ensemble des sources d'énergie est de moins de 1 %. D'après le rapport annuel de 2019, la capacité de production d'électricité nationale détenue par ENEO est de 998,9 MW dont 13 endroits connectés au réseau principal et 24 hors-réseau. À la suite de la révision de la loi de 2011 qui a séparé les catégories de production, de transport et de la distribution d'électricité et une concurrence au sein du secteur de l'électricité est enfin imposée, la capacité de production d'ENEO est limitée à 1 000 MW pour l'électricité. La liste des installations de production d'électricité au Cameroun est présentée ci-après.



Source : JICA Survey team

Figure 2-6.1 Cameroun, Ratio des types de sources d'énergie

Selon le rapport annuel 2019 d'ENEO, la capacité de production d'électricité nationale détenue par ENEO était de 998,9 MW, dont 13 en réseau et 24 hors réseau.

La liste des installations dans la production d'électricité est présentée ci-dessous dans le tableau 2-6.1.



Tableau 2-6.1 Cameroun, liste des installations dans la production d'électricité

Type	Centrale	Capacité installée (MW)	Mise en service	Zones	Raccordement au réseau	Propriétaire
Hydraulique	EDEA	267	1953	Réseau sud	Oui	ENEO
	SONGLOULOU	384	1981	Réseau sud	Oui	ENEO
	LAGDO	72	1983	Réseau sud	Oui	ENEO
	MENVE'LE	211	2019	Réseau sud	Oui	ENEO
	Lom pagar	30	en construction	Réseau sud	Oui	EDC
Huile léger (diesel)	BERTOUA	17,6	1993	Réseau est	Non	ENEO
	AMBAM	1,684	1982	Réseau est	Non	ENEO
	LOMIÉ	9	1979	Réseau est	Non	ENEO
	YOKADOUMA	1,328	1980	Réseau est	Non	ENEO
	MOULOUNDOU	0,984	1994	Réseau est	Non	ENEO
	GAROUA-BOULAI	1,7	1983	Réseau est	Non	ENEO
	BÉTARÉ-OYA	1,128	1997	Réseau est	Non	ENEO
	YOKO	0,5	1991	Réseau est	Non	ENEO
	POLI	0,617	1991	Réseau nord	Non	ENEO
	BANYO	0,5	1980	Réseau nord	Non	ENEO
	TOUBORO	0,253	1998	Réseau nord	Non	ENEO
	TIGNERE	0,43	1983	Réseau nord	Non	ENEO
	TIBATI	0,705	1982	Réseau nord	Non	ENEO
	NGAOUNDAL	1,124	1981	Réseau nord	Non	ENEO
	DJAMBOUTOU	17	2016	Réseau nord	Oui	ENEO
	KOUSSERI	4,4	1967	Réseau nord	Oui	ENEO
	MAPE	1,1	1985	Réseau sud	Non	ENEO
	BAMENDJIN	0,053	1970	Réseau sud	Non	ENEO
	MBAKAOU	0,333	1967	Réseau sud	Non	ENEO
	OLAMZE	0,293	1999	Réseau sud	Non	ENEO
	MEYOMESSALA	2,32	1993	Réseau sud	Non	ENEO
	DJOURM	1,358	1996	Réseau sud	Non	ENEO
	BENGBIS	0,453	1998	Réseau sud	Non	ENEO
	AMBAM	1,98	1998	Réseau sud	Non	ENEO
	NKONDJOCK	0,728	1976	Réseau sud	Non	ENEO
	MUNDEMBA	0,282	1997	Réseau sud	Non	ENEO
	MOUANKO	0,445	1981	Réseau sud	Non	ENEO
	KAMPO	0,48	1999	Réseau sud	Non	ENEO
	BASSA 2	18	1980	Réseau sud	Oui	ENEO
	BASSA 3					ENEO
	BAFOUSSAM	13	1986	Réseau sud	Oui	ENEO
	MBALMAYO	10	2012	Réseau sud	Oui	ENEO
	EBOLOWA	10	2012	Réseau sud	Oui	ENEO
BAMENDA	20	2012	Réseau sud	Oui	ENEO	
AHALA	28	2012	Réseau sud	Oui	ENEO	
AGGREKO BERTOUA	5	2018			AGGREKO	
Huile lourd (mazout)	LIMBÉ	85	2005	Réseau sud	Oui	ENEO
	OYOMABANG	18	2000	Réseau sud	Oui	ENEO
	LOGBABA	12	2002	Réseau sud	Oui	ENEO
	DIBAMBA (DPDC huile lourd)	86	2009			DPDC
Gaz	LOGBABA GAZ	30	2015	Réseau sud	Oui	ENEO
	BASSA GAZ	20	2015	Réseau sud	Oui	ENEO
	KRIBI (KPDC gaz)	216	2013			KPDC
	AGGREKO MAROUA	10	2017			AGGREKO
Photovoltaïque	KIYE OSSI	1,27	2019			ENEO

Source : ENEO

(2) Installations de transmission et de distribution

La tension nominale de l'équipement de transmission et de distribution d'énergie dans chaque pays se compose des éléments suivants et l'exploitation est sous la juridiction d'ENEO et de SONATREL.

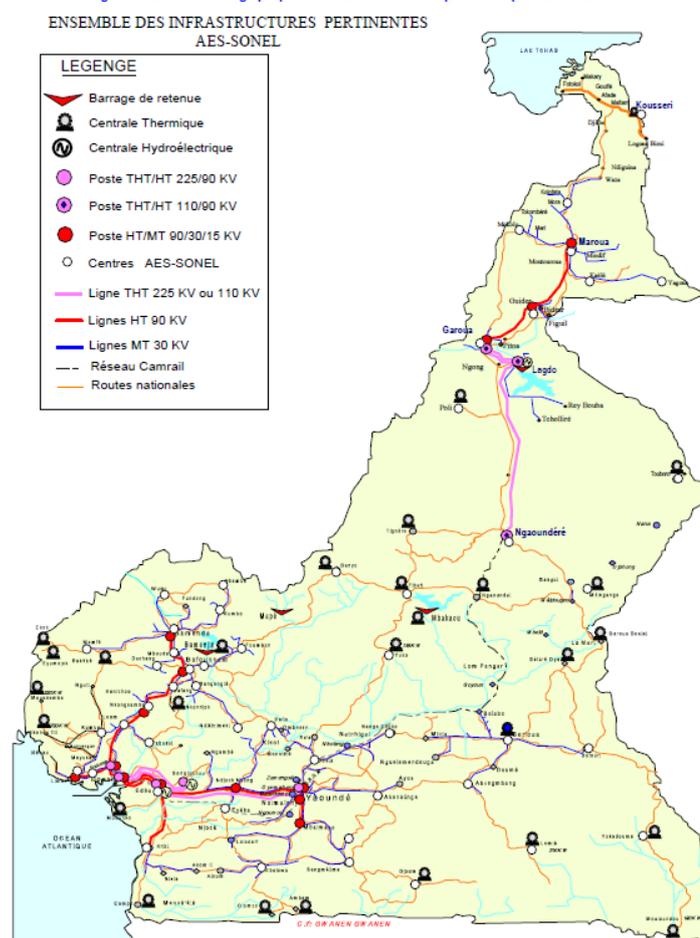


Tableau 2-6.2 Classe de tension et longueur des lignes de transmission et de distribution

Classification	Classe de tension	Juridiction	Président (à partir de 2018)
Transmission de puissance	225 kV	SONATREL	11 158km
	110 kV		
	90 kV		
Distribution d'énergie	30 kV	Eneo	11 450km
	15 kV		
	0,22 kV		

Le système principal de chaque pays est grossièrement divisé en trois, le Réseau Interconnecté Nord (RIN), le Réseau Interconnecté Est (RIE) et le Réseau Interconnecté Sud (RIS). Chaque système est exploité de manière indépendante, et des projets d'expansion et de connexion pour chaque système sont en cours dans le plan de développement à moyen et long terme. En ce qui concerne le système oriental, il n'y a actuellement pas de sous-stations ou de lignes de transmission à très haute tension et il n'y a qu'un système indépendant composé principalement de moteurs diesel.

Figure 2.1 Localisation Géographique des Infrastructures Electriques Gérées par AES-SONEL



Source : Projet de développement du secteur de l'énergie

Figure 2-6.2 Diagramme du système de transmission du Cameroun

Vous trouverez ci-dessous un aperçu des principales lignes de transmission et sous-stations de chaque système.



Tableau 2-6.3 Ligne de transmission RIN (système nord)

Niveau de tension (kV)	Numéro	Longueur (km)
110	3	288
90	2	200

Tableau 2-6.4 Sous-station RIN (système nord)

No	Nom	Niveau de tension (kV)	Capacité (MVA)	Nombre de Transformateur
1	Garoua	110/15	20	1
		110/90/15	60	1
2	Guider	90/30	10	1
3	Maroua	90/30	20	1
		90/15	20	1
4	Ngaoundere	110/15	20	2
5	Lagdo	110/10		
6	Maroua	90/30/15		

Tableau 2-6.5 RIS Ligne de transmission (système sud)

Niveau de tension (kV)	Numéro	Longueur (km)
225	14	958
90	38	1021,2

Tableau 2-6.6 Sous-station RIS (système sud)

No.	Name	Voltage Level(kV)	Capaity (MVA)	Number of Transformer	No.	Name	Voltage Level(kV)	Capaity (MVA)	Number of Transformer
1	Ahala	90/15/30	50	1	16	Dibamba	90/11	50	2
2	BRGM	90/15	36.5	2	17	Edea 1	90/5.5	14.2	1
3	Kondengui	90/15	36	1	18	Edea 3	90/15	20	2
4	Mbalmayo	90/30	36	1			90/10.3	25	1
5	Ndjock Nkong	90/30	20	1	19	Koumassi	90/15	50	2
6	Ngouso	90/30	36	1	20	Logbaba	225/90	105	1
		90/15	50	2			90		
7	Nomayos	90/30	36	1	21	Makepe	90/15	36	2
8	Nismalen	90/30	36	1	22	Mangombe	225/90	105	1
9	Oyonaganb	225/90	105	1			90		
		90/15			23	Ngodi Bakoko	90/15	50	2
10	Ebolowa	225/90	105	1	24	Njombe	90/30	36	1
		90/30	36	1	25	Nkongsamba	90/30	50	1
11	Bassa	90/15	50	3			90/15	10	1
12	Bekoko	225/90	105	1	26	Limbe	90/30	50	1
		90/30	36	1	27	Sonara	90/30	20	1
13	Bonaberi	90/15	50	1	28	Bafoussam	90/30	50	1
		90/15	20	2			90/15	36	1
14	Dagote	90/15	12	2	29	Bamenda	90/30	36	1
15	Deido	90/15	50,20	2					

Source : préparé par l'équipe d'enquête à partir des documents de SONATREL

(3) Plan de développement (incluant le plan local d'électrification)

Le gouvernement du Cameroun a positionné le développement humain comme l'un de ses domaines prioritaires dans son document stratégique pour la croissance et l'emploi et a déclaré qu'il renforcera le développement des ressources humaines par la diffusion de l'éducation. Cependant, en raison des contraintes financières, une infrastructure suffisante n'a pas été fournie et les enfants sont obligés d'étudier dans des environnements éducatifs médiocres tels que des salles de classe surpeuplées, des systèmes en deux parties et des installations délabrées. L'offre d'enseignants se stabilise avec 37 ou 200 nouveaux



emplois contractuels réalisés grâce à la politique d'emploi régulier des enseignants non réguliers.

Le taux de croissance du PIB réel est d'environ 5% depuis 2012 grâce à l'exportation des ressources et la croissance des industries tertiaires (principalement les télécommunications et les transports). Cependant, la croissance économique n'a pas amélioré la qualité de vie des gens. Pour remédier à cela, le gouvernement camerounais considère le développement de l'environnement des investissements et des infrastructures pour dynamiser le secteur privé comme l'un des enjeux clés du « Document stratégique pour la croissance et l'emploi », visant à créer des emplois et promouvoir la croissance économique. L'agriculture est une industrie clé au Cameroun qui représente environ 60% de la population active (2012) et environ 25% du PIB (2012). D'autre part, le revenu des petits agriculteurs a tendance à stagner et il est urgent d'améliorer le revenu des agriculteurs. Alors que la zone de production du riz qui est l'un des principaux produits agricoles est de 49 000 ha et que le volume de production n'est que de 120 000 tonnes (2012), plus de 520 000 tonnes de riz ont été importées en 2012. Dans ces conditions, le gouvernement camerounais vise une production de 650 000 tonnes de riz d'ici 2018 en combinant riz pluvial et riz paddy.

2-7 Défis et besoins de développement

Le Cameroun possède le troisième potentiel hydroélectrique le plus élevé d'Afrique après le Congo et l'Éthiopie, et le gouvernement se concentre sur le développement de l'hydroélectricité et de l'énergie thermique à grande échelle comme mesure pour augmenter la demande. Pour cette raison, le mix énergétique du Cameroun en 2017 est de 58% pour l'hydroélectricité et 41% pour l'énergie thermique et le ratio d'énergie renouvelable est faible à environ 0,1%.

Le Ministère des Ressources en Eau et de l'Énergie a formulé le plan directeur des énergies renouvelables en 2017, et d'ici 2035, le ratio du mix énergétique sera de 75 % pour l'hydroélectricité et l'énergie thermique et de 25 % pour les énergies renouvelables (énergie solaire 6 %, hydraulique 11 %), biomasse 7 %, énergie éolienne 1 %). Bien qu'il y ait de fortes attentes pour le développement de la petite hydroélectricité, l'accent est mis sur le développement de la petite hydroélectricité connectée au réseau.

Le taux national d'électrification au Cameroun est élevé et d'environ 63,0 % avec un taux élevé de 93,0 % dans les zones urbaines et un faible taux de 22,3 % dans les zones rurales. Il y a peu de soutien financier pour améliorer le taux d'électrification et il est temps de l'améliorer.

L'autre problème est celui de la perte importante de distribution qui s'élève à environ 30 % (la perte de transmission est d'environ 6 %).

Bien que les besoins n'aient pas été confirmés comme projet prioritaire par des entreprises telles qu'ENEO et SONATREL, en plus du projet visant à introduire l'équipement de la batterie de condensateurs dans la sous-station mentionné dans le plan directeur de l'électricité qui tire le meilleur parti des ressources abondantes en eau, nous considérons comme une option valable un projet pour améliorer l'accès à l'électricité grâce à la petite production hydroélectrique.

Le Plan directeur des énergies renouvelables identifie un total de 503 sites de projets de petites centrales hydroélectriques, dont 260 ont une capacité inférieure à 10 MW et 243 ont une capacité inférieure à 5 MW.



Étant donné que le plan directeur prend en compte l'interconnexion du réseau présentée dans le Tableau 2-6.6 RIS Substation (Southern system), les sites à moins de 20 km du réseau sont considérés comme candidats au développement d'un mini-réseau pour l'électrification rurale. Cependant une idée consiste à former un projet de mini-réseau combinant la petite hydroélectricité et le diesel dans des zones éloignées du réseau.

2-8 Liste des projets potentiels

Le Tableau 2-8.1 présente la liste des projets candidats élaborée à partir des réponses au questionnaire fournies par les organisations compétentes du secteur de l'énergie et du contenu de leurs demandes.

Tableau 2-8.1 Liste des projets potentiels

Projet de développement du secteur de l'énergie (PDSEN)

Priorité	District	Nom du projet	Objectif du projet	Composant	Qualité	Coût estimé (MUSD)	Période de démarrage
1	Sud-Ouest (Limbe substation)	-	Stabiliser l'alimentation électrique de la distribution	Installation d'une batterie de condensateurs et d'autres installations <ul style="list-style-type: none"> • Banque de condensateurs et travaux de génie civil associés • Appareillage MT • Modification des équipements de contrôle 	50MVAR	0,894	2025
2	Ouest (Baffousam substation)	-	Stabiliser l'alimentation électrique de la distribution	Installation d'une batterie de condensateurs et d'autres installations <ul style="list-style-type: none"> • Banque de condensateurs et travaux de génie civil associés • Appareillage MT • Modification des équipements de contrôle 	25MVAR	0,47	2025
3	Sud-Ouest (Njombe substation)	-	Stabiliser l'alimentation électrique de la distribution	Installation d'une batterie de condensateurs et d'autres installations <ul style="list-style-type: none"> • Banque de condensateurs et travaux de génie civil associés • Appareillage MT • Modification des équipements de contrôle 	25MVAR	0,447	2030
4	Littoral (Njock Nkong substation)	-	Stabiliser l'alimentation électrique de la distribution	Installation d'une batterie de condensateurs et d'autres installations <ul style="list-style-type: none"> • Banque de condensateurs et travaux de génie civil associés • Appareillage MT • Modification des équipements de contrôle 	20MVAR	0,357	2035

Source : JICA Survey team



Chapitre 3 République du Congo



Chapitre 3 République du Congo

3-1 Situation générale

La République du Congo est un pays producteur de pétrole brut, l'industrie pétrolière représentant environ 70% de ses revenus et environ 80% de ses exportations, et a enregistré un taux de croissance économique moyen de 5,2% (2017, FMI) pour les 10 années de 2005 à 2014. En outre, le RNB par habitant est de 1 710 dollars (Banque mondiale, 2016), ce qui est relativement élevé pour l'Afrique centrale. En revanche, le problème de la pauvreté dans les banlieues et les zones rurales existe toujours, et s'est aggravé en raison de l'afflux de réfugiés des régions environnantes (46 457 personnes : 2016, HCR). En outre, l'indice de développement humain est atone et se situe au 135e rang sur 188 pays (2016, Programme des Nations unies pour le développement (PNUD)). Par ailleurs, depuis le second semestre 2014, la dette publique du pays a augmenté pour atteindre 110% du PIB en

raison de la détérioration des finances publiques et de la stagnation macroéconomique due à la chute des prix du pétrole brut (annoncé par le FMI en octobre 2017). Dans ce contexte, dans le cadre de son « Plan National de Développement (PND) », le pays a mis en place une « Promotion de la Croissance, de l'Emploi et de la Réduction de la Pauvreté » afin de rétablir l'équilibre de la macroéconomie, de favoriser la diversification économique et de promouvoir la sécurité humaine. Le document de stratégie à moyen terme 2012-2016 (DSCERP2012-2016) a été formulé, abordant la gouvernance, la croissance et la diversification sociale, le développement des infrastructures socio-économiques, le développement social inclusif et le développement durable comme principales priorités de développement (actuellement, le pays formule le DSCERP 2017-2022). En outre, dans son manifeste « Steps toward Development » annoncé au moment de sa réélection en mars 2016 et dans son discours de politique générale en décembre 2017, le président Sass Nguesso a identifié les mesures visant à lutter contre le chômage des jeunes par une formation professionnelle de qualité et la création d'emplois, et à promouvoir la sécurité alimentaire par une autosuffisance accrue comme des priorités au cours de son mandat.

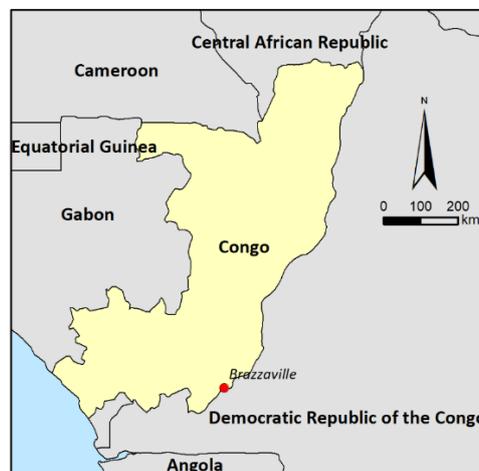


Figure 3-1.1 Carte de localisation

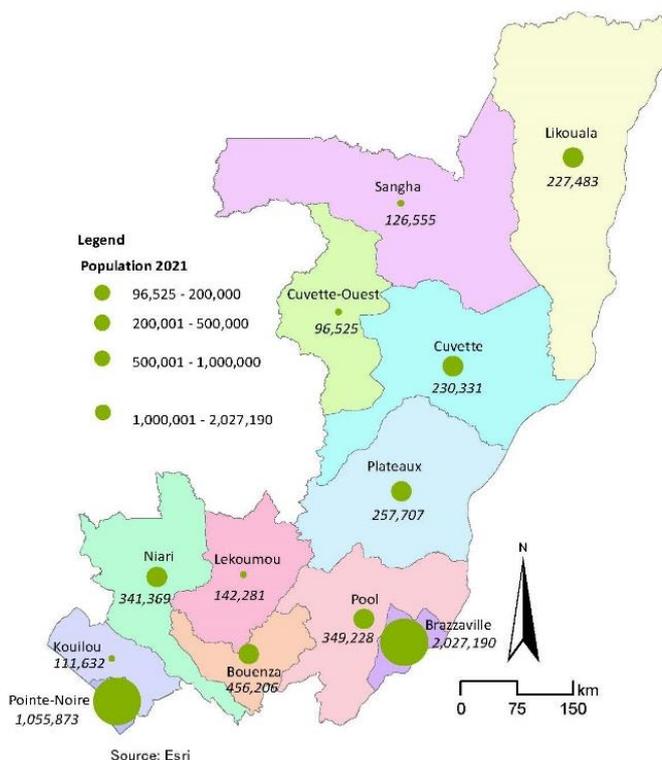


Figure 3-1.2 Répartition de la population



Tableau 3-1.1 Données essentielles

Article	Contenu	Références
Zone	34 200 km ²	
Population	5 220 000	2020, Banque mondiale
Capitale	Brazzaville	
Groupes ethniques	Congo, Teke, Nvoti, Sangha, etc.	
Langue	Français (langue officielle), Lingala, Kituba	
Religion	Christianisme, Islam	
Forme de gouvernement	Républicanisme	
Régime alimentaire	Assemblée nationale (151 membres, mandats de 5 ans) Sénat (72 membres, mandat de 6 ans))	
Produit intérieur brut (PIB)	10,19 milliards USD	2020, Banque mondiale
Revenu national brut par habitant (RNB)	1,770 USD	2020, Banque mondiale
Taux de croissance économique	-7,9%	2020, Banque mondiale
Taux de chômage	23,0%	(2021, Banque mondiale (estimation de l'OIT))
Taux d'électrification	Tout le pays : 48% Urbain : 66% Régionale : 10	2020, AIE

Tableau 3-1.2 Politique d'aide au développement concernant l'Éthiopie (en date de 2018)

Article	Contenu
Politique de base de l'APD	Soutien à l'amélioration des conditions de vie de base et au développement des infrastructures économiques pour une « croissance inclusive et durable » . Soutenir les efforts du gouvernement sur la base du Plan National de Développement (PND) et d'autres stratégies, dont le « Document Stratégique à Moyen Terme pour la Croissance, l'Emploi et la Réduction de la Pauvreté 2012-2016 (DSCERP2012-2016) » élaboré par la République du Congo, et aider à atteindre une « croissance inclusive et durable » grâce à la diversification économique, à l'amélioration de la sécurité humaine et à d'autres moyens. Le gouvernement du Japon apportera son soutien à l'amélioration du cadre de vie de base et au développement des infrastructures économiques afin de contribuer à la réalisation d'une « croissance inclusive et durable » par la diversification économique, l'amélioration de la sécurité humaine et d'autres facteurs contribuant à cette croissance.
Domaines clés	(1) Amélioration du cadre de vie de base pour une « croissance inclusive » . (2) Développement des infrastructures économiques pour une « croissance durable ».



3-2 Politique énergétique

Le ministère de l'énergie et des ressources hydrauliques a mis à jour la lettre de politique du secteur de l'énergie (LPSE 2017), un document relatif à la politique énergétique, conformément aux directives du président de la République pour 2017.

La LPSE 2017 s'inscrit dans la continuité de la précédente, en mettant l'accent sur la poursuite de la mise en œuvre des réformes, notamment en ce qui concerne la participation active du secteur privé au développement de la production, du transport et de la distribution d'électricité.

La politique énergétique se décline en quatre pôles

- Finalisation du cadre institutionnel et réglementaire
- Réforme des opérateurs historiques
- Promouvoir les énergies renouvelables et augmenter l'offre d'électricité.
- Restauration, renforcement et modernisation des installations de transport et de distribution. Mise en place d'un comité de gestion, élaboration d'un règlement intérieur et optimisation des affectations du personnel.

Comme le montre le tableau 3-2.1, des objectifs stratégiques ont été fixés pour 2016, mais ils semblent être des objectifs continus au-delà de 2016.

Tableau 3-2.1 Objectifs principaux de la politique énergétique

	Objectifs stratégiques	Objectif global	Objectif concret	Cibles 2016
1	Fournir de l'électricité en quantité et en qualité suffisantes à un prix abordable pour tous.	Renforcer la capacité de production, de transmission et de distribution de l'énergie électrique.	D'ici 2015, la couverture urbaine sera de 90 %.	1 765 700MWh (Production) 1 500 000 MWh (approvisionnement) 1 300 000MWh (Ventes)
		Augmenter le niveau d'électrification des zones rurales.	Faire passer la couverture rurale à 50 % d'ici 2015.	Veiller à ce que les habitants des zones rurales aient un accès permanent à l'électricité
2	Répondre aux besoins en électricité des projets industriels du pays (mines, fonderies, ZDE).	Renforcer la capacité de production et de transmission du pays.	Fournir de l'électricité aux grandes mines et aux zones industrialisées.	Couvrir au moins 50 % de la zone d'activité industrielle.
3	Contribuer à la réalisation des systèmes électriques nationaux et sous-régionaux.	Promouvoir l'intégration des sous-régions par le biais de réseaux nationaux.	Interconnecter les réseaux électriques nationaux et sous-régionaux.	Interconnecter différents points de production.
4	Améliorer la gouvernance dans le secteur de l'électricité	Renforcer la capacité de gestion du secteur.	Achever les réformes du secteur. Adopter un plan directeur national pour le secteur.	Doter le pays d'un cadre de gouvernance favorable aux partenariats public-privé. Au moins 80% du personnel opérationnel et administratif sera formé ou remis à niveau. Adoption d'un plan directeur. Adoption d'un plan directeur qui favorise également les partenariats public-privé.

Source : LPSE 2017



3-3 Offre et demande d'énergie

La République du Congo, l'un des principaux producteurs de pétrole en Afrique de l'Ouest, exporte près de 90% de sa production de pétrole, tandis que la consommation intérieure est restée inchangée ou a tendance à diminuer depuis 2014. En raison de l'abondance des ressources en eau du pays, l'hydroélectricité occupe environ 60% de la production totale d'électricité, et l'énergie thermique dérivée du gaz et du pétrole occupe environ 40%. Cependant, en raison de l'expansion de 170MW d'installations de production d'électricité au gaz à Pointe Noire en 2020 et du vieillissement des installations de production d'énergie hydroélectrique ces dernières années, le ratio de la centrale hydroélectrique diminue. D'autre part, l'introduction d'énergies renouvelables telles que l'énergie solaire et l'énergie éolienne n'a pas progressé. Le ratio de la consommation d'énergie primaire par secteur est de 53% : ménages, 24,1% : transport, 18,3% : commercial, 4,6% : industriel.

Tableau 3-3.1 Offre et demande d'énergie au Congo

(Unité : ktoe (tonne d'équivalent pétrole)) (P:Estimation)

	2000	2005	2014	2015	2016	2017	2018 ^P	2019 ^P
Production nationale								
Charbon	-	-	-	-	-	-	-	-
Charbon de bois	108	126	152	154	157	160	160	163
Pétrole	12 709	11 761	12 644	11 772	11 916	13 933	12 074	12 233
Gaz naturel	0	50	219	225	237	235	245	255
Électricité	26	37	150	149	151	157	165	172
Combustible fossils	0	6	68	69	68	70	72	75
Hydro	26	31	82	80	82	87	92	97
Géothermie	-	-	-	-	-	-	-	-
Solaire, éolienne, etc.	0	0	0	0	0	0	0	0
Biocarburants et déchets	0	0	0	0	0	0	0	0
Importation nette								
Charbon	-	-	-	-	-	-	-	-
Pétrole brut, NLG, etc.	-12 337	-11 246	-11 526	-11 019	-11 154	-11 016	-10 880	-10 746
Produit pétrolier	-210	-210	-11	40	16	-155	-153	-151
Gaz naturel	-	-	-	-	-	-	-	-
Électricité	23	36	0	0	0	0	0	0
Consommation finale								
Charbon	-	-	-	-	-	-	-	-
Pétrole brut, NLG, etc.	157	253	730	741	724	490	508	527
Gaz naturel	0	0	0	0	0	0	0	0
Électricité	22	30	69	69	69	134	138	146

Source : African Energy Commission – AFREC Database (Edition 2019)



3-4 Système de services publics d'électricité

Depuis 1967, la production, la transmission, la distribution et la vente au détail d'électricité dans toute la République du Congo sont monopolisées par la Société Nationale d'Energie (SNE), issue d'une société française de l'époque coloniale. En 2003, la loi sur l'électricité a été révisée pour interdire les monopoles et l'Agence de Régulation du Secteur de l'Electricité (ARSEL), un organisme de régulation, a été créée pour introduire un système de concurrence.

La SNE a été dissoute en juin 2018 et la société Energie Electrique du Congo (E²C.SA) a été créée par décret portant création d'une nouvelle société qui exploite l'activité de transport et de distribution d'électricité.

Tableau 3-4.1 Organisation du secteur de l'électricité en République du Congo

Autorité compétente	MINISTÈRE DE L'ENERGIE ET DE L'HYDRAULIQUE
Compagnie d'électricité	E2C – Energie Electrique du Congo
Électrification rurale	Agence nationale d'électrification rurale du Congo

3-5 Offre et demande d'électricité

L'électricité en République du Congo est principalement fournie par la production hydroélectrique et thermique (pétrole et gaz). La capacité installée de production d'électricité est restée inchangée depuis les années 2010, mais a augmenté en 2019 en raison du démarrage de l'exploitation combinée au gaz appartenant à la Centrale électrique du Congo. Les données actuelles de l'offre et de la demande d'électricité ne sont pas collectées, mais la production totale d'électricité en 2020 et la valeur prévisionnelle de la demande d'électricité après 2012 sont indiquées ci-dessous.

Tableau 3-5.1 Fourniture d'électricité au Congo

(Unité : GWh)

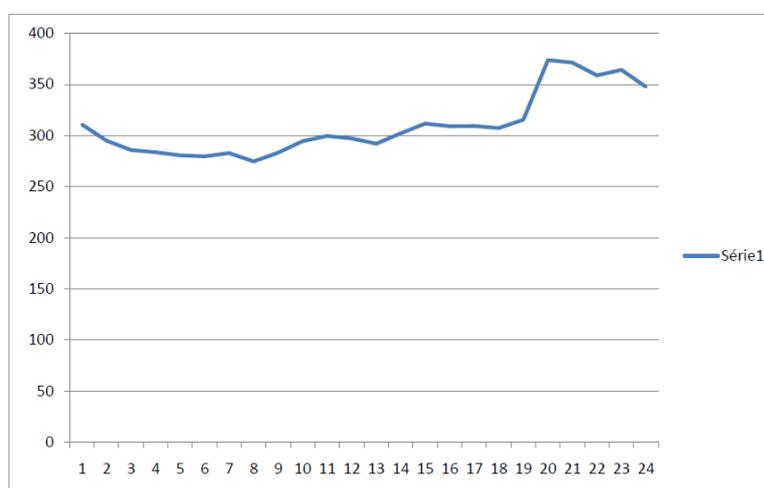
Année	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Production d'énergie	-	-	-	-	-	-	-	-	2,620	-
Hydroélectrique	-	-	-	-	-	-	-	-	1,047	-
Thermique	-	-	-	-	-	-	-	-	1,573	-
PV	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Haute tension (HT)	1 688	1 844	1 959	2 126	2 317	2 536	2 663	2 805	2 963	3 137
Perte d'énergie (HT)	101	73	78	85	93	101	107	112	119	125
Ratio de perte d'énergie HT (%)	6,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Moyenne tension (MT)	1 587	1 742	1 880	2 041	2 225	2 434	2 557	2 693	2 844	3 011
Consommation (MT)	287	336	386	444	511	588	646	711	782	860
Perte de transformateur	79	87	88	90	91	93	89	86	82	78



Année	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
HT/BT										
Ratio de perte d'énergie MT (%)	5,0	5,0	4,7	4,4	4,1	3,8	3,5	3,2	2,9	2,6
Basse tension (BT)	1 221	1 318	1 406	1,507	1 622	1 754	1 821	1 896	1 980	2 072
Consommation (BT)	430	503	578	665	765	880	968	1,064	1,171	1,288
Perte d'énergie (BT)	791	815	827	842	867	874	853	831	809	784
Ratio de perte d'énergie BT (%)	64,77	61,85	58,85	55,85	52,5	49,85	46,85	43,85	40,85	37,85
Perte totale	971	975	994	1,016	1,041	1,068	1,049	1,030	1,010	988
Perte totale (%)	57,53	53,75	50,74	47,81	44,94	42,13	39,39	36,71	34,08	31,50

Source : Perspectives de Développement et Stratégie Commerciale D'E²C

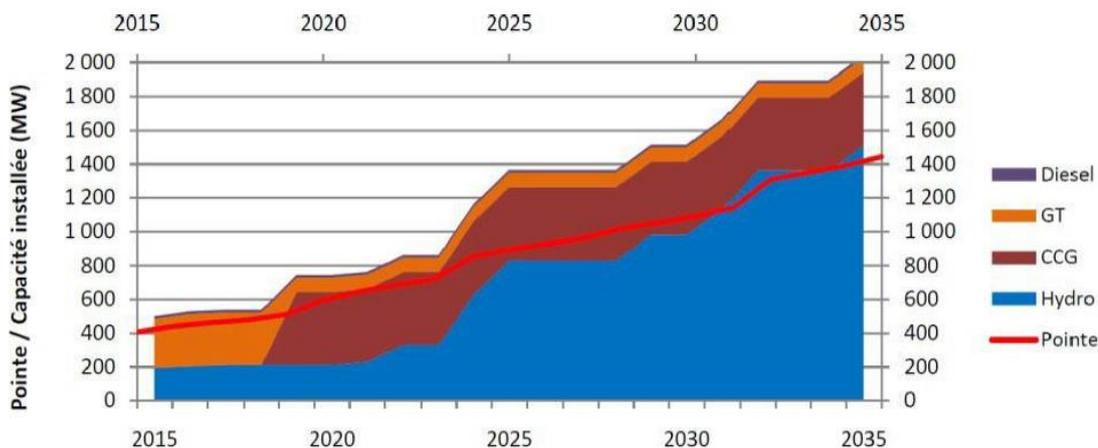
Les données de demande pour la République du Congo sont enregistrées manuellement et ne sont pas bien gérées. Il y a donc un manque de données qui peuvent être analysées pour la puissance maximale et la courbe de charge quotidienne. La Figure 3-5.1 montre la charge journalière en mars 2015, et la Figure 3-5.2 montre la prévision de la demande et le plan de développement de la puissance jusqu'en 2035 tel que décrit dans le Plan directeur de production de transport (TMRP) préparé par la Société française d'électricité (EDF). Le TMRP prévoit que la demande de pointe en 2035 sera de 1 444 MW, et que la consommation annuelle d'électricité sera de 9 947 GWh.



Source : Schéma Directeur Production Transport (EDF)

Figure 3-5.1 Courbe de charge journalière au Congo (2015.Mar)

La figure 3-5.2 montre la courbe de charge quotidienne pour le mercredi de mars 2015, dont la demande est relativement élevée par rapport aux autres jours de la semaine. La demande de pointe est enregistrée entre 19h00 et 22h00 quel que soit le jour de la semaine, ce qui suggère que la demande d'éclairage est relativement élevée.



Source : Schéma Directeur Production Transport (EDF)

Figure 3-5.2 Prédiction de la demande et développement de l'énergie

En outre, le plan d'urgence pour l'amélioration de l'alimentation électrique à Brazzaville et à Pointe Noire décrit la situation de l'offre et de la demande dans l'ensemble du pays. (Voir le tableau 3-5.2)

Bien que les données pour les quatre années de 2017 à 2020 soient fragmentaires, il y a toujours une pénurie de l'offre d'électricité et aucun changement dans la demande d'électricité.

Tableau 3-5.2 Situation de l'alimentation électrique au Congo

(Unit : MW)

Génération	2017.11.24	2018.3.13	2019.3.21	2020.4.27
Imboulou	88,86	87,71	56,52	87,87
Moukoulou	72,5	67,5	53	54
Électricité centrale du Congo	264,1	275,7	293,5	290,67
Centrale thermique de Brazzaville	0	0	0	0
Connexion internationale	-4,3	-15,2	-24,82	5,04
Consommation d'énergie	427,8	446,1	427,9	427,5

3-6 Installations de production d'électricité

(1) Installations de production d'électricité

En République du Congo, les conflits des années 1990 ont endommagé la plupart des infrastructures électriques. Par conséquent, la capacité de production d'électricité installée du Congo est tombée à 111 MW en 2003. Cela représentait environ 25 % de la demande d'électricité à l'époque. La reconstruction post-conflit a permis de porter la capacité installée actuelle à 650 MW.

Au Congo, environ 72% de la superficie totale du pays est couverte par les bassins des fleuves du Congo et de Kuirou. Par conséquent, bien que le potentiel hydroélectrique soit estimé à 14 000 MW, la capacité hydroélectrique existante est très faible (229 MW). En outre, pendant la saison sèche d'avril à septembre chaque année, le niveau d'eau du barrage baisse et la production d'électricité diminue considérablement.



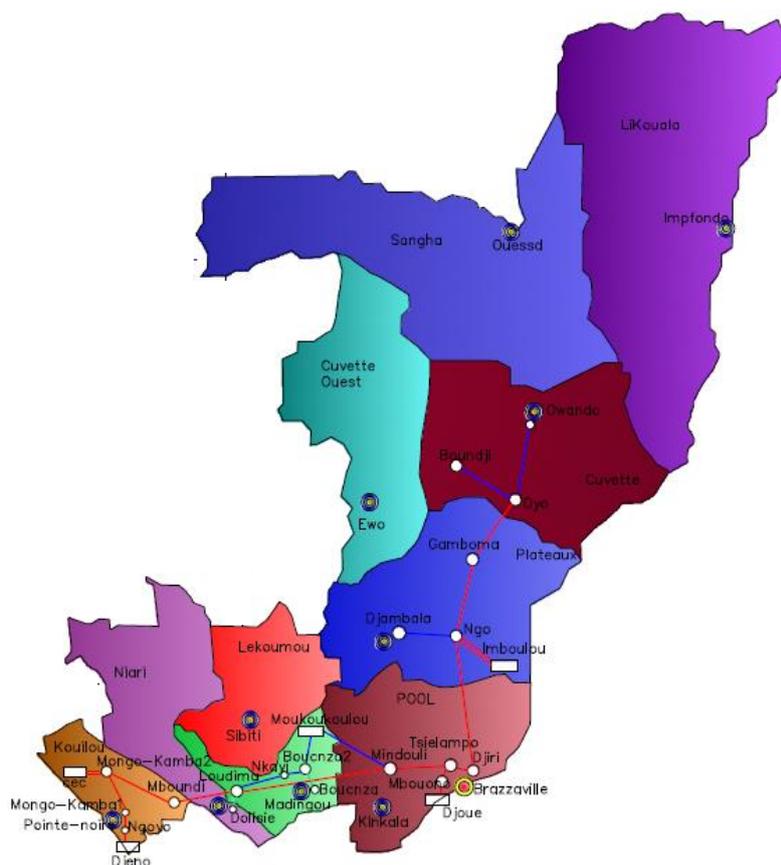
Seules les deux centrales à gaz Djeno et Congo Central Electricity (CEC) sont en service avec une capacité totale de 534 MW. En outre, la capacité des installations de production d'électricité au diesel connectées au réseau est de 49,6 MW. Les principales centrales électriques sont concentrées uniquement dans la partie sud de Brazzaville, Pointe Noire et Buena. Dans les régions du centre et du nord, l'électricité est fournie par des générateurs diesel hors réseau. La capacité totale installée des sources d'énergie non connectées au réseau principal est de 200 MW. En tant que plan de développement futur de la République du Congo, l'objectif est d'atteindre une capacité de production électrique de 2 046 MW d'ici 2035. Dans le cadre de la COP21, la République du Congo accélère ses efforts de réduction des émissions de CO₂, et entend favoriser la construction et la rénovation d'Installations de production d'électricité hydroélectriques.

Une liste des principales installations de production d'électricité connectées au réseau est présentée ci-dessous, et une carte des principales installations de production d'électricité et des lignes de transport dans le pays est présentée à la figure 3-6.1.

Tableau 3-6.1 Installations de production d'électricité au Congo (Connexion au réseau)

Type	Nom	Capacité installée (MW)	Puissance disponible (MW)	Commandé	Opérateur
Hydro	Djoue	15	0	1953	E ² C
	Moukoulou	74	68	1979	E ² C
	Imaboulou	120	85	2010	E ² C
	liouesso	19,92	19,92	2016	E ² C
Thermique	Djeno	50	50	2015	CEC
	Centrale électrique du Congo	484	484	2012	CEC
Diesel	Brazzaville	32,5	32,5	2007	
	Oyo	5,4	5,4	2003	
	Ouessou	6	6	2014	
	Sibiti	2,05	2,05	2020	
	Madingou	2,05	2,05	2017	
	Dolosie	1,6	1,6	2020	

Source : E2C



Source : Schéma de connexions principaux du réseau électrique Du Congo (E2C)

Figure 3-6.1 Carte des installations de production et des lignes de transmission au Congo

(2) Installations de transmission et de sous-stations

Le système de transmission actuel en République du Congo est composé de 220kV, 110kV et une ligne de transmission principale de 220kV a été construite de Pointe Noire à l'ouest jusqu'à la capitale Brazzaville et Owando dans la province de la Cuvette au nord. Le système 220kV a été nouvellement établi et rénové dans les années 2010. La République du Congo est l'un des pays membres du pool énergétique d'Afrique centrale avec l'Angola, le Burundi, le Cameroun, la République centrafricaine, la République démocratique du Congo, le Gabon, la Guinée équatoriale, Sao Tomé-et-Principe et le Tchad. Il n'existe qu'une ligne d'interconnexion de 220kV qui relie Kinshasa à Brazzaville de RDC. La construction d'une ligne d'interconnexion avec le Gabon est un projet futur, mais aucun progrès concret n'a été réalisé.

Le tableau 3-6.2 présente les lignes de transmission répertoriées au Congo. Les systèmes 35kV et 30kV qui sont traités comme des lignes de transmission au Congo sont également décrits.



Tableau 3-6.2 Liste des lignes de transmission au Congo

Tension (kV)	De	Vers	Longueur (km)	Conducteur Type	Surface de la section (mm ²)	Capacité (A)	Démarrage de l'opération
220	Djeno	N'goyo	9,36	Aster	366	636	2010
220	N'goyo	Mango Kamba-1	12,7	Aster	366	636	1983
220	Mango Kamba-1	Mango Kamba-2	4	Aster	570	847	1983/2011
220	CEC	Mango Kamba-2	19,2	Aster	2x455	1500	2010
220	Mango Kamba-2	Mboundi	37,5	Aster	570	847	1983/2011
220	Mboundi	Loudima	133	Aster	570	847	1983
110	Bouenza-1	Bouenza-2	43,02	ACSR	240/30	525	
110	Mokoukoulou	Loudima					
35	Loudima	Dolisie-1	48,87	ACSR	70/12		
35	Loudima	Dolisie-2	49,16	LGJ	240/40		
110	Nkayi	Bouenza-2	56,2	ACSR	185/30	366	1978
35	Bouenza-2	Loutete	15,12	ACSR	70		
35	Bouenza-2	Madingou					
110	Mokoukoulou	Bouenza-2	43,02	ACSR	240/30	525	1978
110	Mokoukoulou	Mindouli	94	ACSR	240/30	525	1987
220	Loudima	Mindouli	150	Aster	570	847	1987/2011
220	Mindouli	Tsielampo	105	Aster	570	847	1987/2011
220	Tsielampo	Mbouono	13,2	Aster	366	636	1982
30	Djoue	Mbouono	3,3	ALMELEC	228		
220	Tsielampo	Dijiri	22	ACSR	500/45	845	2010
220	Dijiri	Ngo	210	ACSR	500/45	845	2010
220	Imboulou	Ngo	77,5	ACSR	2x300/40	636	2010
110	Djambala	Ngo	109	ACSR	240/30	525	2012
220	Ngo	Gamboma	75	ACSR	500/45	845	2010
220	Gamboma	Oyo	88	ACSR	500/45	845	2010
110	Boundji	Oyo	91	ACSR	185/30	366	2011
110	Owando	Oyo	97	ACSR	500/45	845	2011



Tableau 3-6.3 Longueur totale de la ligne de transmission au Congo

Tension	220kV	110kV	35kV	30kV	total
Longueur (km)	1053,16	775,77	113,15	3,3	1945,38

Source : E2C

Le tableau 3-6.4 montre les sous-stations principales du Congo.

Tableau 3-6.4 Liste des sous-stations principales et de leurs transformateurs au Congo

Nom de la sous-station	Tension primaire (kV)	Tension secondaire (kV)	Tension tertiaire (kV)	Capacité (MVA)	Nombre de transformateurs
Région de Pointe Noire/Koullou					
Djeno	225	11	-	35	1
	225	8,4	-	27,88	1
N'goyo	225	30	-	45	1
	225	20	-	25	1
Mango Kamba-1	225	21	31,5	50/35/15	2
Mango Kamba-2	225	21	31,5	70/35/35	2
GEC	225	15,75	-	210	2
Mboundi	225	31,5	-	110	2
Région Bouenza-Niari-Lékoumou					
Loudima	220	110	31,5	45/45/15	2
	110	38,5	11	16/16/16	2
Nkayi	110	11	-	7,5	2
Loutete	35	6,6	-	2,5	2
Mandigou	35	10	-	2,5	1
	35	20	-	2,5	1
Dolisie	35	10,5	-	1,8	1
	35	10,5	-	2,5	1
	35	10,5	-	3,3	1
Sibiti	33	20	-	3,5	2
Mabombo	33	20	-	1	2
Dangote	110	10	-	25	2
Bouenza-1	121	10,5	-	45	2
Bouenza-2	121	38,5	11	16/16/16	2
Mokoukoulou					
Région Brazzaville					
Mindouli	220	110	31,5	45/45/15	2
Tsielampo	220	110	31,5	45/15/30	2
Mbouono	220	32,9	-	30	2
Djoue	30	6,6	-	6,3	1
Djoue	30	5,5	-	9,4	2
Djiri	230	22	33	45/30/45	2
Plateau/Cuvette					
Ngo	230	121	33	10/10/10	2
Imboulou	230	10,5	-	40	4
Imboulou	30	10,5	-	2,5	2



Nom de la sous-station	Tension primaire (kV)	Tension secondaire (kV)	Tension tertiaire (kV)	Capacité (MVA)	Nombre de transformateurs
Djambala	121	33	-	10	2
Gamboma	230	33	-	10	2
Oyo	230	121	33	25/25/25	2
Boundji	121	33	-	5	2
Owando	121	33	-	10	2

Source : E2C

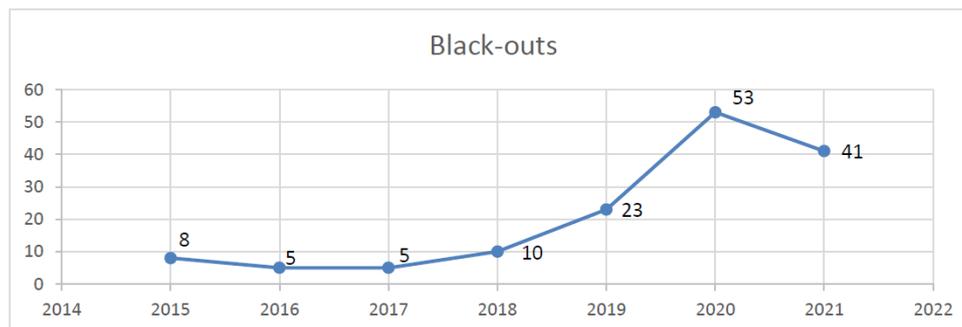
(3) Installations de distribution

Environ 80% de la capacité installée des installations de distribution d'électricité en République du Congo est exploitée à Brazzaville et Pointe Noire. Le tableau ci-dessous montre les installations de lignes de distribution existantes décrites dans le rapport de travail du Ministère de l'Energie et des Ressources en Eau (MEH) et du Comité Technique d'Approvisionnement en Electricité E2C (Jan. 2021).

Tableau 3-6.5 Installations de distribution au Congo

Facilités	Brazzaville	Pointe-Noire
Sous-station de distribution	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Center Broad Cast ➤ Sous-station-A ➤ Sous-station-B ➤ Sous-station-C ➤ Tsielampo ➤ Dijiri 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ N'Goyo ➤ Mongo Kamba-1 ➤ Mongo Kamba-2
Longueur de la ligne de distribution	954 km (Principalement des câbles souterrains)	532 km (Principalement des câbles souterrains)
Nombre d'alimentations de distribution	Total - 54 alimentateurs <ul style="list-style-type: none"> ➤ 30kV x 5 ➤ 20kV x 37 ➤ 6.6kV x 12 	Total - 38 alimentateurs <ul style="list-style-type: none"> ➤ 30kV x 3 ➤ 35kV and 20kV x 35
Nombre de transformateurs de distribution	757 <ul style="list-style-type: none"> ➤ Pour le public - 415 ➤ Pour les ménages - 314 ➤ Pour autres - 28 	601 <ul style="list-style-type: none"> ➤ Pour le Public - 226 ➤ Pour les ménages - 309 ➤ Pour autres - 66
Capacité totale du transformateur de distribution	565.16MVA	367.35MVA

En outre, le rapport de travail sur l'approvisionnement en électricité susmentionné (2021) comprend des descriptions sur le nombre d'accidents et de pannes du réseau électrique en 2021 et une analyse des facteurs pour chaque type d'accident. La figure ci-dessous montre le nombre de pannes de 2015 à 2021, dont la tendance est à la hausse ces dernières années.



Source : Synthèse des travaux du comité technique MEH-E2C sur la fourniture de l'électricité à la République du Congo (2021)

Figure 3-6.2 Évolution du nombre de pannes d'électricité au Congo

Le tableau ci-dessus montre le nombre de pannes d'électricité. Le nombre d'accidents de réseau est survenu 273 fois en 2021. Le nombre d'accidents liés aux pannes de courant par cause est indiqué comme suit.

- a) Accidents à la Centrale électrique du Congo (centrale thermique) : 11
La panne d'électricité est due à un déclenchement de l'unité de la centrale électrique. Des problèmes de système de contrôle et d'huile de lubrification ont été signalés. La centrale électrique du Congo est la principale centrale thermique du Congo et l'impact sur le réseau est important en raison de la perte d'alimentation électrique.
- b) Accidents du réseau électrique en RDC (réseau SNEL) : 9
L'accident du système électrique en RDC s'est propagé et la ligne d'interconnexion a déclenché par sur / sous fréquence. Le nombre d'accidents de blackout est de 9, mais 150 des 273 accidents totaux du système sont causés par les lignes d'interconnexion. La raison principale des accidents du système électrique a été rapportée comme suit.
 - Déclenchement sur la ligne de transmission en courant continu de 500kV entre Inga et Kolwezi
 - Trouble des équipements mécaniques de la centrale de Zongo-2
 - Déplacement des unités de la centrale d'Inga et de Zongo-2
 - Accidents dans une ligne de distribution moyenne tension
 - * Sur la base des accidents ci-dessus, E2C prévoit d'installer un relais de fréquence et de puissance inverse pour la ligne d'interconnexion.
- c) Accidents sur la ligne de transmission 220kV entre Djiri et NGO : 15
- d) Accidents dans la transmission de 220kV dans la zone sud : 7
(Les zones attendues sont Pointe Noire et Brazzaville)
- e) Perte de la production d'électricité : 13
 - Coupure de courant causée par l'arrêt d'une centrale électrique

En outre, 15 accidents de câbles souterrains ont eu lieu à Brazzaville.



3-7 Défis et besoins de développement

Selon une enquête de satisfaction menée par E2C en 2022, environ 40 % des clients ont fait part de leur méfiance à l'égard des services d'E2C, et le taux de satisfaction global est faible et s'élève à 33,33 %. En raison des nombreuses coupures de courant sans préavis, de nombreuses entreprises comme celles qui exploitent des magasins disent être obligées de posséder des générateurs coûteux.

De même, du côté de l'économie, le secteur industriel de la République du Congo est actuellement très peu développé et contribue peu à la création de richesses à l'exception de l'industrie pétrolière : en PIB réel en 2020, les industries liées au pétrole représentaient environ 44 % du PIB total, tandis que l'exploitation minière représentait moins de 1 % du PIB et les autres industries manufacturières 9 %. Le PND 2022-2026 cite le manque d'infrastructures énergétiques, les faibles taux de transformation locale et un environnement commercial peu attractif comme contraintes au développement de ces secteurs.

Le Plan National de Développement (PND) 2022-2026 a des piliers stratégiques pour créer une diversité industrielle et diverses installations commerciales et industrielles sont prévues dans la zone du projet qui est Brazzaville. Il s'agit notamment de projets qui devraient accroître le flux de personnes comme la construction d'un pont reliant Kinshasa et Brazzaville et des projets qui devraient générer une forte demande d'électricité à l'avenir tels que le développement de la zone industrielle de Maloukou et de la zone économique spéciale d'Ignié à la périphérie de Brazzaville. L'augmentation de la capacité de l'alimentation électrique et la garantie d'une alimentation stable en fonction des besoins serviront de base à la création de ces nouvelles industries et devraient contribuer à la création d'un environnement commercial plus attractif et au développement économique du pays.

3-8 Liste des projets potentiels

Le tableau 3-8.1 présente la liste des projets candidats élaborée à partir des réponses au questionnaire fournies par les organisations compétentes du secteur de l'énergie et du contenu de leurs demandes.

Tableau 3-8.1 Liste des projets potentiels

Priorité	District	Nom du projet	Objectif du projet	Catégorie	Composant	Qualité	Coût estimé (MUSD)	Période de démarrage
1	Brazzaville	Construction de la sous-station A	Construction de S/S-A	S/S	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Appareil de commutation de 110 kV ➤ Transformateur 110/20 kV. ➤ Appareil de commutation 20kV ➤ Protection, contrôle, équipement et construction 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 6 baies (3 distributeurs, 2 TR. & coupleur) ➤ 2 ensembles 50 MVA ➤ 5 baies (2 distributeurs, 2 TR & coupleur) ➤ 1 ensemble 	6.9	2022
			Agrandissement de la S/S existante de Mbouono	S/S	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Appareil de commutation 220 kV ➤ Transformateur 220/110 kV ➤ Appareil de commutation 110kV. ➤ Protection, contrôle, équipement 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 2 baies (2TR) ➤ 5bays (2 distributeurs, 2 TR & coupleur) 		2022
			Construction d'une nouvelle ligne de transmission de 110kV	Ligne de transmission	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ligne de transmission 110kV de Mbouono à S/S-A 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 2cct 		2022
			Construction d'une nouvelle ligne de distribution 20kV	Ligne de distribution	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ligne de distribution 20kV 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 2 lignes 109 km (dont 49 souterraines) ➤ Matériel BT, mètre 	2.2	2022



Priorité	District	Nom du projet	Objectif du projet	Catégorie	Composant	Qualité	Coût estimé (MUSD)	Période de démarrage
1	Brazzaville	Construction de la sous-station B	Construction de S/S-B	S/S	➤ Appareil de commutation 110 kV	➤ 6 baies (2 distributeurs, 3 TR. & coupleur)	4.6	2022
					➤ Transformateur 110/20 kV.	➤ 3 ensembles 50 MVA		
					➤ Appareil de commutation 20kV	➤ 7 baies (3 distributeurs, 3 TR & coupleur)		
					➤ Protection, contrôle, équipement & bâtiment	➤ 1 ensemble		
			Construction d'une nouvelle ligne de transmission de 110kV	Ligne de transmission	➤ Ligne de transmission 110kV S/S-A à S/S-B	➤ 1cct		2022
					➤ Ligne de transmission 110kV S/S-B à S/S-D	➤ 1cct		
			Construction d'une nouvelle ligne de distribution 20kV	Ligne de distribution	➤ Ligne de distribution 20kV	➤ 3 lignes 107 km (dont 48 souterraines)	2.2	2022
						➤ Matériel BT, mètre		
1	Brazzaville	Construction de la sous-station D	Construction d'un poste de commutation-D	S/S	➤ Appareil de commutation 110 kV	➤ 2 baies (2 alimentateurs)		2022
					➤ Protection, contrôle, équipement & bâtiment	➤ 1 ensemble		



Priorité	District	Nom du projet	Objectif du projet	Catégorie	Composant	Qualité	Coût estimé (MUSD)	Période de démarrage
2	Brazzaville	Construction de la sous-station C	Construction de S/S-C	S/S	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Appareil de commutation 110 kV ➤ Transformateur 110/20 kV. ➤ Appareil de commutation 20kV ➤ Protection, contrôle, équipement & bâtiment 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 5 baies (2 distributeurs, 2 TR. & coupleur) ➤ 2 ensembles 50 MVA ➤ 5 baies (2 distributeurs, 2 TR & coupleur) ➤ 1 ensemble 	4.6	2022
2	Brazzaville	Configuration de l'anneau de 110kV à Brazzaville	Extension de la station de commutation-D	S/S	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Appareil de commutation 110 kV 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 1 baie (1 alimentateur) 		2022
			Construction d'une nouvelle ligne de transmission de 110kV	Ligne de transmission	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ligne de transmission 110kV de S/S-B à S/S-C ➤ 110kV transmission ligne de S/S-C à S/S-D ➤ 110kV transmission ligne de Tsielampo S/S à S/S-D 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 1cct ➤ 1cct ➤ 1cct 		2022
3	Pointe-Noire	Réhabilitation de la sous-station de Ngoyo	Réhabilitation de la sous-station existante de Ngoyo	S/S	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Appareil de commutation 220kV ➤ Transformateur 110/20kV ➤ Appareil de commutation 20kV ➤ Protection, contrôle, équipement & building 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 5 bays (3 distributeurs, 2 TR) ➤ 2 ensembles 70 MVA ➤ 1 ensemble 		



Priorité	District	Nom du projet	Objectif du projet	Catégorie	Composant	Qualité	Coût estimé (MUSD)	Période de démarrage
			Construction d'une nouvelle ligne de transmission de 220kV	Ligne de transmission	➤ Ligne de transmission 220kV	➤ 1cct		
4	Pointe-Noire	Construction de la sous-station CTI	Construction de la sous-station CTI	S/S	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Appareil de commutation 220kV ➤ Transformateur 220/20kV ➤ Appareil de commutation 20kV ➤ Protection, contrôle, équipement & bâtiment 	<ul style="list-style-type: none"> - ➤ 3 ensembles 70 MVA - ➤ 1 ensemble 		
				Ligne de transmission	➤ Ligne de transmission 220kV	-		
5	Dolisie	Construction de la sous-station de Dolisie	Construction de la sous-station de Dolisie	Construction of the Dolisie substation	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Appareil de commutation 110kV ➤ Ligne de transmission 110/35/20kV ➤ Appareil de commutation 35kV ➤ Appareil de commutation 20kV 	-	11.25	
				Ligne de transmission	➤ Ligne de transmission 110kV de Loudima S/S à Dolisie S/S	-		

Source : JICA Survey team



Chapitre 4 République de Guinée



Chapitre 4 République de Guinée

4-1 Situation générale

La Guinée possède une pluviométrie abondante et des sols fertiles, ainsi que de nombreuses ressources en eau, notamment maritimes et fluviales, ce qui lui donne de fortes potentialités de développement dans le secteur agricole et halieutique. Elle dispose également de ressources naturelles à commencer par la bauxite qui représente un tiers des réserves mondiales, mais aussi le fer, l'or et les diamants. Sous l'effet d'une gouvernance fragile, d'un retard dans le développement des infrastructures et d'un manque de ressources humaines, elle se classe encore parmi les pays les plus pauvres, mais si ces problèmes trouvent une solution, on peut attendre à un essor important. La Guinée, pays traditionnellement ami du Japon, entretient une étroite relation de coopération sur la scène internationale. Dans la suite des élections présidentielles de 2010 et 2015 et des élections législatives en 2013, la démocratisation est en passe de s'y installer durablement. D'un autre côté, l'épidémie d'Ebola de 2014-2016, mettant en évidence la fragilité des systèmes sociaux et administratifs, a infligé des dommages à la société et à l'économie. Actuellement, dans le cadre de la Stratégie de relance socioéconomique post-Ebola et du Plan national de développement économique et social (PNDES) 2016-2020, des efforts sont déployés en vue d'une croissance économique et d'une réduction de la pauvreté fondées sur l'arrière-plan de ces ressources naturelles abondantes.

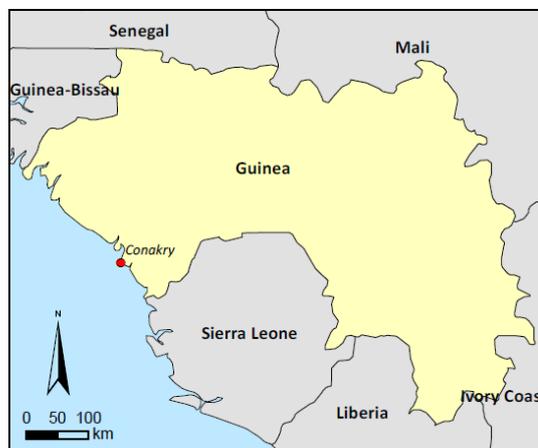


Figure 4-1.1 Carte de localisation

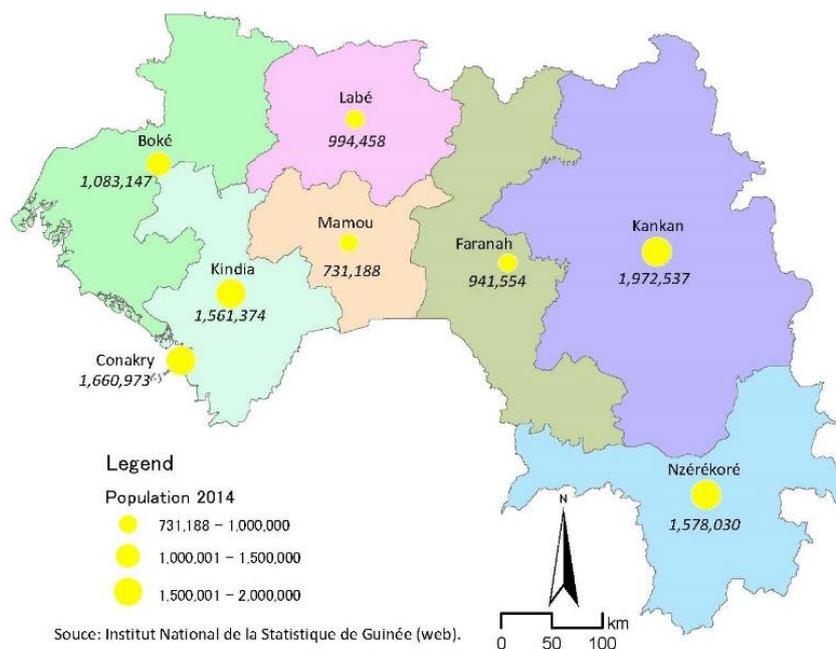


Figure 4-1.2 Répartition de la population



Tableau 4-1.1 Données essentielles

Élément	Contenu	Source
Superficie	245 857 kilomètres carrés	Quasiment la superficie de Honshu, l'île principale du Japon
Population	13 500 000	Banque mondiale 2021
Capitale	Conakry	
Groupes de population	Peuls, Malinkés, Soussous etc., plus de vingt groupes de population	
Langues	Français, langues des divers groupes (Peul, Malinké, Soussou, etc.)	
Religions	Islam, christianisme, religions traditionnelles	
Forme de gouvernement	République	
Parlement	Assemblée nationale (monocamérale, 114 sièges, mandat de 5 ans)	
Produit intérieur brut (PIB)	15,85 milliards USD	Banque mondiale, 2021
Revenu national brut (RNB) par habitant	1 010 dollars US	Banque mondiale, 2021
Taux de croissance économique	3,1 %	Banque mondiale, 2021
Taux de chômage	6,3 %	Banque mondiale 2021
Taux d'électrification	Taux national : 43,6 % Zones urbaines : 855 % Zones rurales : 19,2 %	AIE, 2020

Tableau 4-1.2 Politique d'aide au développement concernant la Guinée

Élément	Contenu
Orientations de base de l'APD	【Soutien à l'aménagement d'infrastructures pour une croissance durable】 Sur la base du plan national de développement économique et social et de la stratégie de relance socioéconomique post-Ebola, le soutien mis en œuvre priorise le développement des ressources humaines dans une perspective à long terme afin de promouvoir les efforts autonomes et la bonne gouvernance. Un soutien contribuant au développement durable axé sur la sécurité alimentaire, l'aménagement des infrastructures économiques et l'amélioration des services sociaux de base, va notamment être apporté.
Domaines spécifiquement ciblés	(1) Sécurité alimentaire (2) Aménagement des infrastructures économiques (3) Amélioration des services sociaux de base

4-2 Politique énergétique

Selon un document adopté en 2018 entre le gouvernement de la Guinée et la Banque africaine de développement, les objectifs du secteur de l'énergie sont les suivants.

- Accès à l'énergie
Doublé le taux d'électrification de 18% en 2017 à 36% en 5 ans, avec l'objectif ultime d'atteindre 100% d'électrification en 2030.



- Amélioration de la capacité de production d'électricité
Un total de 1 900 MW d'énergie hydraulique et solaire sera développé pour répondre à la demande croissante et au développement minier. Par ailleurs, il faudra minimiser le coût unitaire de la production d'électricité pour que le pays puisse devenir un exportateur d'électricité une fois la demande satisfaite.
- Sources d'énergie renouvelables
D'ici 2025, la production d'énergie thermique sera utilisée comme source d'énergie de réserve et le pays disposera d'une énergie 100 % verte pour une utilisation permanente.
- Viabilité financière
Les tarifs seront fixés de manière à refléter les coûts dans un délai de cinq ans. EDG installera également 400 000 compteurs intelligents au cours des trois prochaines années avec un taux de couverture de 85 % (selon le rapport d'audit, la perte de puissance globale est de 40 %).

4-3 Demande et offre d'énergie

Le tableau de l'offre et de la demande d'énergie pour la Guinée est présenté dans le tableau 4-3.1.

En Guinée, l'épidémie d'Ebola a débuté en décembre 2013 à Gègedou où la première chaîne d'infections a commencé causant plus de 2 500 décès mais la fin de l'épidémie a été déclarée en décembre 2015. L'économie a depuis connu une reprise enregistrant une croissance économique de 10 % en 2016 et 2017 grâce à l'augmentation des investissements directs étrangers, notamment dans le secteur minier. Toutefois, en raison de l'apparition du nouveau coronavirus, le taux de croissance économique devrait tomber à 2,1 % en 2020.

Le projet CLSG (Côte d'Ivoire, Liberia, Sierra Leone et Guinée), le projet énergétique OMVG (Organisation pour le développement du bassin du fleuve Gambie) et la ligne d'interconnexion internationale Guinée-Mali (225 kV) sont en cours de construction et de planification en tant que lignes d'interconnexion internationales liées à la Guinée. Le projet CLSG prévoit la construction de deux sous-stations de 225 kV en Guinée qui devraient être opérationnelles d'ici la fin de l'année. Le projet OMVG reliera la Gambie, la Guinée, la Guinée-Bissau et le Sénégal par une ligne de transmission de 225 kV. Il permettra de transférer l'électricité de la centrale hydroélectrique de Sambangalou (Sénégal) et de la centrale de Kaleta (Guinée) situées sur le cours supérieur du fleuve Gambie vers ces quatre pays par une ligne de transmission de 225 kV. Le projet permettra de transmettre l'électricité de la centrale hydroélectrique de Sambangalou (Sénégal) et de la centrale de Kaleta (Guinée) en remontant le fleuve Gambie vers ces quatre pays via une ligne de transmission de 225 kV. Une ligne de transmission de 225 kV de 1 677 km de long et 15 sous-stations de 225/33 kV seront construites dont quatre en Guinée. La ligne d'interconnexion internationale Guinée-Mali devrait être opérationnelle en 2024.

Tableau 4-3.1 Offre et demande d'énergie en Guinée

(Unité : ktoe 1 000 tonnes d'équivalent pétrole) (P : estimation)

	2000	2005	2014	2015	2016	2017	2018 ^P	2019 ^P
Production nationale								
Charbon	-	-	-	-	-	-	-	-
Charbon de bois	203	229	2 678	2 869	1 435	1 575	1 449	1 465



	2000	2005	2014	2015	2016	2017	2018 ^P	2019 ^P
Pétrole	-	-	-	-	-	-	-	-
Gaz naturel	-	-	-	-	-	-	-	-
Électricité	64	76	102	107	112	156	164	173
Les combustibles fossiles	29	34	45	47	49	51	54	56
Puissance hydraulique	35	42	56	59	62	104	110	117
Géothermie	-	-	-	-	-	-	-	-
Énergie renouvelable (solaire, éolienne)	0	0	1	1	1	1	1	1
Biodéchets	0	0	0	0	0	0	0	0
Volume d'importation								
Charbon	-	-	-	-	-	-	-	-
Pétrole	-	-	-	-	-	-	-	-
Produits pétroliers	412	442	883	927	976	7,355	8,014	8,756
Gaz naturel	-	-	-	-	-	-	-	-
Électricité	-	-	-	-	-	-	-	-
Consommation finale								
Charbon	-	-	-	-	-	-	-	-
Pétrole	292	316	745	787	826	7,008	7,407	8,029
Gaz naturel	-	-	-	-	-	-	-	-
Électricité	13	15	150	21	22	23	25	26

Source: African Energy Commission – AFREC Database

4-4 Organisation du secteur de l'électricité

L'autorité en charge du secteur de l'électricité est le ministère de l'Énergie et de l'Hydraulique (MEH). L'électricité est fournie par la compagnie publique Électricité de Guinée (EDG). Une autre structure liée à l'électricité est l'Agence guinéenne d'électrification rurale (AGER) qui promeut l'électrification rurale. Le ministère de l'Énergie et de l'Hydraulique (MEH) s'est donné pour objectif de parvenir à une électrification de 35 % à l'horizon 2025 et de 100 % à l'horizon 2030.

Tableau 4-4.1 Organisation du secteur de l'électricité en Guinée

Autorité compétente	Ministère de l'Énergie et de l'Hydraulique (MEH)
Compagnie d'électricité	Électricité de Guinée (EDG)
Électrification rurale	Agence guinéenne d'électrification rurale (AGER)

4-5 Offre et demande d'énergie

Le tableau 4-5.1 présente l'offre annuelle d'électricité de la Guinée, les ventes d'électricité et les autres indicateurs clés.

Tableau 4-5.1 Indicateurs clés, 2015 à 2017

Indicateur	2015	2016	2017	Taux d'amélioration
Demande (MW)	245	295	335	36%
Offre annuelle d'électricité (GWh)	1 118	1 532	1 742	56%



Indicateur	2015	2016	2017	Taux d'amélioration
Ventes annuelles d'électricité (GWh)	759	1,003	1,117	47%
Pertes (GWh)	359	529	625	-
Pertes (%)	32	35	35	-
Nombre de sous-stations (moyenne/basse tension)	2 270	2 410	2 485	10%
Coupures de courant annuelles (heures)	-	350	210	-40%
Indice de durée moyenne des interruptions (SAIDI)	-	177,5	153,7	-23.8
Taux d'accidents dans les centrales (%)	-	33	23	-10%
Coût moyen de production (GNF/kWh)	1 766	1 261	1 184	-33%
Prix moyen de l'électricité (GNF/kWh)	-	719,5	770,0	7%

Source: World Bank Report No. PCBASIC0119446 (Guinea Electricity Access Scale Up Project (P164225))

La demande intérieure est passée de 245 MW en 2015 à 335 MW en 2017, soit une augmentation de 36 %, et de 56 % ces deux dernières années en ce qui concerne la quantité d'électricité fournie, soit une multiplication d'environ 1,5 fois. Cependant, EDG rapporte que seulement 1117 GWh d'approvisionnement ont été récupérés en 2017 contre 1742 GWh en 2017, soit une perte de 35 % en 2017. Selon la BM, cela est dû en partie à l'âge des installations de distribution, au nombre élevé de connexions illégales et à la gestion instable d'EDG. Le nombre officiel de clients à Conakry est de 160 000, mais le nombre réel de consommateurs est estimé à environ deux fois ce chiffre en raison des raccordements illégaux et du vol d'électricité endémique. Environ 80 % des clients d'EDG n'ont pas de compteur électrique (selon l'évaluation des opportunités du marché des mini-réseaux : Guinée Conakry (juin 2020).

Dans ce contexte, la BM a recommandé en juin 2015 de conclure un contrat de services de gestion (MSC) entre le gouvernement guinéen et un cabinet de conseil privé pour améliorer le secteur de l'électricité guinéen et améliorer sa gestion. Selon la BM, elle prolongera ce contrat MSC au-delà de 2018 pour (1) améliorer la fiabilité de l'approvisionnement et réduire les pertes techniques, (2) réduire les pertes commerciales, réduire les connexions illégales et augmenter le taux de recouvrement de l'électricité vendue et (3) développer les capacités du personnel d'EDG.

4-6 Installations de production d'électricité

(1) Équipement de production d'énergie

La capacité de production d'électricité de la Guinée en 2017 est présentée dans le tableau 4-6.1. La capacité totale installée est de 698,97 MW dont 474,37 MW, soit 67,87 % sont des centrales hydroélectriques. La puissance installée de l'énergie thermique est de 224,6 MW, soit 32,13% du total. Actuellement, aucune source d'énergie renouvelable n'est construite. La colonne de droite du tableau servira de référence pour montrer la capacité de production d'électricité prévue en 2022. Avec l'ajout de 450 MW de l'hydroélectricité de Souapiti entre autres, la part de l'hydroélectricité augmentera encore (78,4 % du total).



Tableau 4-6.1 Liste des installations de production d'électricité (2017)

Type	Nom de la centrale	Puissance installée (MW)	Pourcentage	Régions	< Référence > Capacité installée en 2022 (MW)
Puissance hydraulique	RIC Lignée	472,4	67,59%	Souches de la région de la capitale de Conakry	1,101.2
	Garafiri	75	10,73%	Kindia/Mamou États	75
	Samou	47	6,72%	Labe États	47
	Grandes Chutes	27	3,86%	Kindia États	27
	Donkea	15	2,15%	Kindia États	15
	Baneah	5	0,72%		5
	Kaleta	240	34,34%	Kindia États	240
	Kinkon	3.4	0,49%		3,4
	Souapiti	0			450
	Korafindi	0			100
	Mini Hydro	60	8,58%	—	60
	Solar PV	0			0
	Système local	1.97	0,28%		1,97
	Tinkisso Lignée	1.97	0,28%	Région Faranah	1,97
	Samankou Lignée	0.16	0,02%	Région Kankan	0,16
	Loffa Lignée	0.16	0,02%		0,16
	Hydromètre	474.37	67,87%		1,103.17
Énergie thermique	RIC Lignée	215.2	30,79%		215.2
	Kaloum 1	24	3,43%	Région Konakry	24
	Kaloum 2	26	3,72%	"	26
	Kaloum 3	44.8	6,41%	"	44,8
	Kaloum 5	32.4	4,64%	"	32,4
	Kipe	50	7,15%	"	50
	Guinéenne d'Énergie (GDE)	38	5,44%		38
	Importation de la Côte d'Ivoire	0			27
	Objectif de l'effort	0			50
	Système local	9.4	1,34%		9,4
	Boké	2.4	0,34%	Région Boke	2,4
	Faranah	1.4	0,20%	Région Faranah	1,4
	Kankan	2.8	0,40%	Région Kankan	2,8
	N'Zérékoré	2.8	0,40%	Région N'Zérékoré	2,8
Pyromètre	224,6	32,13%		301,6	
Capacité totale de production de l'équipement		698,97	100%		1 404,77

Source: World Bank Report No. PCBASIC0119446 (Guinea Electricity Access Scale Up Project (P164225))

(2) Équipements de transmission et de distribution d'énergie

Le système électrique guinéen, hormis le mini-réseau, se compose essentiellement de deux systèmes indépendants.



- Le système dans la zone métropolitaine de Conakry (connu sous le nom de système RIC : Réseau Grand Conakry)
 - Ce système est constitué de réseaux de 225 kV, 110 kV, 60 kV et 30 kV et dessert l'agglomération de Conakry, les provinces de Kindia et Mamou.
- Le système central (appelé système Tinkisso)
 - Système de distribution de 30 kV uniquement desservant les villes de Faranah, Dabola et Dinguiray à Faranah et dans les environs.

Le tableau 4-6.2 indique la longueur des lignes de transport de 225 kV, 110 kV et 60 kV sur le système RIC en 2016.

Tableau 4-6.2 Longueur des câbles des lignes de transmission de 225 kV, 110 kV et 60 kV

Tension	225 kV	110 kV	60 kV	Total
Longueur	116 km	601 km	82 km	799 km

Source : Rapport du Schéma Directeur - VERSION PROVISOIRE VOLET 2 - ETUDE DE DÉVELOPPEMENT DU RÉSEAU DE TRANSPORT (Décembre 2018)

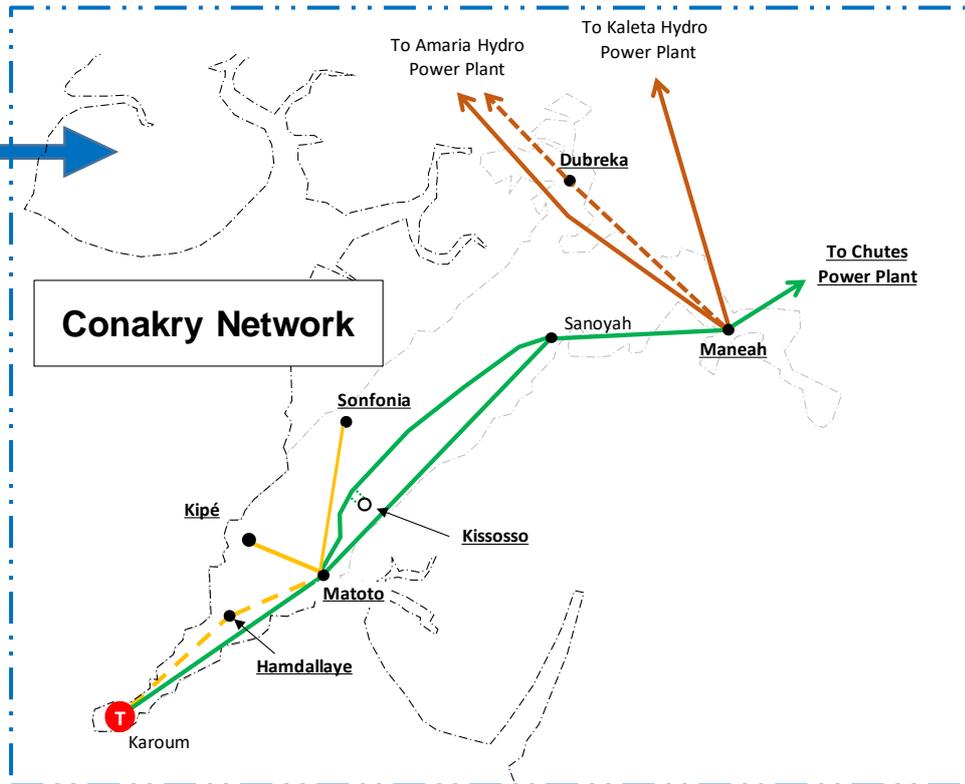
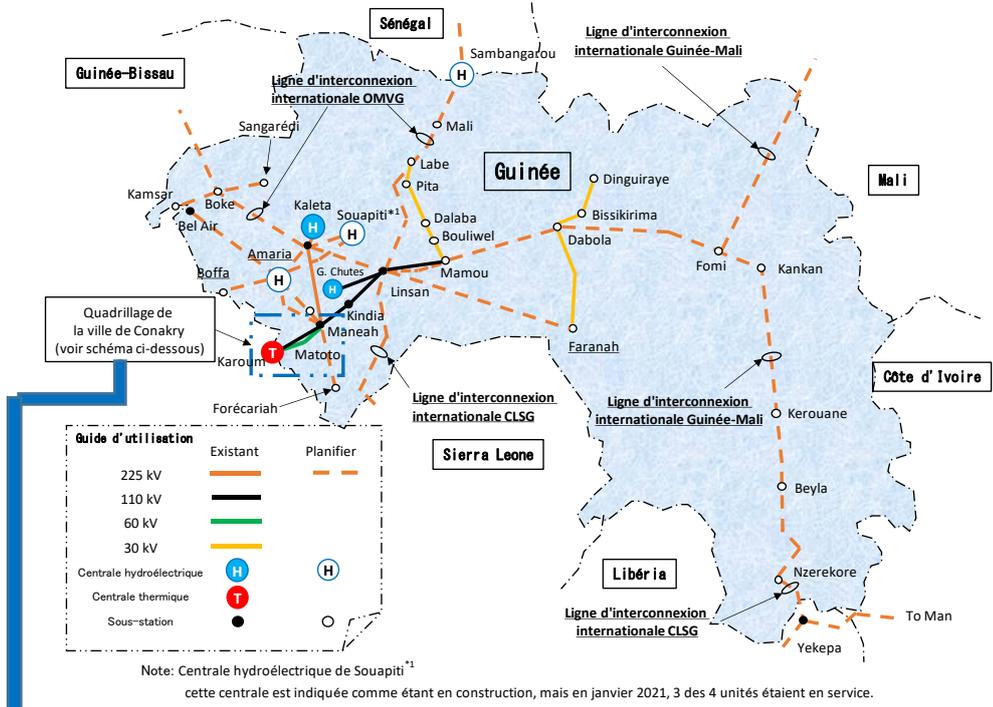
La ligne de transmission de 225 kV est la ligne d'alimentation de la centrale hydroélectrique de Kaléta (240 MW) et relie de cette dernière à la sous-station de Maneah.

Comme mentionné ci-dessus, la ligne de transmission de 225 kV est en cours de construction dans le cadre du projet interconnexion internationale CLSG et devrait être opérationnelle d'ici la fin de l'année. Le projet OMVG et la ligne d'interconnexion avec le Mali sont également prévus, ce qui augmentera encore la longueur de la ligne de transmission de 225 kV.

La figure 4-6.1 présente le schéma du réseau de transport de la Guinée en 2018.



Carte de la grille nationale de la Guinée



Source : Rapport du schéma directeur – version provisoire VOLET 2 - ETUDE DE DÉVELOPPEMENT DU RÉSEAU DE TRANSPORT (Décembre 2018)

Figure 4-6.1 Schéma du système de transport d'électricité pour la Guinée



Le tableau 4-6.3 indique le nombre de sous-stations dans la gamme 225 kV à 33 kV.

Tableau 4-6.3 Nombre de postes de 225 kV, 110 kV, 60 kV et 33 kV

Tension	225 kV	110 kV	60 kV	33 kV
Nombre de sous-stations	1	6	4	8

Note : Sous-stations in CLSG project are not included in the list.

Source : Rapport Du Schéma Directeur - VERSION PROVISoire VOLET 2 - ETUDE DE DÉVELOPPEMENT DU RÉSEAU DE TRANSPORT (Décembre 2018)

(3) Plans de développement (y compris les plans d'électrification rurale)

La Guinée est dotée de riches ressources naturelles et de précipitations abondantes. On dit qu'elle est le seul pays d'Afrique de l'Ouest à avoir le potentiel d'exporter des denrées alimentaires. Dans son Plan national de développement économique et social (2016-2020) (PNDES), le gouvernement a identifié l'agriculture comme un moteur de croissance forte et durable et a mis l'accent sur son développement. Cependant, la situation actuelle est faible car la production agricole représente moins de 18% du PIB du pays en raison de la faible productivité bien que 67% de la population active soit engagée dans l'agriculture (FAOSTAT 2017). Le pays est également doté d'abondantes ressources marines grâce aux 350 km de côtes à l'ouest du pays et au plus grand plateau continental d'Afrique de l'Ouest mais les prises de poissons sont faibles en raison du manque de technologie et d'infrastructures dans le secteur de la pêche. Dans ces circonstances, il est urgent d'améliorer la productivité du secteur primaire afin d'assurer la croissance économique du pays et un approvisionnement stable en nourriture.

4-7 Défis et besoins de développement

La demande intérieure est passée de 245 MW en 2015 à 335 MW en 2017, soit une augmentation de 36 % et de 56 % ces deux dernières années en ce qui concerne la quantité d'électricité fournie, soit une multiplication d'environ 1,5 fois. Cependant, la BM indique que les pertes en 2017 étaient de 35 %, attribuées à des équipements de distribution vieillissants, à un nombre élevé de connexions illégales et à la gestion instable d'EDG.

En outre, selon l'AIE, le taux d'électrification moyen national pour 2019 est de 45,7 % contre environ 23,7 % dans les zones rurales et 83,9 % dans les zones urbaines. Bien qu'il y ait officiellement 160 000 clients dans la capitale Conakry, on estime que le nombre réel de consommateurs est environ deux fois plus élevé en raison des raccordements illégaux et des vols d'électricité endémiques. L'amélioration de l'approvisionnement en électricité de la capitale reste l'un des défis à relever pour soutenir les activités socio-économiques et améliorer la gestion d'EDG.

Alors que l'économie guinéenne connaît une croissance élevée de 7,5 % en 2019 (avant l'apparition du nouveau coronavirus) due en partie à l'augmentation des investissements directs étrangers dans le secteur minier, la capitale ne semble pas disposer d'un approvisionnement en électricité suffisant.

Avec le projet CLSG (Côte d'Ivoire, Liberia, Sierra Leone et Guinée), le projet énergétique de l'OMVG (Organisation pour le développement du bassin du fleuve Gambie) et l'interconnexion internationale Guinée-Mali (225 kV) en cours de planification et de réalisation, il serait souhaitable d'apporter un soutien



pour augmenter la capacité de distribution de l'électricité aux consommateurs.

4-8 Liste des projets potentiels

Le tableau 4-8.1 présente la liste des projets candidats élaborée à partir des réponses au questionnaire fournies par les organisations compétentes du secteur de l'énergie et du contenu des demandes.

Tableau 4-8.1 Liste des projets potentiels

1. Projets de transmission

Priorité	District	Nom du projet	Objectif du projet	Catégorie	Composant	Qualité	Coût estimé (MUSD)		Période de démarrage
1-1	Conakry	me ligne 60 kV Matoto-Sonfonia	Décharger la ligne existante	Sous-station	Extension de la sous-station de 60 kV de Matoto	- Panneaux de contrôle/protection (21) et autres	-	0.00	2022
					Extension de la sous-station 60 kV de Sonfonia	- Appareillage existant de 60 kV à réhabiliter - Panneaux de contrôle/protection (21) et autres	-		
				Transmission	Ligne de transmission existante de 60 kV Matoto-Sonfonia	À démolir	-		
					Ligne de transmission 110 kV (à construire sur le tracé de la ligne de transmission existante après la démolition de la ligne existante)	Construction d'une ligne de transmission à double circuit de 110 kV Capacité : 60 kV : 32 MVA (150/25 mm ²) 110 kV : 267 MVA (ACCC : 367.4 mm ² , Amsterdam) Longueur : 11 km	-		
Centre de dispatching	Système SCADA	Travaux de modification	-						
1-2	Mamou	2ème ligne 110 kV Linsan-Mamou	Augmenter la capacité de la sous-station de Mamou	Sous-station	Extension de la sous-station de 110 kV de Linsan	- Appareillage de commutation 110 kV (1 baie) - Contrôle/Protection (87L+21) et autres	-	0.00	2024
					Extension du poste 110 kV de Mamou	- Appareillage de commutation 110 kV (1 baie) - Contrôle/Protection (87L+21) et autres	-		
				Transmission	Ligne de transmission de 110 kV	Construction d'une ligne de transmission à double circuit de 110 kV Capacité : 76 MVA (ACCC : 288 mm ²) Longueur : 11 km	-		
				Centre de dispatching	Système SCADA	Travaux de modification	-		
1-2 Addition -1	Mamou	Construction d'une nouvelle sous-station de 110 kV à Pita	Fournir de l'électricité à la région de Pita	Sous-station	Sous-station 110 kV de Pita (nouvelle)	- Appareillage de commutation 110 kV et BT - Transformateur(s) principal(aux) - Contrôle/Protection	-	0.00	





Priorité	District	Nom du projet	Objectif du projet	Catégorie	Composant	Qualité	Coût estimé (MUSD)		Période de démarrage
						- Bâtiment de contrôle et autres			
				Transmission	Ligne de transmission 110 kV (nouvelle)	Construction d'une ligne de transmission à double circuit de 110 kV Capacité : 76 MVA (ACCC : 288 mm ²) Longueur : 45 km (env..)	-		

2. Projets stratégiques

Priorité	District	Nom du projet	Objectif du projet	Catégorie	Composant	Qualité	Coût estimé (MUSD)		Période de démarrage
2-1	Conakry	Construction de la ligne d'évacuation 225 kV de la boucle Nord de Conakry	<ul style="list-style-type: none"> - Décharger le réseau de transmission existant - Sécurisation de l'approvisionnement de la ville de Conakry 	Sous-station	Sous-station 225/20 kV de Kobaya	<ul style="list-style-type: none"> - Appareillage de commutation 225 kV et 20 kV - Transformateur 80 MVA (2 jeux) - Contrôle/Protection - Bâtiment de contrôle et autres 	-	53,81	-
					Poste de Kipé de 225 kV	Idem	-		
					Poste de Kaloum 225 kV	Idem	-		
				Transmission	Ligne de transmission 225 kV Kobaya - Kipé - Kaloum	Section : 570 mm ² Longueur : 50 km	-		
2-2	Kindia	Construction de la ligne d'évacuation 225 kV Maneah-Forécariah	<ul style="list-style-type: none"> - Approvisionnement de 512 localités de Forécariah - Approvisionnement des agro-industries de Forécariah - Approvisionner le port minier et le futur aéroport de Forécariah - Assurer la sécurité d'approvisionnement de Conakry via la ligne CLSG en cas d'indisponibilité de la ligne Linsan. Indisponibilité de la station d'interconnexion de Linsan station d'interconnexion 	Sous-station	Poste de Forécariah 225/20 kV	<ul style="list-style-type: none"> - Appareillage de commutation 225 kV et 20 kV - Transformateur 40 MVA (2 jeux) - Contrôle/Protection - Bâtiment de contrôle et autres 		15,43	-
				Transmission	Ligne de transmission de 225 kV	Section : 570 mm ² Longueur : 85 km	-		
2-3	Boke	Construction de la ligne d'évacuation		Sous-station	Sous-station 225/110/30 kV de Kamsar	- Commutateurs de 225 kV, 110 kV et 30 kV.	-	24,94	-

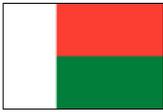
Priorité	District	Nom du projet	Objectif du projet	Catégorie	Composant	Qualité	Coût estimé (MUSD)		Période de démarrage
		225 kV Boké-Kamsar	- Connecter le réseau existant de Kamsar au réseau 225 kV - Alimenter 377 localités à partir du poste source de Kamsar - Connecter les sociétés minières.			de commutation - Transformateurs 2 jeux de 150 MVA (225/110 kV) 2 jeux de 63 MVA (110/30 kV) - Contrôle/Protection - Bâtiment de contrôle et autres			
				Transmission	Ligne de transmission de 225 kV	Section : 570 mm ² Longueur : 37 km	-		
2-4	Boke	Construction de la ligne d'évacuation 225 kV Boké-Sangarédi	- Raccorder le réseau existant de Sangarédi au réseau 225 kV - Alimenter 242 les localités de la préfecture de Sangarédi - Connecter les sociétés minières	Sous-station	Sous-station 225/30/6.3 kV de Sangarédi	- Appareillage de commutation de 225 kV, 30 kV et 6,3 kV - Transformateur 40 MVA (2 jeux) - Contrôle/Protection - Bâtiment de contrôle et autres	-	25,93	-
				Transmission	Ligne de transmission de 225 kV	Section : 570 mm ² Longueur : 80 km	-		
2-5	Mamou/ Faranah	Même projet que les projets n° 1-3 ci-dessus	- Augmenter le taux d'accès à l'électricité - Améliorer la qualité du service et le temps de fourniture de 6 heures à 24 heures	Sous-station	Sous-station 225 kV de Faranah	Identique au point 1-3 ci-dessus	-		
				Transmission	Ligne de transmission de 225 kV	Section : 570 mm ² Longueur : 210 km	-	39,52	-

3. Projets de distribution

Priorité	District	Nom du projet	Objectif du projet	Catégorie	Composant	Qualité	Coût estimé (MUSD)		Période de démarrage
1		Construction de sous-stations MT/BT (unité)	Densification et extension du réseau de distribution et Augmentation du taux d'accès à l'électricité	Distribution	Sous-stations de distribution	1 777 unités		27,79	2023
2		Lignes MT - 148 mm ² (km)		Distribution	Conducteurs MT (148 mm ²)	1 368 km		44,71	2023
3		Lignes MT - 54,6 mm ² (km)		Distribution	Conducteurs MT (54,6 mm ²)	533 km		14,35	2023
4		Réseau BT (km)		Distribution	Conducteurs BT	5 331 km		191,54	2023
5		Connexions BT (unité)		Distribution	Connexions BT	231 966 unités		48,71	2023



Chapitre 5 République de Madagascar



Chapitre 5 République de Madagascar

5-1 Situation générale

Le secteur agricole, qui représente environ 30 % du PIB de Madagascar est essentiel car il emploie environ 75 % des actifs, mais pour la plupart d'entre eux appartiennent à la couche pauvre de la population. Quelque neuf dixièmes de ces agriculteurs pauvres pratiquent la riziculture, ce qui en fait une culture clé qui représentant environ la moitié de leurs revenus. Cependant, à cause du manque d'infrastructures, de financements et de technologie, la productivité reste faible. Pour développer ce secteur agricole, il est indispensable de s'engager dans un rehaussement de la productivité des agriculteurs pauvres en promouvant la riziculture. Du point de vue de la sécurité alimentaire, une augmentation de la production de riz est également considérée comme nécessaire pour s'adapter au rythme

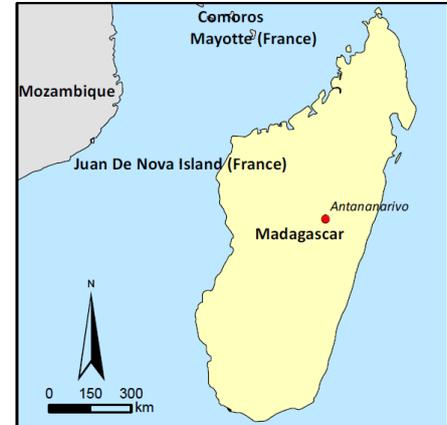


Figure 5-1.1 Carte de localisation

de la croissance démographique (3 % par an), ce qui fait de l'amélioration de la productivité du riz un problème à résoudre de toute urgence. Madagascar qui avait enregistré chaque année jusqu'en 2008 des taux de croissance économique relativement élevés, allant de 4 à 9 % est tombé dans le marasme après les changements politiques de 2009 en raison d'un gel de l'aide décidé par la communauté internationale et d'une baisse considérable du niveau de fonctionnement du gouvernement. Cependant, après l'arrivée au pouvoir du gouvernement actuel en 2014, le pays a progressivement montré des signes de reprise, le secteur minier suscitant en particulier un grand intérêt pour sa capacité à tirer la croissance économique vers le haut. Parallèlement à l'aménagement des infrastructures, l'aménagement urbain des principales villes qui constituent le socle de la croissance économique est considéré comme nécessaire. Le pays est confronté à des défis importants en matière d'accès à l'éducation de base et de sa qualité comme le montrent le taux de scolarisation dans l'enseignement primaire de 3,4 % (2012), le taux de redoublement dans l'enseignement primaire de 20,5 % (2015) et le taux d'achèvement dans l'enseignement primaire de 68,5 % (2013).

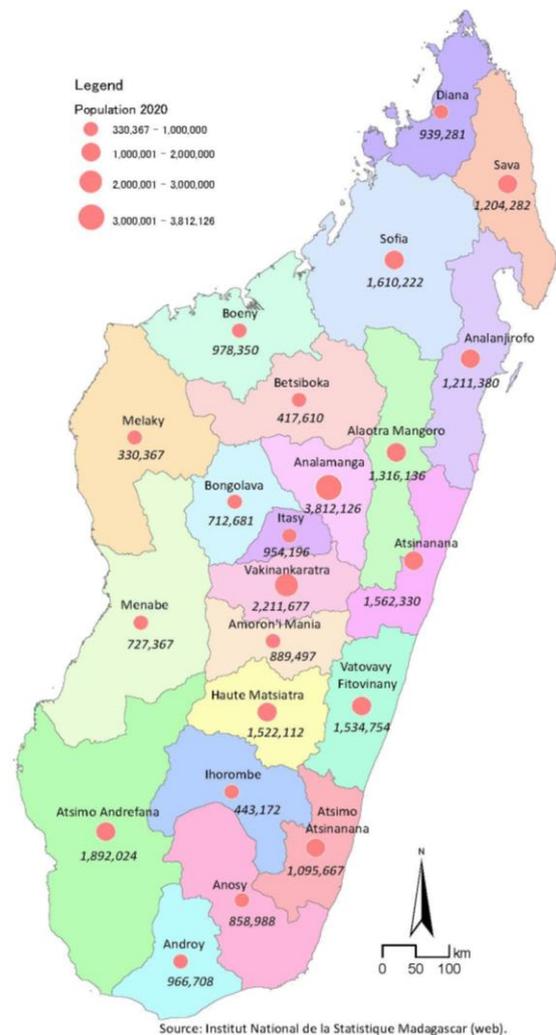


Figure 5-1.2 Répartition de sa population

Par ailleurs, beaucoup de citoyens malgaches ne



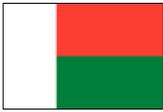
peuvent pas bénéficier des services médicaux à cause notamment de problèmes financiers. Le Plan national de développement (PND) fait du défaut de capacités en matière de gouvernance l'une des raisons du marasme économique et met en avant son renforcement en tant que priorité nationale. Les problèmes de capacités de gouvernance sont présents dans un large éventail de domaines, tels que la politique (au niveau central et local), l'économie et de la justice. La formation des ressources humaines constitue un défi majeur pour un développement durable.

Tableau 5-1.1 Madagascar Données essentielles

Élément	Contenu	Source
Superficie	587 295 kilomètres carrés	Environ 1,6 fois la superficie du Japon
Population	28 430 000	Banque mondiale, 2021
Capitale	Antananarivo	
Groupes de population	18 ethnies environ (Mérinas, Betsileos, etc.), d'ascendance continentale africaine et d'ascendance malaise	
Langues	Malagasy et français (toutes deux langues officielles)	
Religions	Christianisme, religions traditionnelles, islam	
Forme de gouvernement	République	
Parlement	Bicaméral (63 sièges au Sénat, 151 sièges à l'Assemblée nationale, mandats de 5 ans)	
Produit intérieur brut (PIB)	14.6 milliards USD	Banque mondiale, 2021
Revenu national brut (RNB) par habitant	500 dollars US	Banque mondiale, 2021
Taux de croissance économique	4,4 %	Banque mondiale, 2021
Taux de chômage	-	
Taux d'électrification	Taux national : 27 % Zones urbaines : 57,8 % Zones rurales : 7,7 %	AIE, 2020

Tableau 5-1.2 Politique d'aide au développement concernant Madagascar (à partir de 2017)

Élément	Contenu
Orientations de base de l'APD	【Soutien à un développement durable maintenant l'équilibre entre le développement économique et le développement social】
Domaines spécifiquement ciblés	(1) Développement agricole et rural (2) Développement des infrastructures économiques (3) Développement du secteur social (4) Amélioration de la gouvernance



5-2 Politique énergétique

La Politique du Secteur de l'Énergie à Madagascar formulée par le Ministère de l'Énergie et des Hydrocarbures (MEH) fixe les objectifs suivants :

- Accès universel à l'énergie
 - Sécurité de l'approvisionnement énergétique en qualité et en quantité d'électricité
 - Développement du secteur de l'énergie avec une vision de développement durable des ressources naturelles
- Démarche d'amélioration de l'accès à l'électricité

1) Taux d'électrification selon les régions

Le taux d'électrification à Madagascar était en 2013 de 15 % au niveau national, de 51 % en milieu urbain et de 4,75 % en milieu rural en 2013 (Document d'étude de la politique et stratégie de l'énergie, 4 août 2015), mais il a aujourd'hui augmenté au point de passer à 27,0 % au niveau national, 57,8 % dans les zones urbaines et 7,7 % dans les zones rurales (IEA, 2020). Dans l'objectif de porter le taux d'électrification nationale à 70 % à l'horizon 2030, toutes sortes de politiques énergétiques sont mises en œuvre.

2) Politique en vue de l'amélioration de l'accès à l'électricité

Actuellement à Madagascar, la Compagnie malgache de l'électricité et de l'eau (JIRAMA) procède à des aménagements sur et hors réseau dans un objectif d'amélioration de l'accès à l'électricité. Pour réaliser une électrification nationale de 70 % à l'horizon 2030, des projets hors réseau sont également activement promus et des aménagements sont mis en œuvre dans le but de hausser la part des énergies renouvelables à 80 % du total à l'horizon 2030.

■ Politiques et objectifs des énergies renouvelables

Bien qu'aucune politique spécifique en matière d'énergies renouvelables n'ait été formulée à Madagascar, l'un des principaux objectifs du ministère de l'Énergie est d'améliorer les tarifs d'accès à l'électricité et de fournir de l'électricité au public à des prix abordables pour libérer le potentiel de production d'énergie renouvelable nationale. Le ministère de l'Énergie met actuellement à jour sa politique énergétique avec le soutien de l'Union européenne (UE) et les prochains objectifs sont attendus.

- Renforcer l'entreprise publique d'utilité publique (JIRAMA) qui est l'ossature du gouvernement et promouvoir l'investissement privé.
- D'ici 2020, 2030 et 2050, augmenter la dominance des énergies renouvelables dans le mix énergétique à au moins 5 %, 20 % et 80 % respectivement et développer l'hydroélectricité à petite et grande échelle et les sources d'énergie alternatives.
- Assurer une utilisation durable des ressources naturelles

5-3 Demande et offre d'énergie

Le potentiel des ressources énergétiques de la République de Madagascar est estimé à 7 800 MW



d'hydroélectricité, mais l'utilisation n'est que de quelques pourcents. Comme pour les autres énergies renouvelables, le rayonnement solaire moyen de l'énergie solaire est de 2 000 kW / m² / an, et bien que l'existence du potentiel de l'énergie éolienne dans plusieurs régions ait été annoncée, l'utilisation réelle jusqu'à présent est extrêmement faible.

Tableau 5-3.1 Demande et offre d'énergie in Madagascar

(Unité : tep, tonne d'équivalent pétrole) (P : Estimation)

	2000	2005	2014	2015	2016	2017	2018 ^P	2019 ^P
Production nationale								
Charbon	0	0	0	0	0	0	0	0
Charbon de bois	474	670	921	1,148	1,148	1,148	1,160	1,173
Pétrole	-	-	-	-	-	-	-	-
Gaz naturel	-	-	-	-	-	-	-	-
Électricité	67	85	213	228	235	194	210	227
Combustibles fossiles	21	29	135	144	145	124	134	146
Hydroélectricité	46	56	77	83	90	67	73	79
Géothermie	0	0	0	0	0	0	0	0
Énergies renouvelables (énergie solaire, éolienne)	0	0	0	0	0	0	0	0
Biomasse de déchets	0	0	0	0	0	2	2	2
Importations								
Charbon	1	9	8	8	8	281	292	305
Pétrole	0	0	0	0	0	0	0	0
Produits pétroliers	270	430	788	775	819	2,156	2,300	2,454
Gaz naturel	-	-	-	-	-	-	-	-
Électricité	-	-	-	-	-	-	-	-
Consommation finale								
Charbon	9	6	6	6	6	261	271	289
Pétrole	159	225	668	678	699	616	635	655
Gaz naturel	0	0	0	0	0	0	0	0
Électricité	49	63	87	87	91	143	159	181

Source : Commission africaine de l'énergie - Base de données AFREC

5-4 Organisation du secteur de l'électricité

L'autorité en charge du secteur de l'électricité est le ministère de l'Énergie et des Hydrocarbures (MEH). L'électricité est fournie par la Compagnie malgache de l'électricité et de l'eau (JIRAMA). Les autres structures liées à l'électricité comprennent l'Office de régulation de l'électricité (ORE) chargé de réguler l'électricité et l'Agence de développement de l'électrification rurale (ADER) qui promeut l'électrification rurale. Le ministère de l'Énergie et des Hydrocarbures (MEH) s'est donné pour objectif d'atteindre un taux d'électrification de 70% à l'horizon 2030.

Tableau 5-4.1 Madagascar Organisation du secteur de l'électricité in Madagascar

Autorité compétente	Ministère de l'Énergie et des Hydrocarbures (MEH)
Compagnies d'électricité	Production, transport et distribution (privé) : Compagnie malgache de l'électricité et de l'eau (Jiro sy rano malagasy JIRAMA)
Régulation de l'électricité	Office de régulation de l'électricité (ORE)



Électrification rurale

Agence de développement de l'électrification rurale (ADER)

5-5 Offre et demande d'énergie

L'électricité en République de Madagascar est financée par la production d'énergie hydroélectrique et thermique (diesel). Dans la première moitié des années 2010, l'hydroélectricité représentait environ 60 % de l'électricité totale produite, mais en 2019 l'énergie thermique représentait la majorité. Cependant le nombre de machines permanentes a diminué et l'approvisionnement principal en énergie thermique provient des machines de location. La demande a augmenté en moyenne de 5 % par an sur les 10 années allant de 2010 à 2019, tandis que la capacité d'approvisionnement de l'hydroélectricité a augmenté en moyenne de 3 % par an.

Tableau 5-5.1 L'approvisionnement en électricité à Madagascar

(Unit: GWh)

Année	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Quantité d'électricité produite	1 190	1 268	1 350	1 423	1 488	1 542	1 652	1 701	1 797	1 860
Hydroélectricité	711	690	755	809	884	935	887	784	968	886
JIRAMA	637	595	676	727	808	832	791	708	850	797
IPP	74	95	79	82	76	102	96	76	118	89
Énergie thermique	479	577	595	614	604	607	765	917	812	941
Diesel (gazole)	176	202	234	269	314	450	555	435	262	249
JIRAMA	149	162	159	145	106	106	74	53	59	49
Location	25	24	70	116	208	343	481	381	203	184
Achat	3	16	4	9	0	0	0	0	1	16
Diesel (mazout)	302	375	361	345	290	158	210	483	550	691
JIRAMA	166	222	232	221	136	24	7	4	1	3
Location	136	147	118	113	131	123	163	191	171	185
Achat	0	6	10	11	23	11	40	288	377	503
Photovoltaïque (connecté au réseau)	0	15	32							
JIRAMA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Achat	0	0	0	0	0	0	0	0	15	32
Hybride (Photovoltaïque et diesel)	0	1	1							
Électricité fournie (moins la consommation dans la centrale électrique elle-même)	1 126	1 184	1 265	1 337	1 392	1 443	1 530	1 577	1 649	1 708
Consommation d'électricité résidentielle	850	883	930	955	1 000	1 025	1 108	1 147	1 276	1 335
Demande haute	328	331	346	342	367	374	416	442	532	551



Année	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
tension / moyenne tension										
Entreprises	252	257	268	264	288	291	328	351	425	420
Organisations gouvernementales	27	24	27	25	26	26	26	27	30	30
Charge de pompage	50	50	50	53	53	57	62	64	78	101
Demande basse tension	522	552	584	613	633	651	692	705	744	783
PME	60	61	63	70	72	70	82	75	77	87
Résidences	454	483	513	536	555	574	604	625	662	692
Éclairage de la voie publique	8	8	8	7	7	7	6	5	5	5
Pertes de transport et distribution (GWh)	276	301	335	382	392	418	422	430	373	373
	24,5%	25,4%	26,5%	28,6%	28,2%	29,0%	27,6%	27,3%	22,6%	21,8%

Source : Élaboré par la mission d'étude à partir de la documentation fournie par JIRAMA

La production maximale d'électricité nationale en République de Madagascar a connu une croissance annuelle moyenne de 4 % en 10 ans comme le montre le tableau suivant.

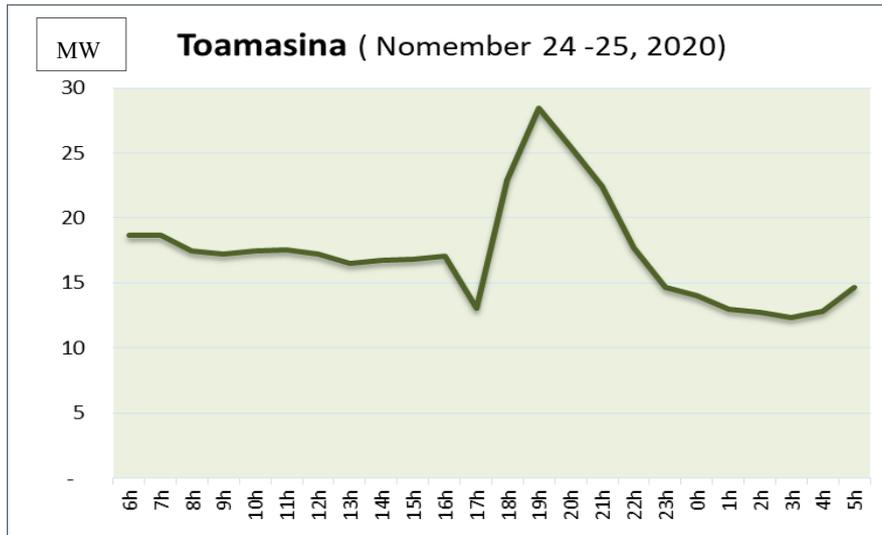
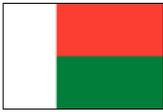
Tableau 5-5.2 Évolution de la production maximale d'électricité, République de Madagascar

(Unit: MW)

Année	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Production maximale d'électricité	256	279	286	306	320	328	342	354	375	367

Source : JIRAMA

Les caractéristiques de charge quotidienne de la République de Madagascar ont un schéma qui culmine le soir à l'heure du dîner vers 19h00 à 20h00. Les charges de plusieurs villes ont été obtenues lors de la présente étude et les tendances sont sensiblement les mêmes pour les villes comme pour les villages. La figure ci-dessous présente les caractéristiques de charge de la production maximale d'électricité en 2020 enregistrée le 24 novembre.



Source : Élaboré par la mission d'étude à partir des données fournies par JIRAMA

Figure 5-5.1 Courbe de la charge quotidienne dans les villes de la République de Madagascar

5-6 Installations de production d'électricité

Bien que la République de Madagascar jouisse de ressources hydroélectriques, son réseau de transport d'électricité est encore en phase de développement et se limite à trois zones urbaines et à leurs banlieues et les villes et villages sont alimentés par des sources d'électricité indépendantes. La société JIRAMA exploite un réseau d'électricité indépendant composé de 115 postes.

(1) Installations de production d'électricité

Parmi les installations de production d'électricité aménagées jusqu'ici, celles qui fonctionnent au diesel réparties à travers tout le pays sont de loin les plus nombreuses. La capitale et les grandes villes sont principalement alimentées par la production d'énergie hydroélectrique. Pour favoriser l'électrification des zones rurales, l'Agence de développement de l'électrification rurale (ADER) promeut le développement de réseaux d'électricité indépendants utilisant des sources d'énergie renouvelables (centrales solaires et petites centrales hydroélectriques).

Il existe ainsi dans tout le pays 570 installations de production d'électricité d'une capacité de quelques kW à 60 MW pour une capacité totale nominale d'environ 690 MW (en 2020). Par types, les installations de production d'électricité se composent de 525 unités au diesel (gazole et mazout combinés) qui produisent environ 490 MW, de 37 unités hydroélectriques qui produisent environ 170 MW, et de sept unités solaires qui produisent environ 27 MW.

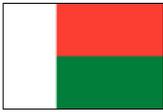
Le tableau ci-dessous présente les principales installations thermiques et diesel (de 5 MW ou plus), ainsi que les installations solaires ; le schéma de localisation des installations thermiques, des installations diesel et des lignes de transport dans tout le pays est présenté dans la Figure 5-6.1.



Tableau 5-6.1 Principaux aménagements de production d'électricité, République de Madagascar

Type d'alimentation	Nom de la centrale	Capacité des installations (MW)	Capacité de sortie (MW)	Année de mise en service	Exploitant
Hydraulique	Andekaleka	31	31	1982	JIRAMA
	Andekaleka	31	31	1982	JIRAMA
	Andekaleka	33	30	2012	JIRAMA
	Mandraka	6	6	1956	JIRAMA
	Mandraka	6	6	1956	JIRAMA
	Mandraka	6	6	1966	JIRAMA
	Mandraka	6	6	1972	JIRAMA
	Sahanivotry	18	2,5	2008	HYDELEC
	Tsiazompaniry	5	2	2010	HFF
Diesel	Ambohimanambola	40	33	2017	JOVENA TAC
	Ambohimanambola	60	60	2017	AKSAF POWER
	Ambohimanambola 2	25	23,5	2009	AKSAF POWER (CTA2)
	Antsirabe	7	6	1982	VESTOP
	Mandroseza	40	20	2008	SYMBION POWER
	Toamasina	6	4,5	2009	JIRAMA
	Toamasina	6	4,5	2009	JIRAMA
	Toamasina	5,3	3	2009	ENELEC 2
	Toamasina	6,6	-	2009	ENELEC 2
	Toamasina	6	5,5	2009	VESTOP
	Mahajanga	6,5	4,5	2008	ENELEC
	Mahajanga	6,5	-	2009	ENELEC
	Antsiranana	25,5	13	2007	ENELEC
	Toliara	7,5	3,5	2014	ENELEC
	Toliara	5,5	5,3	2014	ENELEC
Toliara	7,5	5,3	2015	ENELEC	
Solaire	Ambatolampy	20	17	2018	GREEN ENERGY
	Antsirabe	1	0,83	2020	SUNFARMING
	Toamasina	2	1	2020	LIDERA GREEN POWER
	Antsohihy	0,715		2020	FIRST ENERGY
	Maevatanana	0,369	0,2	2017	FIRST ENERGY
	Maevatanana	0,1	-	2020	FIRST ENERGY
	Toliara	2,9	2,4	2020	ENELEC
	Benenitra	7	4	2001	JIRAMA

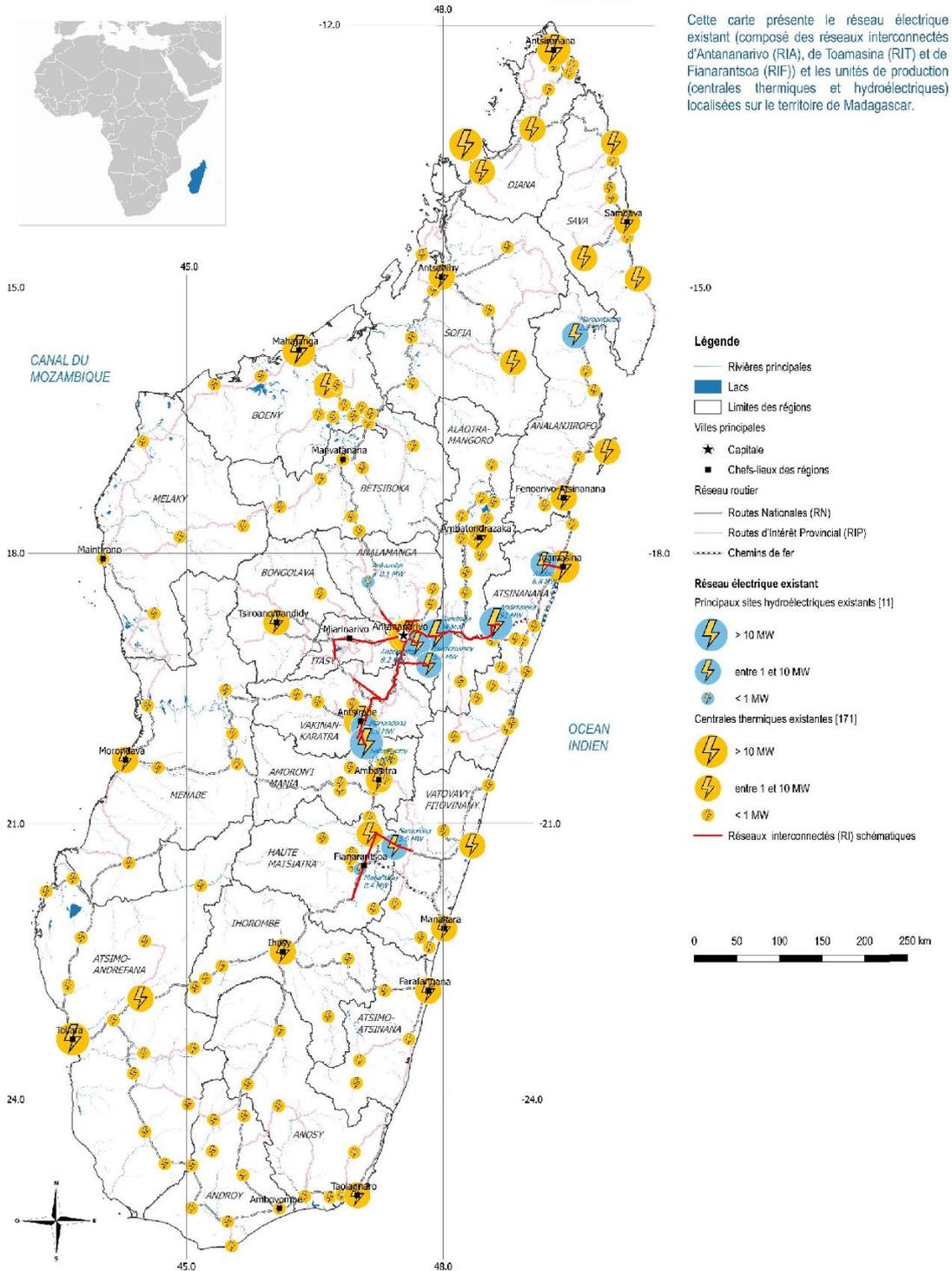
Source : JIRAMA



MADAGASCAR

Atlas de la Ressource Hydroélectrique (1-20 MW)

RESEAU ELECTRIQUE ET UNITES DE PRODUCTION



Source: Small Hydro Resource Mapping in Madagascar, Hydropower Atlas, April 2017, ESMAP

Figure 5-6.1 Localisation des centrales hydroélectriques, centrales thermiques et réseaux de transport en République de Madagascar (2017)



(2) Installations de transport et de distribution

Pour les zones urbaines seulement, trois réseaux de transport de l'électricité sont actuellement exploités à Madagascar : le réseau Antananarivo - Antsirabe (RIA), le réseau Toamasina (RIT) et le réseau Fianarantsoa (RIF). Ils sont exploités à 138 kV, 63 kV et 35 kV.

Tableau 5-6.2 Tableaux des lignes de transport du réseau RIA, République de Madagascar
(seules les lignes de 138 kV et 63 kV sont indiquées)

Tension (kV)	Point de départ	Point d'arrivée	Longueur (km)	Type de conducteur	Section transversale du conducteur (mm ²)	Capacité (A)
138	Andekaleka	Ambohimambola	138	ACSR	265	600
138	Tana Nord	Ambohimambola	14.2	ACSR	228	550
63	Mandraka	Ambohimambola	44.6	ACSR	228	550
63	Ambodivona	Ambohimambola	10.8	ACSR	228	550
63	Tana Sud	Ambohimambola	18	ACSR	228	550
63	Ambohimambola	Behenjy	35	ACSR	228	550
63	Tsiazompaniry	Behenjy	39	ACSR	117	260
63	Behenjy	Junction point	15	ACSR	228	550
63	Ambatolampy	Junction point	0.1	ACSR	228	550
63	Antsirabe	Junction point	90	ACSR	228	550
63	Antsirabe	Antsipolitra	1	ASTER	117	260
63	Sahanivotry	Antsipolitra	20	ASTER	117	260

Source : JIRAMA

Tableau 5-6.3 Liste des postes et transformateurs du réseau RIA, République de Madagascar

Nom du poste	Transformateur	Tension primaire (kV)	Tension secondaire (kV)	Capacité (MVA)
Tana Nord	TR1	138	20	25
	TR2	138	20	25
	TR3	20	35	7
Tana Sud	TR1	63	35	25
	TR2	63	35	25
	TR4	63	20	25
Ambodivona	TR1	63	35	25
	TR2	63	35	25
Ambohimambola	TR1	63	20	15
	TR2	63	20	15
	TR3	63	20	10
	TR4	63	20	10
	ATR1	138	63	30
	ATR2	138	63	30
	ATR3	138	63	30
Tsiazompaniry	TR3	63	20	10



Nom du poste	Transformateur	Tension primaire (kV)	Tension secondaire (kV)	Capacité (MVA)
Ambatolampy	TR1	63	20	4
	TR2	63	20	4
Antsirabe	TR4	63	20	15
	TR5	63	20	15

Source : JIRAMA

Dans le but de répondre à l'augmentation de la demande dans les zones urbaines et d'assurer la stabilité de l'alimentation électrique, il est prévu d'ajouter une ultra-haute tension de 220 kV et de la connecter aux trois réseaux actuels (achèvement de l'interconnexion en 2021 selon la PDMC). Cette interconnexion est sous la compétence de JIRAMA et elle fait partie des projets hautement prioritaires mentionnés dans le « Projet d'élaboration du schéma directeur de développement de l'axe économique Antananarivo - Toamasina à Madagascar (TaToM) » mis en œuvre avec le soutien de la JICA. Selon les informations collectées par la présente étude en juillet 2021, cette interconnexion est composée de plusieurs projets. La connexion au RIT est en cours de construction, mais pour les autres, bien qu'ils aient commencé en mars 2019 en ayant recours au services de conseil (TRACTEBEL) et en effectuant l'étude de faisabilité, aucune information n'a été obtenue au sujet de la date d'achèvement. Outre l'interconnexion au réseau de transport, des informations ont été obtenues sur les projets de renforcement du réseau de transport et de distribution dont notamment l'augmentation et le renforcement des transformateurs du RIA.

Comme on l'a vu, l'ADER poursuit le développement rural dans les réseaux indépendants par l'introduction de sources d'énergies renouvelables en développant des mini-réseaux avec le soutien des bailleurs de fonds, à commencer par neuf projets (de 2018) financés par le programme SREP (Scaling up Renewable Energy Program in Low Income Countries) dont l'exploitation est confiée à des entreprises privées sous contrat avec le ministère de l'Eau, de l'Énergie et des Hydrocarbures (MEEH). La Figure 5-6.2 présente le schéma de localisation des lignes de transport du pays et des environs de la capitale, tandis que la Figure 5-6.3 présente le schéma du réseau de transport RIA.

Quant aux lignes de distribution, elles sont divisées en sept régions de JIRAMA et en d'autres réseaux indépendants pour un total de huit divisions. La tension de distribution utilisée est de 20 kV aux environs de la capitale mais on utilise également des classes de tension de 15 kV, 5,5 kV et 5 kV dans l'ensemble du pays. Le tableau ci-dessous présente le nombre de transformateurs en service montés sur poteau pour l'année 2018, le nombre de transformateurs en service surchargés et le nombre de transformateurs endommagés cette année-là pour chacune des divisions de distribution.

Tableau 5-6.4 Réseaux de distribution et nombre de transformateurs montés sur poteau, République de Madagascar (2018)

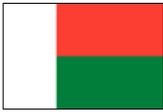
Région	Transformateurs en service	Transformateurs en service surchargés		Transformateurs endommagés en 2018	Remarque
		Nombre	Pourcentage		
Antsirabe	103	38	36,9%	2	
Antsiranana	99	8	8,1%	12	
Fianarantsoa	158	21	13,3%	5	



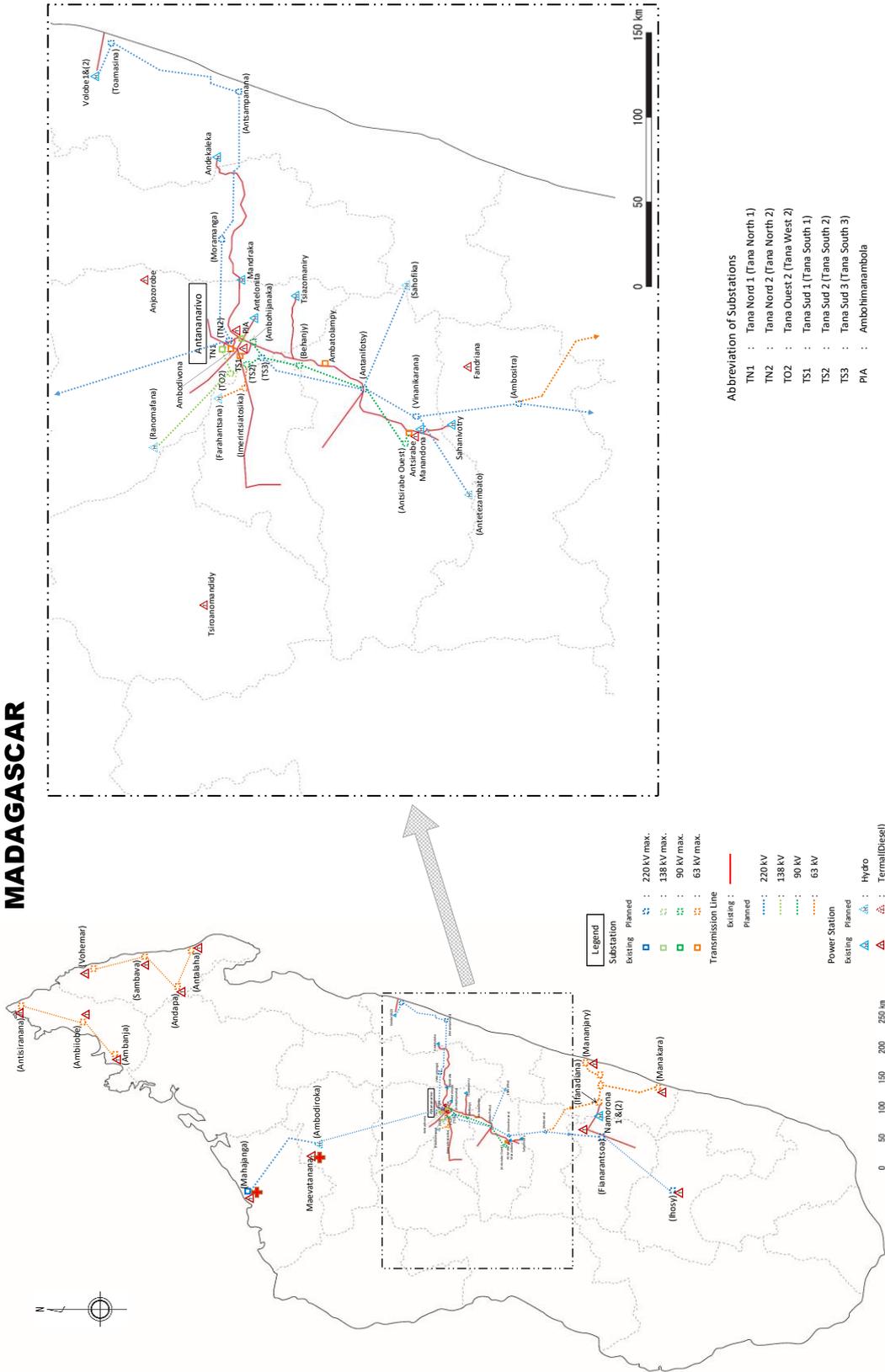
Région	Transformateurs en service	Transformateurs en service surchargés		Transformateurs endommagés en 2018	Remarque
		Nombre	Pourcentage		
Mahajanga	140	43	30,7%	3	
Toamasina	177	34	19,2%	11	
Toliara	128	21	16,4%	9	
Tana	62	8	12,9%	7	Antananarivo
Others	1 137	327	28,8%	28	
Total	2 004	500	25,0%	77	

Source : Rapport annuel 2018 de JIRAMA

Les installations du réseau de distribution de la République de Madagascar sont vétustes et leur maintenance n'a pas été adéquatement effectuée pendant un certain temps. La croissance de la demande s'y ajoutant, 25 % des transformateurs en service montés sur poteau sont surchargés. Le fonctionnement en surcharge des transformateurs impose une charge sur les équipements connexes tels que les câbles électriques et les interrupteurs, ce qui entraîne non seulement des déclenchements dus à la surcharge, mais également des pannes internes et des courts-circuits sur les équipements. En outre, des effondrements de poteaux électriques en décomposition et des déconnexions de câbles électriques ont été signalés : 2 597 accidents ont été enregistrés dans l'ensemble du pays en 2018. Comme indiqué dans la colonne de l'offre et de la demande d'électricité, les pertes de transmission et de distribution présentent des valeurs élevées et elles ne sont pas que techniques, car on signale aussi des vols d'électricité et des vols de câbles et d'équipements.



MADAGASCAR



Source : Élaboré par la mission d'étude à partir des données fournies par JIRAMA

Figure 5-6.2 Schéma de localisation des lignes de transport du pays et des environs de la capitale

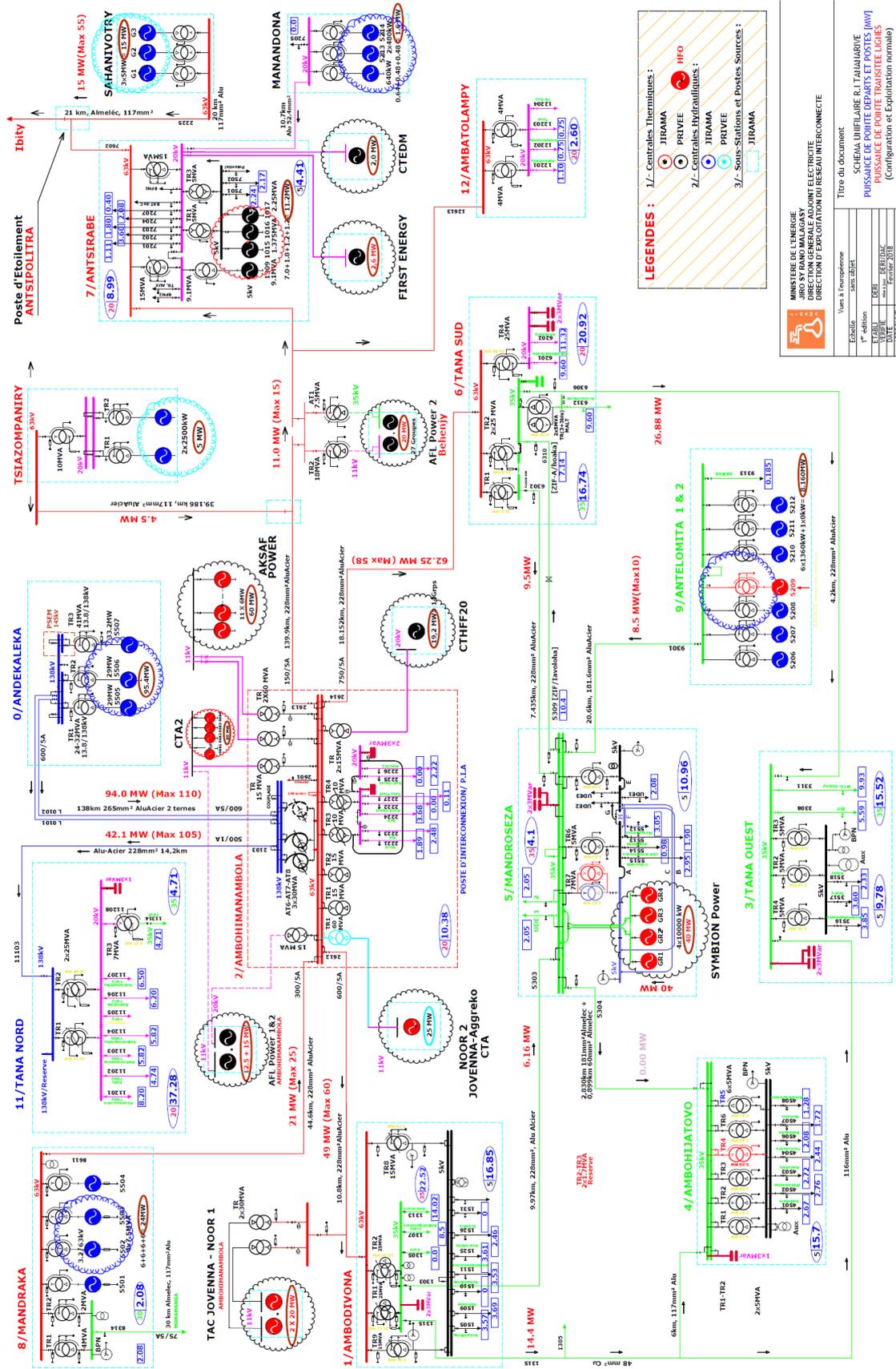
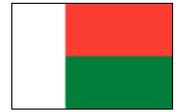
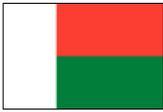


Figure 5-6.3 Schéma du réseau de transport (RIA seulement) (2018, équivalent à la situation actuelle)

Source : JIRAMA



(3) Plans de développement (y compris les plans d'électrification régionaux)

Dans son Plan national de développement (PND 2015-2020), le gouvernement classe l'agriculture parmi les secteurs stratégiques de la croissance économique et s'engage à aménager des installations de production agricole notamment pour l'irrigation, à promouvoir une agriculture moderne et à stimuler le marché. De même, la stratégie nationale de développement de la riziculture révisée en 2016 fixait pour 2020 les objectifs suivants : doubler la production de riz par rapport au niveau de 2014, contribuer à la sécurité alimentaire ainsi qu'au développement économique et hausser les revenus des travailleurs agricoles.

La croissance économique du pays montre des signes de reprise progressive depuis l'inauguration du régime actuel en 2014 et le secteur minier est considéré comme un domaine clé de la croissance économique. Les activités d'extraction et de production de nickel, de cobalt, de titane, etc. sont déjà bien développées et le PND vise un taux de croissance annuelle du PIB de 7 % en se basant sur la croissance à deux chiffres de l'industrie secondaire centrée sur le secteur minier. Pour réaliser une telle croissance économique, il est indispensable d'aménager les infrastructures de base actuellement fragiles telles que les routes et les ports, ainsi que de renforcer la distribution intérieure (le transport intérieur). De plus, parallèlement à ces infrastructures, le développement urbain est jugé nécessaire dans les villes principales, qui constituent les fondements de la croissance économique.

5-7 Défis et besoins de développement

En 2013, le taux national d'électrification de Madagascar n'était que d'environ 15 % (51 % en zones urbaines et 4,75 % en zones rurales). En 2018, ce taux avait augmenté à 37,8 % (64,4 % en zones urbaines et 23,17 % en zones rurales), mais se trouvait encore loin de l'objectif de 70 % visé par le gouvernement.

Le gouvernement s'est fixé comme objectif de développement d'augmenter la proportion d'énergies renouvelables à 80 % du total d'ici 2030. Cependant, le développement hors réseau des zones rurales est mené par l'ADER et il peut être difficile de lui apporter un soutien car ces installations ne sont pas gérées par JIRAMA.

Il est donc proposé de soutenir non seulement le développement du transport et de la transformation de l'électricité à la capitale, mais aussi la promotion de l'utilisation des énergies renouvelables établie dans les politiques énergétiques du gouvernement et l'amélioration de l'accès à l'électricité. En outre, il est recommandé d'augmenter la proportion d'énergies renouvelables et de réduire la combustion du diesel en utilisant les mini-réseaux existants en conjonction avec l'énergie photovoltaïque.

5-8 Liste des projets potentiels

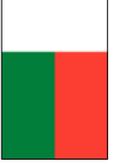
Le tableau 5-8.1 présente la liste des projets candidats élaborée sur la base des réponses au questionnaire fournies par les organisations compétentes du secteur de l'énergie, du contenu des demandes et du contenu des discussions sur place.

Tableau 5-8.1 Liste des projets potentiels

Priorité	District	Nom du projet	Objectif du projet	Catégorie	Composant	Qualité	Coût estimé (MUSD)		Période de démarrage
							Chqun	Total	
1	Toamasina	Le projet de renforcement du réseau de distribution de Tamatave	Remplacement de TAMATAVE-1(TM-1)	Sous-station	Appareillage de commutation 35kV Transformateur 35/20 kV Appareillage de commutation 20kV Système de contrôle et de protection, bâtiment de contrôle	5 baies pour 2 T/L, 2 Tr, 1 section 25MVA x 2 12 baies pour 2 Tr, 9 distributeurs, 1 section 1 ensemble	20		
			Remplacement du TAMATAVE-2(TM-2)	Sous-station	Appareillage de commutation 35kV Transformateur 35/20 kV Appareillage de commutation 20kV Système de contrôle et de protection, bâtiment de contrôle	9 Baies pour 3 T/L, 2 Tr, 3 distributeurs, 1 section 20MVA x 2 15 baies pour 2 Tr, 12 distributeurs, 1 section 1 ensemble			
			Construction d'une ligne de distribution de 35kV	Distribution	TM-220 to TM-2 TM2-TM1	2cct 10 km 2cct 10 km			
2	Anarlamanga/ Vakinankaratra	Renforcement des sous-stations de RIA Tana (Recommandation de la JIRAMA)	Renforcement d'Ambodivona	Sous-station	Appareillage de commutation 63kV Transformateur 63/35 kV Transformateur 63/20 kV Appareillage de commutation 20 kV Système de contrôle et de protection, bâtiment de contrôle	1 distributeur (remplacement) 4 Tr (expansion) 50 MVA x 2 25 MVA x 2 7 départs (+2 VT) 1 ensemble			
			Renforcement de Tana Sud (Sud)	Sous-station	Appareillage de commutation 63kV 63/35 kV Tr. 35 kV Appareillage de commutation 63/20 kV Tr. 20 kV Appareillage de commutation Système de contrôle et de protection, bâtiment de	1 distributeur (remplacement) 3 Tr (expansion) 25 MVA x 2 (déplacement) 10 départs (+2VT) 25 MVA x1 6 départs (+2VT) 1 ensemble			



Priorité	District	Nom du projet	Objectif du projet	Catégorie	Composant	Qualité	Coût estimé (MUSD)		Période de démarrage
							Chqun	Total	
					contrôle				
			Renforcement de Tana Nord (Sud)	Sous-station	138kV Appareillage de commutation 138/35 kV Tr 35 kV Appareillage de commutation 138/20 kV Tr 20 kV Appareillage de commutation Système de contrôle et de protection, bâtiment de contrôle	2 Tr 25MVA x 1 3 baies pour 3distributeur (+1 VT) 25MVA x 1 4 baies pour 4distributeur (+1 VT) 1 ensemble			
			Renforcement de Mandroseza	Sous-station	35/20 kV Tr 20 kV Appareillage de commutation Système de contrôle et de protection, bâtiment de contrôle	7MVA x 1 6 baies pour 6 distributeurs (+1VT) 1 ensemble			
			Renforcement de PIA Ambohimambola	Sous-station	20kV Appareillage de commutation Système de contrôle et de protection, bâtiment de contrôle	6 baies pour 6 distributeurs (+1VT) 1 ensemble			
	Anarlamanga/ Vakinankaratra	Renforcement de RIA Tana Sous-stations	Renforcement de Tana Sud (South)	Sous-station	63kV Appareillage de commutation 63/35 kV Tr. 35 kV Appareillage de commutation 63/20 kV Tr. 20 kV Appareillage de commutation	2 baies pour Tr. 1 ensemble 25 MVA 3 baies pour Tr. & 2 distributeurs 1 ensemble 25 MVA 3 baies pour Tr. & 2 distributeurs	1,75	6,75	
			Renforcement de Ambodivona	Sous-station	63kV Appareillage de commutation 63/35 kV Tr. 35 kV Appareillage de commutation 63/20 kV Tr. 20 kV Appareillage de commutation	2 baies pour Tr. 1 ensemble 25 MVA 4 baies pour Tr. & 3 distributeurs 1 ensemble 25 MVA 4 baies pour Tr. & 3 distributeurs	1,25		



Priorité	District	Nom du projet	Objectif du projet	Catégorie	Composant	Qualité	Coût estimé (MUSD)		Période de démarrage
							Chqun	Total	
			Renforcement de Mandroseza	Sous-station	20 kV Appareillage de commutation (Switching from 5 kV to 20 kV) BPN Neutral	8 baies pour 4 entrants et 4 sortants 1 ensemble	0,8		
			Renforcement de Ambatolampy	Sous-station	63kV Appareillage de commutation 63/20 kV Tr. 20 kV Appareillage de commutation	1 baie pour Tr. 1 ensemble 4 MVA 1 baie pour Tr.	0,75		
			Renforcement de Antsirabe	Sous-station	63 kV Appareillage de commutation 63/20 kV Tr. BPN Neutral 20 kV Appareillage de commutation	1 ensemble 1 ensemble 15 MVA 1 ensemble 1 ensemble	0,9		
			Renforcement de Tana Ouest (West)	Sous-station	63kV Appareillage de commutation 63/20 kV Tr. 20 kV Appareillage de commutation	1 baie pour Tr. 1 ensemble 25 MVA 4 baies pour Tr. & 3 distributeurs	1,3		
	Anarlamanga	Extension PAGOSE RIA (Projet d'amélioration de la gouvernance et des opérations dans le secteur de l'électricité)	Renforcement de PIA Ambohimambola	Sous-station	138 kV Appareillage de commutation 138/63 kV Tr. 63 kV Appareillage de commutation 63/20 kV Tr. 20 kV Appareillage de commutation	1 baie pour Tr. 1 ensemble 120 MVA 2 baies pour Trs. 1 ensemble 18 MVA 1 baie pour Tr.	1,25	2,75	
Renforcement de Tana Nord (North) 1			Sous-station	138 kV Appareillage de commutation 138/35 kV Tr. 63 kV Appareillage de commutation 63/20 kV Tr. 20 kV Appareillage de commutation	2 baies pour Trs. 1 ensemble 25 MVA 4 baies pour 2 Trs. et 2 distributeurs 1 ensemble 18 MVA 1 baie pour Tr.	1,5			
			Transmission	Lignes de transmission de 63 kV en boucle vers les sous-	-				



Priorité	District	Nom du projet	Objectif du projet	Catégorie	Composant	Qualité	Coût estimé (MUSD)		Période de démarrage
							Chqun	Total	
					stations de Tana Sud et Ambodivona				
				Sous-station	Extension de la baie 63 kV des sous-stations de Tana Sud et d'Ambodivona	1 baie pour chaque sous-station			
	Anarlamanga/ Vakinankaratra	Projet Ring Tana	Composant 1 Construction de Tana Sud (South) 2	Sous-station	138 kV Appareillage de commutation 138/90 kV Tr. 90 kV kV Appareillage de commutation 90/63 kV Tr. 90/35 kV Tr. 90/20 kV Tr. 63 kV Appareillage de commutation 35 kV Appareillage de commutation 20 kV Appareillage de commutation Équipement de protection, de contrôle et de supervision	4 baies (1 distributeur, 2 Trs. & coupleur) 2 ensembles 45 MVA 10 baies (2 distributeurs, 7 Trs. & coupleur) 2 ensembles 45 MVA 1 ensemble 25 MVA 2 ensembles 25 MVA 5 baies (2 distributeurs, 2 Trs. & coupleur) 5 cellules (1 revenu & 4 distributeurs) 7 cellules (2 revenus & 5 départs) 1 ensemble	13,5		
			Composant 2 Construction de Tana Ouest (West) 2	Sous-station	138 kV Appareillage de commutation 138/35 kV Tr. 138/20 kV Tr. 35 kV Appareillage de commutation 20 kV Appareillage de commutation Équipement de protection, de contrôle et de supervision	6 baies (2 distributeur, 3 Trs. & coupleur) 1 ensemble 25 MVA 2 ensembles 25 MVA 7 cellules (1 revenu, 5 distributeurs & C. bank) 8 cellules (2 revenus, 5 distributeurs & C. bank) 1 ensemble	5,9	60,5	
			Composant 3 Construction de Ambohijanaka	Sous-station	90 kV kV Appareillage de commutation 90/63 kV Tr. 90/20 kV Tr. 63 kV Appareillage de commutation 20 kV Appareillage de commutation	7 baies (2 distributeurs, 4 Trs. & coupleur) 2 ensembles 45 MVA 2 ensembles 25 MVA 7 baies (4 distributeurs, 2 Trs. & coupleur) 9 cellules (2 entrées, 6 distributeurs & banque C.)	8,6		



Priorité	District	Nom du projet	Objectif du projet	Catégorie	Composant	Qualité	Coût estimé (MUSD)		Période de démarrage
							Chqun	Total	
					Équipement de protection, de contrôle et de supervision	1 ensemble			
			Composant 4 Construction de Imerintsiasosika	Sous-station	63 kV kV Appareillage de commutation 63/20 kV Tr. 20 kV Appareillage de commutation Équipement de protection, de contrôle et de supervision	5 baies (2 distributeurs, 2 Trs. & coupleur) 2 ensembles 25 MVA 7 cellules (2 récepteurs & 5 distributeurs) 1 ensemble	4,5		
			Composant 5 Construction de Behenjy	Sous-station	90 kV kV Appareillage de commutation 90/20 kV Tr. 20 kV Appareillage de commutation Équipement de protection, de contrôle et de supervision	6 baies (4 distributeurs, 1 Tr. & coupleur) 1 ensemble 25 MVA 5 cellules (1 arrivée & 4 départs) 1 ensemble	4,0		
			Composant 6 Construction de Antsirabe Ouest (West)	Sous-station	90 kV kV Appareillage de commutation 90/20 kV Tr. 20 kV Appareillage de commutation Équipement de protection, de contrôle et de supervision	6 baies (3 distributeurs, 2 Trs. & coupleur) 2 ensembles 25 MVA 8 cellules (2 arrivées, 5 départs & banque C.) 1 ensemble	4,7		
			Composant 7 Expansion of Antsipolitra (Antsirabe)	Sous-station	90 kV kV Appareillage de commutation 90/63 kV Tr. 63 kV Appareillage de commutation (including expansion of existing bus) Équipement de protection, de contrôle et de supervision	2 baies (1 distributeur & 1 Tr.) 1 ensemble 45 MVA 2 baies (1 distributeur & 1 Tr.) 1 ensemble	2,25		
			Composant 8 Sous-station mobile	Sous-station	Sous-station mobile (1) 90/20 kV Tr. 36 kV Appareillage de commutation Sous-station mobile (2) 63/35 kV Tr. 36 kV Appareillage de commutation	1 ensemble 1 ensemble 10 MVA 6 cellules (1 revenu & 5 distributeurs) 1 ensemble 1 ensemble 10 MVA 6 ventes (1 revenu & 5 départs)	2,0		



Priorité	District	Nom du projet	Objectif du projet	Catégorie	Composant	Qualité	Coût estimé (MUSD)		Période de démarrage
							Chqun	Total	
					36 kV Aluminum Cable & outdoor terminal ends	1,000m 240mm2 & 100 extrémités			
				Transmission	Composant 9 Ligne aérienne entre les sous-stations de Tana Sud 3 et Behenjy	Ligne à simple circuit de 90 kV 100 MW 30 km	2,5		
				Transmission	Composant 10 Ligne aérienne entre les sous-stations de Tana Sud 2 et Tana Sud 3	Ligne à double circuit 90 kV 150 MW 18 km	2,0		
				Transmission	Composant 11 Ligne aérienne entre les sous-stations de Tana Sud 3 et Ambohijanaka	Ligne à double circuit 90 kV 150 MW 20 km	2,0		
				Transmission	Composant 12 Ligne aérienne entre les sous-stations de Behenjy et d'Antsirabe Ouest	Ligne à circuit simple 90 kV 70 MW 80 km	6,5		
				Transmission	Composant 13 Ligne aérienne entre les sous-stations Antsirabe Ouest et Antsipolitra (Antsirabe)	Ligne à circuit simple 90 kV 100 MW 20 km	2,0		
	Betsiboka	Système de génération hybride triple à Maevatanana	Utilisation d'énergies renouvelables et réduction de la consommation de gazole, alimentation électrique stable de l'hôpital.	Génération	Panneau photovoltaïque Solaire Générateur diesel Système de batterie Système de contrôle EMS	1 ensemble 1 200 kWc 2 ensembles 692 kW 1 ensemble 1 000kW/1 000kWh 1 ensemble			
	Bongolava	Système de génération hybride triple à Tsiroanomadidy	Utilisation des énergies renouvelables et réduction de la consommation de gazole	Génération	Panneau photovoltaïque Solaire Générateur diesel Système de batterie Système de contrôle EMS	1 ensemble 1 200 kWc 2 ensembles 692 kW 1 ensemble 1 000kW/1 000kWh 1 ensemble			
	Amoron'I Mania	Système de génération hybride triple à Fandriana	Utilisation des énergies renouvelables et réduction de la consommation de gazole	Génération	Panneau photovoltaïque Solaire Générateur diesel Système de batterie Système de contrôle EMS	1 ensemble 1 200 kWc 2 ensembles 692 kW 1 ensemble 1 000kW/1 000kWh 1 ensemble			
	Anarlamanga	Système de génération hybride triple à Anjozorobe	Utilisation des énergies renouvelables et réduction de la consommation de gazole	Génération	Panneau photovoltaïque Solaire Générateur diesel Système de batterie Système de contrôle EMS	1 ensemble 1 200 kWc 2 ensembles 692 kW 1 ensemble 1 000kW/1 000kWh 1 ensemble			
	Sava	Système de	Utilisation des énergies renouvelables et	Génération	Panneau photovoltaïque	1 ensemble 1 200 kWc			





Priorité	District	Nom du projet	Objectif du projet	Catégorie	Composant	Qualité	Coût estimé (MUSD)		Période de démarrage
							Chqun	Total	
		génération hybride triple à Andapa	réduction de la consommation de gazole		Solaire Générateur diesel Système de batterie Système de contrôle EMS	2 ensembles 692 kW 1 ensemble 1 000kW/1 000kWh 1 ensemble			
	Ihorombe	Système de génération hybride triple à Ihosy	Utilisation des énergies renouvelables et réduction de la consommation de gazole	Génération	Panneau photovoltaïque Solaire Générateur diesel Système de batterie Système de contrôle EMS	1 ensemble 1 200 kWc 2 ensembles 692 kW 1 ensemble 1 000kW/1 000kWh 1 ensemble			

Chapitre 6 République du Sénégal

Chapitre 6 République du Sénégal

6-1 Situation générale

Dans cette région d'Afrique de l'Ouest où beaucoup de pays sont dans une situation sécuritaire et politique instable, le Sénégal jouit depuis son indépendance en 1960 d'un gouvernement civil stable. De plus, il s'implique activement dans l'Union Africaine (UA) et dans la Communauté économique des États de l'Afrique de l'Ouest (CEDEAO), exerce activement le rôle de médiateur en vue de la résolution de conflits régionaux, occupant de ce fait une position importante du point de vue de la diplomatie japonaise en Afrique. D'un point de vue géographique également, servant de porte d'entrée pour les pays ouest-africains enclavés, il constitue une base régionale de circulation des biens et d'activités économiques. Sa capitale Dakar accueille en particulier beaucoup de travailleurs et d'étudiants des pays voisins, et les entreprises japonaises présentes dans le pays (au nombre de huit) mettent à profit la situation géographique et de la stabilité sécuritaire de cette ville pour mener leurs activités dans une vision intégrant l'ensemble de l'Afrique de l'ouest. Par ailleurs, son RNB par habitant atteint 1 450 dollars en (Banque Mondiale, 2019) mais, bien que le pays soit passé du statut de « pays pauvre » à celui de « pays à faibles revenus », le Sénégal reste encore confronté à de nombreux problèmes, notamment en termes de services publics et d'urbanisation générée par la démographie galopante.

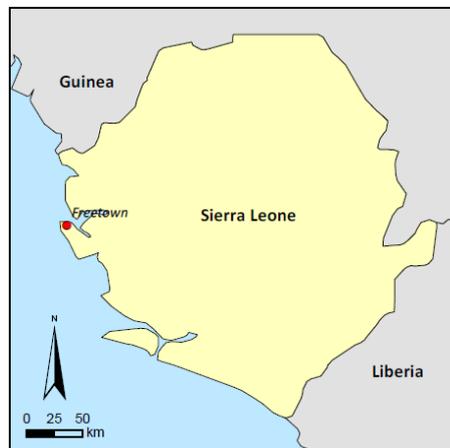
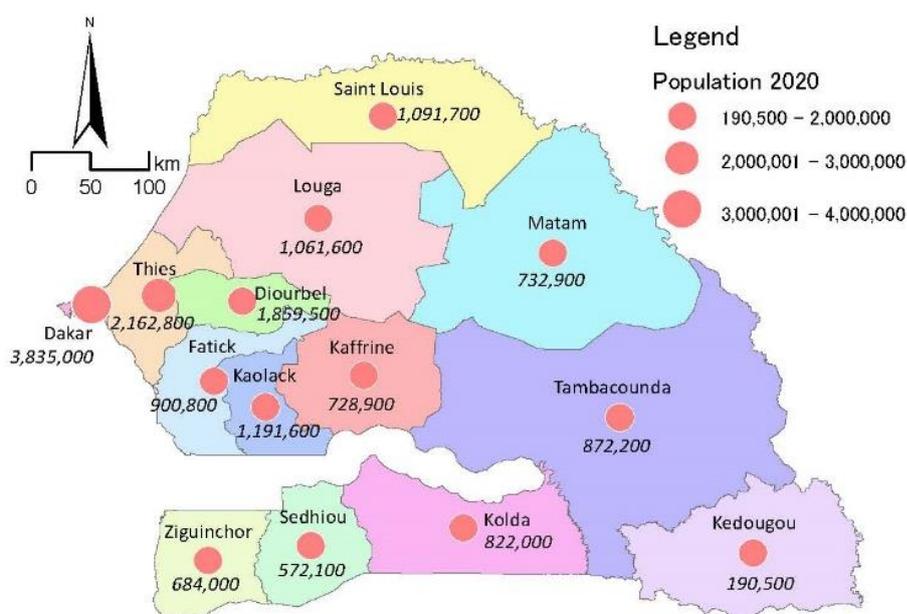


Figure 6-1.1 Carte de localisation



Source: Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie, Sénégal (web).

Figure 6-1.2 Répartition de sa population



Tableau 6-1.1 Données essentielles

Élément	Contenu	Source
Superficie	197 161 kilomètres carrés	Environ la moitié de la superficie du Japon
Population	16 740 000	Banque mondiale, 2020
Capitale	Dakar	
Groupes de population	Wolofs, Peuls, Sérères, etc.	
Langues	Français (langue officielle), langues des différents groupes de population (Wolof, etc.)	
Religions	Islam, christianisme, religions traditionnelles	
Forme de gouvernement	République	
Parlement	Monocaméral (Assemblée nationale (165 sièges))	
Produit intérieur brut (PIB)	24.644 billion USD	Banque mondiale, 2020
Revenu national brut (RNB) par habitant	1 472 dollars US	Banque mondiale, 2020
Taux de croissance économique	1,5 %	Banque mondiale, 2020
Taux de chômage	3,7 %	Estimations de l'OIT pour 2020
Taux d'électrification	Taux national : 70,7 % Zones urbaines : 95,2 % Zones rurales : 47,4 %	AIE, 2020

Tableau 6-1.2 Politique d'aide au développement concernant le Sénégal (à partir de 2017)

Élément	Contenu
Orientations de base de l'APD	<p>【Promotion d'une croissance stable et durable, de la réduction de la pauvreté et de la création d'emplois dans la région de l'Afrique de l'Ouest】 Dans le cadre de son Plan Sénégal Emergent (PSE) qui vise à faire du Sénégal un pays émergent à l'horizon 2035, le Gouvernement sénégalais a défini une stratégie de développement constituée de trois piliers pour les dix années entre 2014 et 2023 : « transformation structurelle de l'économie et croissance », « capital humain, protection sociale et développement durable » et « gouvernance, institutions, paix et sécurité ».</p> <p>Le Japon, pour promouvoir la stabilité démocratique et un développement économique solide au Sénégal, apporte un soutien visant à contribuer à une croissance durable et à la réalisation des objectifs du Millénaire pour le développement (OMD), tout en mettant l'accent sur le soutien au développement économique. De plus, tout en continuant à soutenir le « développement des capacités humaines » que le Japon a jusqu'à présent, en valorisant ses connaissances et sa technologie, et en assurant des effets de développement durable par la synergie entre les soutiens matériels (aménagement des installations) et immatériels (développement des ressources humaines), notre pays vise à un déploiement de ces effets dans l'ensemble de la région d'Afrique de l'Ouest.</p>
Domaines spécifiquement ciblés	<p>(1) Soutien à une croissance économique durable (2) Amélioration des services sociaux de base</p>



6-2 Politique énergétique

En termes de politique énergétique, la Lettre de Politique de Développement du Secteur de l'Energie 2013-2017 (ci-après dénommée LPDSE2013-2017) a été élaborée par le Ministère du Pétrole et de l'Energie (MPE) en octobre 2012. La LPDSE2013-2017 énumère les objectifs stratégiques suivants pour le secteur de l'électricité de 1) à 9) :

- 1) Diversification des sources d'énergie
- 2) Promotion de l'électrification rurale et périurbaine
- 3) Réhabilitation et expansion du réseau de transmission et de distribution d'électricité
- 4) Promotion de la participation du secteur privé
- 5) Réforme du fonctionnement et des finances de la Senelec
- 6) Réforme de l'organisation du secteur de l'électricité
- 7) Renforcer le cadre juridique et réglementaire
- 8) Améliorer la gouvernance
- 9) Renforcement de la coopération régionale et sous-régionale

En outre, le LPDSE 2019-2023 était approuvé en mai 2019 par le ministère de l'Énergie et en attente d'approbation par le ministère des Finances. Dans ce cadre, quatre axes ont été définis :

- 1) Stabilité de l'approvisionnement en énergie
- 2) Accès à l'électricité à des prix plus bas
- 3) Un meilleur accès aux combustibles modernes tels que le biogaz
- 4) Renforcement de la gouvernance sur les hydrocarbures, etc.

6-3 Offre et demande d'énergie

Le tableau de l'offre et de la demande d'énergie pour le Sénégal est présenté ci-dessous. En ce qui concerne la production domestique, ce sont principalement les combustibles issus de la biomasse tels que le charbon de bois qui sont utilisés, et l'on suppose que le bois de chauffage et le charbon de bois sont principalement utilisés pour la cuisine. L'exploitation de champs gaziers offshore aux frontières de la Mauritanie et du Sénégal voisins est en cours depuis le début des années 2000 mais la production est faible. Dans ce contexte, le pays est largement dépendant du pétrole pour sa production d'électricité.



Tableau 6-3.1 Liste de l'offre et de la demande d'énergie au Sénégal

(Unité : kteo 1.000 tonnes d'équivalent pétrole)

	2000	2005	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Production nationale								
Charbon	-	-	-	-	-	-	-	-
Charbon de bois	296	335	366	253	147	153	153	159
Pétrole	0	0	0	0	0	0	0	0
Gaz naturel	1	15	43	23	21	21	22	24
Électricité	131	191	315	355	378	387	397	407
Les combustibles fossiles	127	164	281	319	342	350	359	368
Hydro	0	23	28	29	30	31	31	32
Géothermie	-	-	-	-	-	-	-	-
Énergie renouvelable (solaire et éolienne)	0	0	0	0	1	1	1	1
Biodéchets	4	4	5	6	5	6	6	6
Importations								
Charbon	0	78	186	310	377	313	321	330
Pétrole	832	925	784	1,013	1,085	1,095	1,193	1,302
Produits pétroliers	581	812	1,263	1,455	1,266	1,387	1,522	1,671
Gaz naturel	0	0	0	0	0	0	0	0
Électricité	17	23	24	25	26	26	27	28
Consommation finale								
Charbon	0	78	188	250	263	220	225	231
Pétrole	663	735	962	1,095	1,213	1,029	1,082	1,139
Gaz naturel	0	0	0	0	0	0	0	0
Électricité	80	146	276	293	321	340	362	385

Source: Africa energy Database 2019 (African Energy commission)

6-4 Organisation du secteur de l'électricité

L'autorité en charge du secteur de l'électricité est le ministère du Pétrole et des Énergies (MPE). L'électricité est fournie par la Société nationale d'électricité du Sénégal (Senelec). Les autres organisations liées à l'électricité comprennent la Commission de régulation du secteur de l'électricité (CRSE) qui est chargée de la régulation de l'électricité et l'Agence sénégalaise d'électrification rurale (ASER) qui promeut l'électrification rurale. Le ministère du Pétrole et des Énergies (MPE) s'est donné pour objectif d'atteindre un taux d'électrification de 100 % à l'horizon 2025.

Tableau 6-4.1 Organisation du secteur de l'électricité au Sénégal

Autorité compétente	Ministère du Pétrole et des Énergies (MPE)
Compagnies d'électricité	Production, transport et distribution : Société nationale d'électricité du Sénégal (Senelec)
Régulation de l'électricité	Commission de régulation du secteur de l'électricité (CRSE)
Électrification rurale	Agence sénégalaise d'électrification rurale (ASER)



6-5 Offre et demande d'énergie

Le tableau suivant montre l'offre et la demande d'électricité au Sénégal au cours des dernières années.

Tableau 6-5.1 Évolution de l'offre et de la consommation d'électricité

Article	Unité	2016	2017	2018	2019
Quantité d'électricité produite	GWh	3,601	3,936	4,063	4,444
Partie de Senelec	GWh	2,145	2,140	2,114	2,139
Connexion au réseau	GWh	1,979.4	1,970	1,939.0	1,944.0
Hors réseau	GWh	165.1	170	175.0	195.0
Acheté à Senelec	GWh	1,457	1,796	1,949	2,305
Connecté au réseau	GWh	1,454	1,781	1,924.0	2,285.0
Hors réseau	GWh	2.7	14.97	24.7	20.0
Importations	GWh	51.1	21.7	11.5	-
Consommation d'électricité	GWh	2,875	3,179	3,314	-
Demande de basse tension	GWh	1,840.2	2,039	2,096	-
Demande de moyenne tension	GWh	852.7	959.9	1,015	-
Consommateurs haute tension	GWh	182.1	180.4	203.7	236
Ratio de pertes totales	%	20.1%	18.9%	17.6%	-

Source: Préparé par l'équipe de recherche sur la base du rapport annuel de Senelec.

En 2019, de nouvelles centrales électriques appartenant à Karpowership et PETN seront construites. Avec la construction de nouvelles centrales électriques appartenant à Karpowership et PETN en 2019, nous nous attendons à ce que cette tendance se poursuive. La part de l'énergie solaire et éolienne n'a pas changé ces dernières années représentant 6-7% du total.

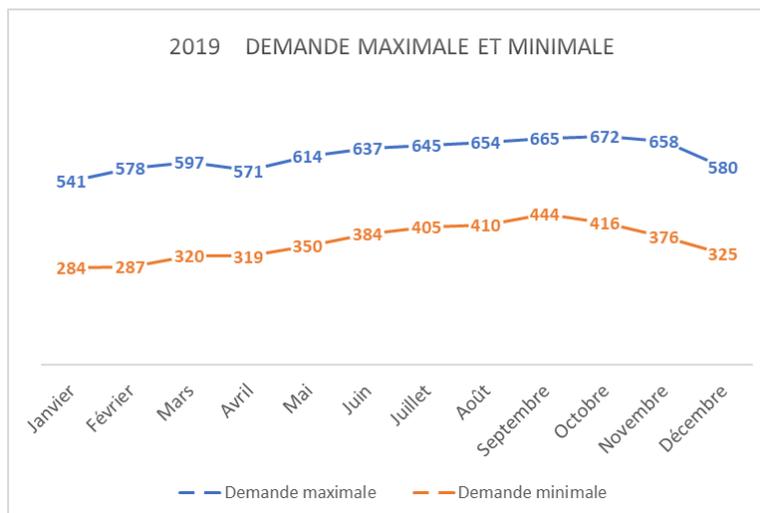
L'évolution annuelle du pic de la demande au Sénégal est présentée dans le tableau ci-dessous. En 2019, elle atteindra 672 MW, mais selon la Senelec, la demande potentielle est de 710 MW, ce qui signifie que l'écart entre l'offre et la demande est de 5,3 %.

Tableau 6-5.2 Pic de la demande au Sénégal

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Pic de la demande (MW)	439	461	469	496	530	560	602	642	672

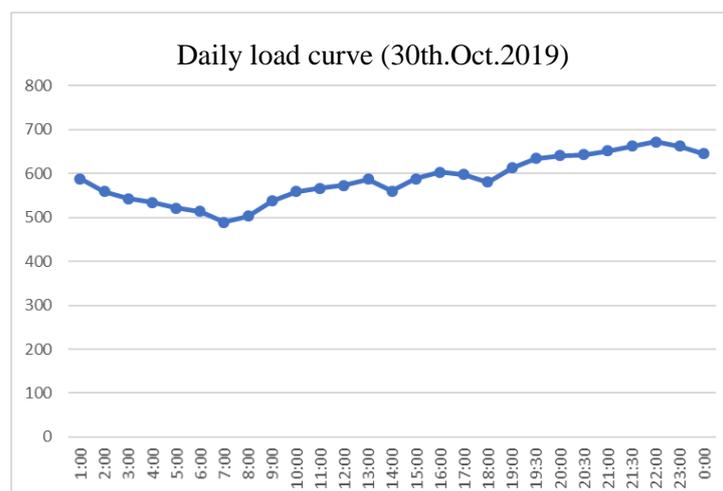
Source: Senelec

Le pic de la demande annuelle du Sénégal a tendance à se produire en octobre lorsque la température annuelle la plus élevée est enregistrée, et la demande la plus faible est enregistrée en janvier et février lorsque la température est plus basse. Les figures 6-5.1 et 2 montrent la courbe de charge annuelle pour 2019 et la courbe de charge quotidienne pour le 30 octobre qui est le jour où la demande atteint son pic en 2019.



Source : Rapport annuel de Senelec

Figure 6-5.1 Courbe de charge annuelle du Sénégal



Source : Rapport annuel de Senelec

Figure 6-5.2 Courbe de charge journalière au Sénégal

6-6 Installations de production d'électricité

(1) Équipement de production d'énergie

Au Sénégal, sous la tutelle du Ministère du Pétrole et des Energies, la Senelec (Société Nationale d'électricité du Sénégal) est la société d'électricité verticalement intégrée qui fournit l'électricité au pays. Les IPP sont impliqués dans la production d'électricité. En 2019, la Senelec représentait 34 % de la capacité installée et les IPP 66 %. Le tableau ci-dessous présente les installations électriques au Sénégal.



Tableau 6-6.1 Équipement de production d'énergie au Sénégal

Gestion	Centrales électriques	Unité	machin	début d'explo	production d'é	Capacité de l'équipement (MW)	Capacité de production d'électricité (MW)	Quantité d'électricité générée (MWh) 2019	Quantité d'électricité produite 2018(MWh)	Taux d'augmentation (2019/18)			
Senelec	Bel Air	C6	601	2006	Diesel	16.45	15.5	671,122	657,891	2%			
			602	2006	Diesel	16.45	15.5						
			603	2006	Diesel	16.45	15.5						
			604	2006	Diesel	16.45	15.5						
			605	2013	Diesel	16.45	15.5						
			606	2013	Diesel	16.45	15.5						
	Cap des Biches	TAG4	TAG4	1999	Turbine à gaz	35	30	32,175	17,268	86%			
				C3	301	1966	affage à l'huile lo	27.5	20	302,377	272,861	11%	
				Vapeur	303	1978	affage à l'huile lo	30	20				
				TAG2	TAG2	1984	Turbine à gaz	20	18	9,398	2,618	259%	
		C4	TAG3	TAG3	1995	Turbine à gaz	22	0	-	-	-		
					401	1990	affage à l'huile lo	21	17	285,274	335,036	-15%	
					402	1990	affage à l'huile lo	21	17				
					403	1997	affage à l'huile lo	23	0				
	404	2003	affage à l'huile lo	15	15								
	Kahone	Kahone1	Kahone1	93	1982	Diesel	3.6	2.5	15,894	6,470	146%		
				94	1982	Diesel	3.6	2.5					
				149	1988	Diesel	3.6	2.5					
				150	1988	Diesel	3.6	2.5					
		Kahone2	Kahone2	Kahone2	701	2008	Diesel	16.9	15	-	-	-	
702					2008	Diesel	16.9	15					
703					2008	Diesel	16.9	15					
704					2008	Diesel	16.9	15					
PV	CICAD	CICAD	2014	Solaire	2	0	2,935	2,789	5%				
			Diass	2019	Solaire	23	23	13,638	-	-			
			Total				469	368	1,332,813	1,294,933			
IPP et autre	Felou	4unit		2013	ergie hydroélectri	15	10	70,309	80,502	-13%			
	Manantali	5unit		2002	ergie hydroélectri	60	60	252,520	240,434	5%			
	Mauritanie				Diesel	20	0	-	7,299	-			
	kounoune Power	9uniti		2007	Diesel	67.5	50	171,164	150,772	14%			
	Tobene power	9uniti		2007	Diesel	115	105	257,275	405,106	-36%			
	Contour Global	6unit		2016	Diesel	85.9	120	495,262	541,910	-9%			
	PV-Bokhol			2016	Solaire	20	20	246,699	212,449	16%			
	PV-Malicounda			2016	Solaire	22	20						
	PV-Mekhe			2017	Solaire	30	29						
	PV-Tenmerina			2017	Solaire	29	29						
	PV-Kahone			2018	Solaire	20	20						
	PV-Sakal			2018	Solaire	20	20						
	Scal_Touba & kahone				Solaire	0	60						
	Sendou			2018	Charbon	125	115				302,868	135,406	124%
	ICS			2016	Charbon	6	6				52,467	41,731	26%
	Aggreko			2018	Diesel	58.5	80				92,133	26,772	244%
	APR			2018	Diesel	30	0	68,635	45,486	51%			
	Kar power ship			2019	Diesel	120	0	236,051	-	-			
	PETN			2019	Eolienne	55.2	0	23,132	-	-			
Total					899.1	744	2,268,515	1,887,867					

Source : Préparé par l'équipe de recherche sur la base des données de Senelec

(2) Équipements de transmission et de distribution d'énergie

1) Équipements de transmission et de transformation de l'énergie

Le système de transport d'électricité au Sénégal est en cours de renforcement et de modernisation. Cela concerne particulièrement le système à très haute tension de 225 kV avec la mise à niveau des équipements de surveillance, de contrôle et de protection et l'installation de caméras à distance dans les postes à très haute tension. À l'heure actuelle, il n'existe qu'un seul système de base national, c'est le système nord-est qui va de la capitale Dakar et de la frontière mauritanienne voisine à la frontière orientale avec le Mali. Le gouvernement sénégalais, en collaboration avec le West African Power Pool (WAPP) et l'Organisation pour la mise en valeur du fleuve Gambie (OMVG), cherche à établir un système institutionnel allant de la Gambie au sud du Sénégal et au Mali.



Au Sénégal, il existe des systèmes de transmission de 225kV, 90kV et des systèmes de distribution de 33,5kV, 30kV, 15kV, 6,6kV et leurs systèmes de basse tension subordonnés. 321,24km de 225kV et 255,78km de 90kV ont été signalés en 2019, avec une perte de transmission de 1,82%. En 2019, il y avait 321,24 km de 225kV et 255,78 km de 90kV avec une perte de transmission de 1,82 %.APP (West African Power Pool) and OMVG (Organization for the Development of Gambia River).

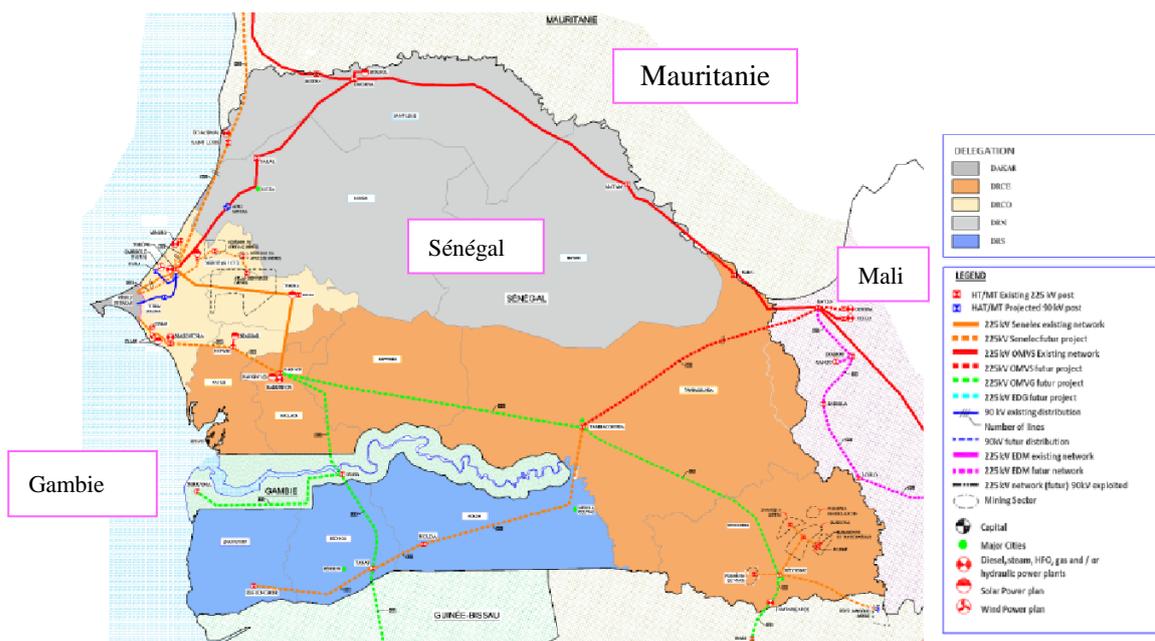
In Senegal, power Equipements de transmission et de distribution d'énergie consist of voltage class 225kV, 90kV, 33.5kV, 30kV, 15kV, and 6.6kV.

Tableau 6-6.2 Liste des installations de transmission au Sénégal

From	To	Voltage (kV)	Type	Sectional area(mm2)	Ampacity (A)	No of circuit	Length (km)	Commision date
Bel Air	HANN1	90	Aster	288	550	1	5	1978
Bel Air	HANN2	90	Aster	366	630	1	5.5	1991
Bel Air	HANN3	90	Aster	366	630	1	5.5	1991
Cap Des Biches	Patte d'OIE	90	Aster	288	550	1	16.15	1959
HANN	Patte d'OIE	90	Aster	366	630	1	1.2	1959
Cap Des Biches	Patte d'OIE	90	Aster	366	630	1	18.19	1990
HANN	Patte d'OIE	90	Aster	366	630	1	1.2	1990
Patte d'OIE	Airport	90	Alumi cable	1200	1000	1	9.13	2012
Airport	Universite	90	Alumi cable	1200	1000	1	12.5	2013
Bel Air	Universite	90	Alumi cable	1200	1000	1	7	2014
DIASS	Malicounda	225	Aster	570	800	1	23.5	2006
Cap Des Biches	Mbao	90	Aster	288	550	1	7.18	1979
Cap Des Biches	Kounoune	90	Aster	288	550	1	6.47	2000
Cap Des Biches	Sococim	90	Aster Alumi cable	288	500	1	6.6	1959
HANN	Mbao	90	Aster	288	550	1	10.95	1979
HANN	CDB	90	Aster	366	630	1	18.19	1990
CDB	Kounoune	90	Aster	366	630	1	4.8	1989
Kounoune	Tobene	225	Aster	366	630	1	55.37	1989

From	To	Voltage (kV)	Type	Sectional area(mm2)	Ampacity (A)	No of circuit	Length (km)	Commision date
Kounoune	Sococim	90	Aster	288	550	1	4.68	2000
Kounoune	Diarniadio	225	Aster	570	800	1	7	2006
Sendou	Diass	225	Aster	570	800	1	11.5	2006
Sococim	Olam	90	Aster Alumi cable	288	500	1	10.5	1959
Olam	Someta	90	Aster Alumi cable	288	500	1	1.23	1959
Someta	Thiona	90	Aster Alumi cable	288	500	1	23.67	1959
Thiona	Tobene	90	Aster Alumi cable	288	460	1	31.35	1959
Tobene	Taiba/ICS	90	Aster	366	630	1	13	1993
Tobene	Mekhe	90	Aster	288	550	1	35.79	2005
Tobene	Touba	225	Aster	2x228	900	1	105	2009
Touba	Kaolack	225	Aster	2x228	800	1	70	2008
Fatic	Kaolack	225	Aster	570	800	1	48.87	2018

Source : Préparé par l'équipe de recherche sur la base de données de Senelec



Source : Plan directeur de la production et du transport d'électricité (2017-2035)

Figure 6-6.1 Schéma du système de transmission sénégalais

La majorité des postes du Sénégal sont situés dans la banlieue de la capitale Dakar et 14 d'entre eux sont encore en service. Les 8 autres sous-stations (Thiona, Tobene, Touba, Kaolack, Mekhe, Malicounda, Diass et Fatic) sont toujours en service en 2019.

La seule sous-station de 6,6 kV est la sous-station Bel Air à Dakar qui est en train d'être mise à niveau à 30 kV. Une liste des sous-stations est donnée dans le tableau ci-dessous.



Tableau 6-6.3 Liste des installations de sous-stations au Sénégal

Name	No.	Capacity (MVA)		Primary (kV)	Secondary (kV)	Vector group	Name	No.	Capacity (MVA)		Primary (kV)	Secondary (kV)	Vector group	
		ONAN	ONAF						ONAN	ONAF				
Bel Air	TR1	80(ODAF)		90	30	YNyn0	Kounoune	TR1(225kV)	60	75	225/90	33	YNynd11	
	TR2	80(ODAF)		90	30	YNd11		TR2(225kV)	60	75	225/90	33	YNynd11	
	TR3	80(ODAF)		90	33	YNyn0		TR1(90kV)	30	40	90	33	YNyn0	
	Tr4	36(ODAF)		90	6.6	YNd11		TR2(90kV)	30	40	90	33	YNyn0	
	TRTAG4	37	46	95.825	11	YNd11		TR3(90kV)	30	40	90	33	YNyn0	
	TR1(*)	20		7.3	6.6	YNyn0		REACT1	30			225		YN
	TR secours		15.1	30	7.082	Dyn11								
	TR601	50		95	15	YNd11	Diarniadio	TR1	60	80	225	33	YNyn0	
	TR602	50		95	15	YNd11		TR2	60	80	225	33	YNyn0	
	TR603	50		95	15	YNd11	Fatic	TR1	30	40	225	33	YNyn0	
HANN	TR1	80(ODAF)		90	33.5	YNyn0	Touba	TR1	80(ODAF)		225	33	YNyn0	
	TR2	80(ODAF)		90	33.5	YNyn0		TR2	80(ODAF)		225	33	YNyn0	
	TR3	80(ODAF)		90	30	YNyn0		Ex TR1	30.5	40	225	33	YNyn0	
								Ex TR2	30.5	40	225	33	YNyn0	
Cap des Biches	TG1	33		93.6	12.5	YNd11	Kaolack	TR1	33	40	225	33	YNyn0	
	TG2(**)	Out of service						TR2	33	40	225	33	YNyn0	
	TG3	36(ODAF)		90	12.5	YNd11	S/S Kaolack	TR1	15		31	6.9	Dyn11	
	TGS	33		93.6	12.5	YNd11		TR2	15		30	6.6	Dyn11	
	TRTAG2		27	97.2	11.5	YNd11	Kahone2	TR701	50		225	15	YNd11	
	TRTAG3	30		90	11.5	YNd11		TR702	50		225	15	YNd11	
	TR301	55	65	90	33	Yyn0		TR703	50		225	15	YNd11	
	TR302	55	65	90	33	Yyn0	Zinguinchor	TR1	7.5		30	6.6	Dyn11	
	TR401	21	24.48	90	6.6	YNd11		TR2	7.5		30	6.6	Dyn11	
	TR402		26.48	95	6.6	YNd11	Poste Zinguinchor	TR1			225	33		
	TR403	30		95	6.6	YNd11		TR2			225	33		
	TR404-405	32	40	95	11.5	YNd5		En cours de construction				225		
								REACT1				225		
Thies Thiona	TR1	30	40	90	33.5	YNyn0	Aggreko boutoute	TR1	7.975		30	6.6	Dyn11	
	TR2	80(ODAF)		90	30	YNd11								
Tobene	TR1	33		90	33.5	YNd11	Centrale Boutoute	TR805	6.7		30	11	YNd11	
Kahone	TR1 GR93	4.4		33.5	6.6	YNd11		TR806	6.7		30	11	YNd11	
	TR1 GR94	4.4		33.5	6.6	YNd11		TR807	6.7		30	11	YNd11	
	TR1 GR149	4.4		33.5	6.6	YNd11		TR808	6.7		30	11	YNd11	
	TR1 GR150	4.4		33.5	6.6	YNd11								
Saint Louis	TR1	12	15	33.5	6.6	Dyn11	Poste Elevateur	TR1	4.4		33.6	6.6	Dyn11	
	TR2	10		30	6.6	YNd11	Centrale	TR1	15		31	6.9	Dyn11	
Richard Toll	TR1	7.9		31	6.9	Dyn11	Tamba	TR2	4.4		33.5	6.6	YNd11	
	TR2	7.975		31	6.9	Dyn11	APR Tamba	TR1	4		33	0.415	YNd11	
Mbao	TR2	80(ODAF)		90	33	YNyn0		TR2	4		33	0.415	YNd11	
	TR2(*)	20	25	90	33	YNyn0		TR3	4		33	0.415	YNd11	
	TR1	80(ODAF)		90	33	YNyn0	Centrale Kolda	TR1	1.15		6.6	0.38	Yy0	
Mbour	TR1	30	40	225	33	YNyn0		TR2	1.15		6.6	0.38	Yy0	
	TR2	30	40	225	33	YNyn0		TR3	1		6.6	0.4	Dyn11	
Diass	TR1	30	40	225	33	YNyn0		TR4	1.15		6.6	0.38	Yy0	
	TR2	30	40	225	33	YNyn0								

Source : Préparé par l'équipe de recherche sur la base des données de Senelec

2) Équipement de distribution d'énergie

Senelec a distribué 4 103 GWh d'électricité en 2019, soit une augmentation d'environ 10 % par rapport aux 3 730 GWh de 2018. La sous-station de Hann à Dakar est un point d'alimentation important représentant environ 15% de la puissance totale distribuée.

Selon le rapport de la Senelec, le nombre de restrictions de charge pour les grands consommateurs a augmenté de manière significative pour atteindre 565 par an contre 451 en 2018 bien que le nombre de pannes dans le système électrique se soit amélioré pour atteindre 1,46 jour en 2019 contre 2,09 jours en 2018. Le rapport de la Senelec indique que cela est dû à une augmentation de la quantité de sources d'énergie renouvelables telles que le solaire et l'éolien connectées au réseau ce qui affecte la qualité du réseau.

Le tableau ci-dessous montre l'évolution de la quantité d'électricité fournie par chaque sous-station de distribution.



Tableau 6-6.4 Changements dans la distribution de l'électricité

	Distribution supply 2019(MWh)	Ratio for total	Distribution supply 2018(MWh)	Growth rate (2019/18)
30kV Hann	612,786	15%	643,977	-5%
30kV Cap des Biches	295,728	7%	312,915	-5%
6.6-30kV Aeroport	81,586	2%	81,169	1%
30kV Universite	371,671	9%	304,297	22%
30kV Thiona	317,690	8%	294,684	8%
30kV Mbao	257,361	6%	227,387	13%
30kV Malicounda	206,599	5%	199,618	3%
30kV kaolack	268,050	7%	214,226	25%
30kV Fatic	33,816	1%		
30kV Sakal	283,851	7%	258,975	10%
6.6-30kV Bel Air	449,930	11%	439,680	2%
30kV Dagana	76,433	2%	64,560	18%
30kV Matam	56,179	1%	54,412	3%
30kV Bakel	20,186	0%	19,731	2%
30kV Tobene	36,706	1%	36,770	0%
30kV Touba	325,051	8%	259,511	25%
30kV Diass	107,147	3%	91,588	17%
ICS-Mines(Taïba)		0%		
ICS-Chimie(Darou)	4,260	0%	3,683	16%
OLAM	5,981	0%	5,137	16%
SDE-MEKHE	60,382	1%	58,826	3%
SOMETA	56,614	1%	48,771	16%
SOCOSIM	74,286	2%	82,273	-10%
FABRIMETAL	34,487	1%		
Kounoune Cabine Mobile	62,440	2%	28,111	122%
Sendou	3,960	0%		
Total	4,103,180		3,730,299	10%

Source: Préparé par l'équipe de recherche sur la base des données de Senelec

(3) Plans de développement (y compris les plans d'électrification rurale)

Bien que le revenu par habitant du Sénégal ait atteint 1 450 dollars (2019 : Banque mondiale) et que le pays soit passé du statut de pays « les plus pauvres » à celui de pays « à faible revenu », il reste confronté à de nombreux défis en termes d'urbanisation et de services sociaux publics en raison d'une croissance démographique rapide. Le gouvernement sénégalais a défini une stratégie de développement décennale pour la période 2014-2023 dans le Plan Sénégal émergent (PSE) qui vise à faire du Sénégal une économie émergente à l'horizon 2035 en s'appuyant sur trois piliers : « transformation économique et croissance », « capital humain, sécurité sociale et développement durable » et « gouvernance, institutions, paix et sécurité ». La stratégie repose sur trois piliers.



6-7 Défis et besoins de développement

Au Sénégal, l'exploitation de gisements de gaz offshore à la frontière avec la Mauritanie limitrophe est en cours depuis le début des années 2000 mais la production reste faible.

En termes d'offre et de demande d'énergie, la production nationale est dominée par les combustibles issus de la biomasse tels que le charbon de bois mais les importations de pétrole représentent la majorité de la consommation.

Selon le rapport de la Senelec, le nombre de pannes en 2019 sera de 1,46 jour ce qui est une amélioration par rapport aux 2,09 jours de 2018 tandis que le nombre de restrictions de charge pour les grands consommateurs sera de 565 par an, une augmentation significative par rapport aux 451 de 2018. Le rapport de la Senelec indique que cela est dû à une augmentation de la quantité de sources d'énergie renouvelables telles que l'énergie solaire et éolienne connectées au réseau.

Il est possible que l'introduction des énergies renouvelables provoque une augmentation des pannes et que des projets de coopération technique tels que des mesures de stabilisation du réseau soient proposés.

Cependant, comme il est nécessaire d'enquêter en détail sur la cause de l'augmentation, il est essentiel que l'agence de mise en œuvre fournisse rapidement des données suffisantes.

6-8 Liste des projets potentiels

Le tableau 6-8.1 présente la liste des projets candidats élaborés sur la base des réponses au questionnaire fournies par les organisations compétentes du secteur de l'énergie et des demandes formulées.

Tableau 6-8.1 Liste des projets potentiels

Projet de transmission et de sous-station

Priorité	District	Nom du projet	Objectif du projet	Catégorie	Composant	Qualité	Coût estimé (MUSD)	Période de démarrage
-	Dakar	225kV Sendou - Kounoune line project	Assurer l'évacuation d'une centrale électrique au charbon	Transmission	225kV TL (Sendou S/S) Construction d'un appareillage de commutation et d'un transformateur de 225kV (Kounoune S/S) Extension de l'appareillage de commutation 225kV	-	-	-
-	Dakar	225kV Tobene - Kounoune line project	Assurer l'évacuation d'une centrale électrique au charbon	Transmission	225kV TL (Tobene S/S) Construction d'un appareillage de commutation et d'un transformateur 225kV (Kounoune S/S) Extension de l'appareillage de commutation 225kV	-	-	-
-	Dakar	225kV Patte d'Oie - Kounoune line project	Pour sécuriser l'approvisionnement de Dakar	Transmission	225kV TL (Patte d'Oie S/S) Construction d'un appareillage de commutation et d'un transformateur 225kV (Kounoune S/S) Extension de l'appareillage de commutation 225kV	-	-	-
-	Kaolack Tambacouda Kedougou	Projet de ligne 225kV Kaolack-Tambacouda-Sambangalou	Approvisionner la zone minière et l'interconnexion avec les pays voisins dans le cadre de l'OMVG.	Transmission	225kV TL 【Kaolack S/S】 Extension de l'appareillage de commutation 225kV 【Tambacouda S/S】 Construction d'un appareillage de commutation et d'un transformateur 225kV 【Sambangalou S/S】 Construction d'un appareillage de commutation et d'un transformateur de 225kV.	-	-	-
-	Tambacouda Kolda	Projet de ligne 225kV Tamba-kolda-Ziguinchor	Pour approvisionner la région sud du Sénégal	Transmission	225kV TL 【Tambacouda S/S】 Extension de l'appareillage de commutation 225kV 【Kolda S/S】 Construction d'un appareillage de commutation et d'un transformateur 225kV 【TANAP S/S】 Construction d'un appareillage de commutation et d'un transformateur 225kV 【Ziguinchor S/S】 Construction d'un appareillage de commutation et d'un transformateur 225kV	-	-	-
-	Tambacouda Mali	Projet de ligne 225kV Kayes-Tambacouda	Sécuriser l'importation d'énergie du Mali	Transmission	225kV TL 【Tambacouda S/S】 Extension de l'appareillage de commutation 225kV	-	-	-
-	Thies Mauritania	225kV Tobene-Nouakchott line project	Sécuriser l'importation d'énergie en provenance de la Mauritanie	Transmission	225kV TL 【Tobene S/S】 Extension de l'appareillage de commutation 225kV	-	-	-

Source: JICA Survey Team



Chapitre 7 République Togolaise



Chapitre 7 République Togolaise

7-1 Situation générale

Le Togo, fort du port de Lomé, un port naturel en eau profonde bien situé, sert de porte d'entrée à des pays enclavés tels que le Burkina Faso, le Niger et le Mali, et occupe une place importante dans l'« anneau de croissance » ouest-africain, l'autoroute Abidjan-Lagos et autres initiatives visant à l'intégration régionale. La démocratisation a progressé ces dernières années au Togo qui a activement contribué à la paix et au développement en Afrique de l'Ouest et dans la communauté internationale notamment en assurant en 2017 la présidence de la Communauté économique des États de l'Afrique de l'Ouest (CEDEAO) et en siégeant de 2018 à 2019 au Conseil de paix et de sécurité de l'Union africaine (UA) de 2018 à 2019.

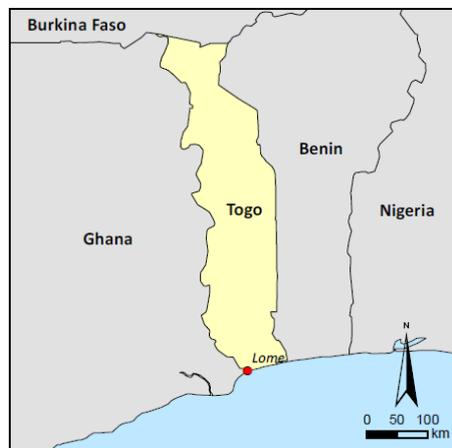
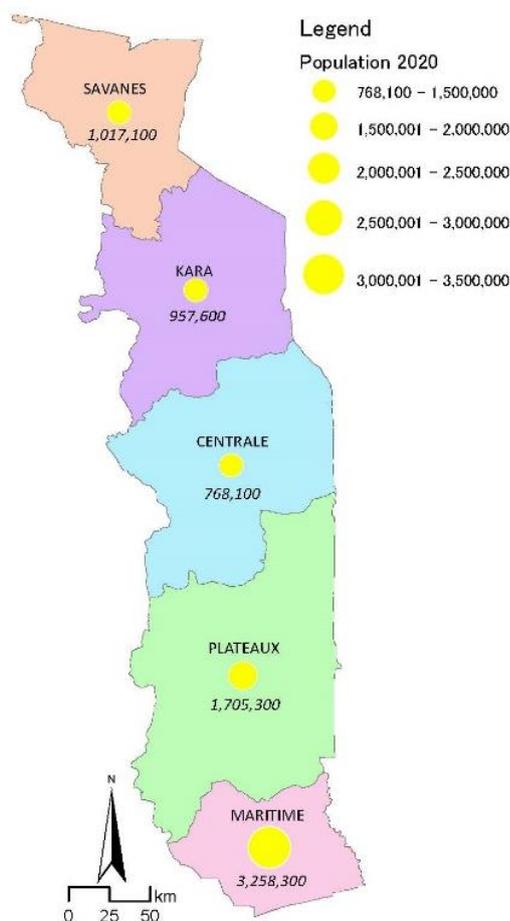


Figure 7-1.1 Carte de localisation



Source: Source: Direction Générale de la Statistique et de la Comptabilité Nationale, République Togolaise (web)

Figure 7-1.2 Répartition de la population



Tableau 7-1.1 Données essentielles

Élément	Contenu	Source
Superficie	54 390 kilomètres carrés	Environ un cinquième de la superficie du Japon
Population	8 280 000	Banque mondiale, 2020
Capitale	Lomé	
Groupes de population	Constitué d'environ 40 groupes dont Éwés (environ 35%)	
Langues	Français (langue officielle), éwé, kabiyé, etc.	
Religions	Religions traditionnelles 67 %, catholicisme 18 %, islam 10 %, protestantisme 5 %	
Forme de gouvernement	République	
Parlement	Assemblée nationale	
Produit intérieur brut (PIB)	7,6 milliards USD	Banque mondiale, 2020
Revenu national brut (RNB) par habitant	9 200 USD	Banque mondiale, 2020
Taux de croissance économique	1,8 %	Banque mondiale, 2020
Taux de chômage	4,1 %	Banque mondiale 2020
Taux d'électrification	Taux national : 46,1 % Zones urbaines : 82,8 % Zones rurales : 18,7 %	AIE, 2020

Tableau 7-1.2 Politique d'aide au développement concernant le Togo (à partir de 2019)

Élément	Contenu
Orientations de base de l'APD	<p>- Promouvoir une croissance économique durable par le développement du corridor logistique du Togo</p> <p>- Réduire la pauvreté et les disparités à travers le renforcement des services sociaux de base</p> <p>Le Japon soutiendra le Togo en vue de favoriser son développement économique durable et la réduction de la pauvreté et des disparités conformément au Plan National de Développement (PND 2018-2022) élaboré par le Gouvernement du Togo dans l'objectif de devenir un pays émergent à l'horizon 2030. La coopération japonaise sera donc effectuée pour contribuer au renforcement du corridor logistique du Togo qui est composante de la Politique d'« Anneau de Croissance » en Afrique de l'Ouest ainsi qu'à l'augmentation des services sociaux de base. Ces mesures permettront le développement de la sous-région ouest-africaine pour laquelle le Port de Lomé sert de hub logistique.</p>
Domaines spécifiquement ciblés	<p>(1) Développement du corridor du Togo</p> <p>(2) Renforcement des services sociaux de base et réduction des disparités</p>

7-2 Politique énergétique

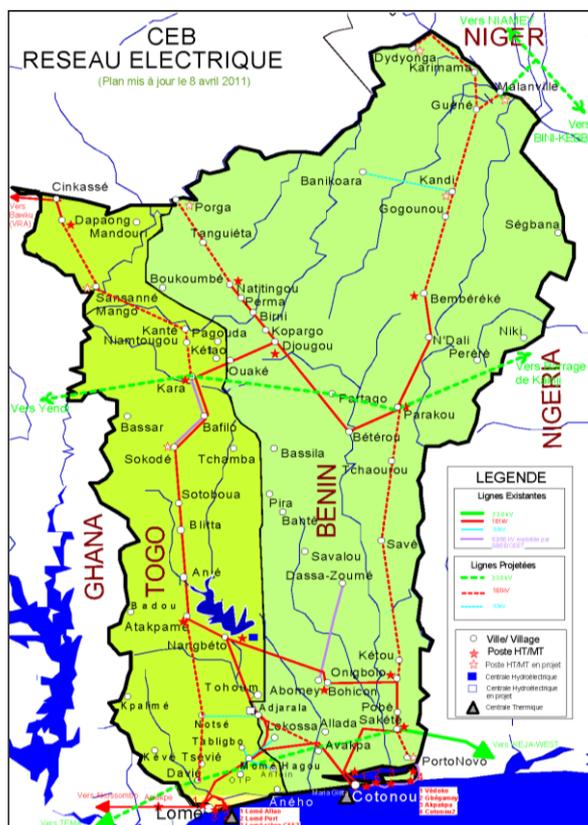
Le Ministère des Mines et de l'Énergie (MME) a élaboré la politique énergétique nationale (NEP) qui définit les politiques suivantes en 2012 :

- Diversification du mix énergétique dans le but d'accroître la sécurité énergétique
- Développement du mix énergétique rural, de l'électrification rurale et des énergies renouvelables
- Introduction du secteur privé dans l'infrastructure sociale de l'énergie
- Mise à jour du cadre réglementaire et des réglementations à mettre en œuvre
- Renforcer la coordination des institutions concernées dans le secteur de l'énergie

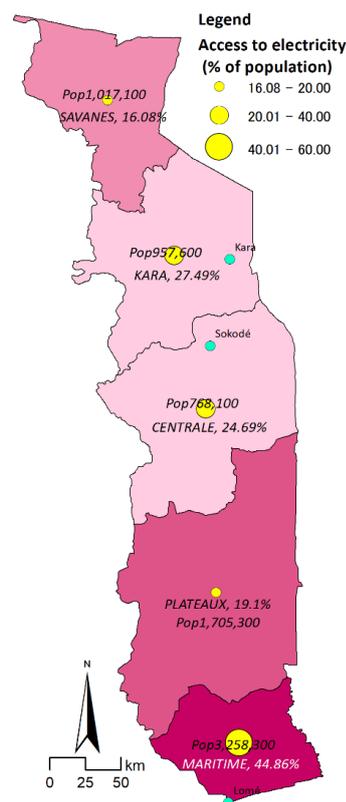


- Assurer la disponibilité de données fiables sur l'énergie par un soutien continu au système d'information sur l'énergie (SIE - Système d'Information sur l'Energie)
- Démarche d'amélioration de l'accès à l'électricité
 - 1) Taux d'électrification selon les régions

Au Togo, la Communauté électrique du Bénin (CEB) créée en 1968 conjointement avec le Bénin voisin prend en charge les secteurs de la production et du transport de l'électricité, tandis que la Compagnie Énergie électrique du Togo (CEET) est responsable du secteur de la distribution. Le taux d'électrification au Togo est de 43,3 % au niveau national, de 76,6 % dans les zones urbaines et de 19,0 % dans les zones rurales (IEA, 2019). Selon le Rapport d'activités 2018, le taux d'électrification de la capitale Lomé est très élevé avec 98,37 %, alors que le taux de la région maritime dans laquelle est située Lomé n'est que de 44,86 % comme indiqué dans la figure 7-2.1. Cela montre l'étendue de la différence de taux d'électrification entre les grandes villes et les zones rurales. Les villes de plus de 100 000 habitants (en 2020) au Togo sont la capitale Lomé (population : 2 173 800 habitants), Kara (population : 115 400 habitants) et Sokodé (population : 109 200 habitants) et nous pouvons constater des lignes de transport d'électricité de 161 kV installées dans ces villes.



(a) Carte du réseau de transport d'électricité



(b) Taux d'électrification et répartition de la population par région

Source : Direction Générale de la Statistique et de la Comptabilité Nationale, République Togolaise (web) Rapport d'activités 2018

Figure 7-2.1 Carte du système de transmission électrique du Togo et taux d'électrification et répartition de sa population par région



2) Politique en vue de l'amélioration de l'accès à l'électricité

Le plan national de développement (PND, 2018-2022) au Togo entré en vigueur en 2018 prévoit l'augmentation du taux d'électrification (devant atteindre 100% en 2030) et la promotion des énergies renouvelables. Sur cette base, la stratégie d'électrification du Togo 2018 définit des objectifs de développement concrets pour 2030 :

- ✓ Taux d'électrification de 100%
- ✓ Constitution d'au moins 300 mini-réseaux (capacité installée de 9MW ou plus)
- ✓ Accès à l'électricité pour 555 000 ménages au moyen de kits solaires
- ✓ Garantie d'une capacité de production d'énergie solaire installée de 86 MW ou plus
- ✓ Extension et renforcement du réseau (connexions à 670 000 clients demandeurs)
- ✓ Accroissement de la capacité installée des sources d'énergie renouvelables en termes d'hydroélectricité et d'énergie solaire (108 MW)

7-3 Demande et offre d'énergie

Tous les produits pétroliers destinés à la consommation nationale sont importés et une grande partie de la production nationale est constituée de charbon de bois. Les énergies renouvelables sont également rares ; la majeure partie de la demande d'électricité du pays provient des combustibles fossiles et des importations.

Tableau 7-3.1 Demande et offre d'énergie au Togo

(Unité : ktep 1 000 tonnes d'équivalent pétrole) (P : estimation)

	2000	2005	2014	2015	2016	2017	2018 ^P	2019 ^P
Production nationale								
Charbon	-	-	-	-	-	-	-	-
Charbon de bois	330	374	493	369	513	542	542	542
Pétrole	-	-	-	-	-	-	-	-
Gaz naturel	-	-	-	-	-	-	-	-
Électricité	15	16	14	9	24	63	68	68
Les combustibles fossiles	6	10	2	2	2	51	56	56
Énergie hydraulique	9	6	10	5	20	9	10	10
Géothermie	-	-	-	-	-	-	-	-
Énergie renouvelable (solaire, éolienne)	0	0	2	2	2	2	2	2
Biodéchets	0	0	0	0	0	0	0	0
Volume d'importation								
Charbon	60	0	0	0	0	0	0	0
Pétrole	-	-	-	-	-	-	-	-
Produits pétroliers	319	341	598	651	682	420	441	441
Gaz naturel	-	-	-	-	-	-	-	-
Électricité	32	44	91	107	98	73	78	78
Consommation finale								
Charbon	0	0	0	0	0	0	0	0
Pétrole	271	286	544	594	617	364	376	376
Gaz naturel	-	-	-	-	-	-	-	-
Électricité	40	52	99	107	107	155	161	161

Source: Africa energy Database 2019 (African Energy commission)



7-4 Organisation du secteur de l'électricité

L'autorité en charge du secteur de l'électricité est le Ministère des Mines et de l'Énergie (MME). L'électricité est fournie par la Compagnie Énergie Électrique du Togo (CEET). Les autres structures liées à l'électricité comprennent l'Autorité de régulation du secteur de l'électricité (ARSE), qui est responsable de la régulation de l'électricité et l'Agence togolaise d'électrification rurale et des énergies renouvelables (AT2ER) qui promeut l'électrification rurale. Le ministère des Mines et de l'Énergie (MME) s'est donné pour objectif de parvenir à une électrification de 100 % à l'horizon 2030.

Tableau 7-4.1 Organisation du secteur de l'électricité au Togo

Autorité compétente	Ministère des Mines et de l'Énergie (MME)
Compagnie d'électricité	Compagnie Énergie Électrique du Togo (CEET)
Régulation de l'électricité	Autorité de régulation du secteur de l'électricité (ARSE)
Électrification rurale, énergies renouvelables	Agence togolaise d'électrification rurale et des énergies renouvelables (AT2ER)

7-5 Offre et demande d'énergie

La quantité d'électricité produite au Togo en 2019 a été de 474,14 GWh, soit une augmentation de 7,48% par rapport à l'année précédente. La CEET (Compagnie Energie Electrique du Togo) et la CEB (Communauté Electrique du Bénin) qui sont les principales sociétés de production d'électricité produisent moins de 2% de l'électricité annuelle consommée dans le pays par leurs propres installations électriques et la part de l'électricité domestique est de l'ordre de 10%. La majorité de l'électricité est importée via l'IPP ou la CEB. Ci-dessous se trouvent les données annuelles sur la part des fournisseurs d'électricité et la situation de l'offre et de la demande d'électricité en 2019.

Bien que cela ne figure pas dans le tableau, le pays exporte également de l'électricité vers le Burkina Faso voisin avec un total de 5,73 GWh en 2019. La consommation domestique d'électricité a augmenté régulièrement au cours des cinq dernières années à un taux de croissance annuel d'environ 5,1 %.



Tableau 7-5.1 Offre et demande d'électricité au Togo

Article	Unité	2015	2016	2017	2018	2019
Électricité produite	KWh	361,634,498	691,115,547	454,100,583	370,654,799	474,140,464
Nangbeto Hydro (CEB)	KWh	-	-	-	-	12,470,477
Thermique et hydroélectrique (CEET)	KWh	20,913,923	29,708,512	21,164,455	11,628,693	11,539,315
IPP-Contour Global	KWh	340,426,700	661,198,215	432,705,194	358,730,000	449,735,600
IPP-Solar (SNPT)	KWh	293,875	208,820	230,934	296,106	395,072
Importations	KWh	744,659,154	486,181,950	746,323,509	867,389,841	862,014,483
Ghana(VRA:Volta River Authority)	KWh	-	-	-	-	640,393,539
Ghana(ESG:Electricity company Ghana)	KWh	-	-	-	-	5,070,491.0
Nigeria(TCN:Nigeria Transmission Company)	KWh	-	-	-	-	203,383,838
Bénin(SBEE:Société Béninoise d'Energie Electrique)	KWh	-	-	-	-	13,166,615
Consommation d'électricité	KWh	1,094,002,344	1,158,460,022	1,200,424,092	1,242,991,659	1,335,944,610
Consommateurs basse tension	KWh	544,560,199	576,384,029	628,505,261	650,692,898	696,392,784
Consommateurs moyenne tension	KWh	365,276,136	393,371,630	400,576,873	394,977,247	419,351,687
Autres	KWh	319,284	266,414	267,877	282,521	321,944
Pertes totales	KWh	183,846,725	188,437,949	171,074,081	197,038,993	219,878,195
Ratio de pertes totales	%	16.8%	16.3%	14.3%	15.9%	16.5%

Source : Préparé par l'équipe de recherche sur la base du rapport annuel de l'ARSE.

La puissance maximale nationale au Togo a été telle que présentée dans le tableau ci-dessous avec une croissance moyenne de 4,7% sur les sept années.

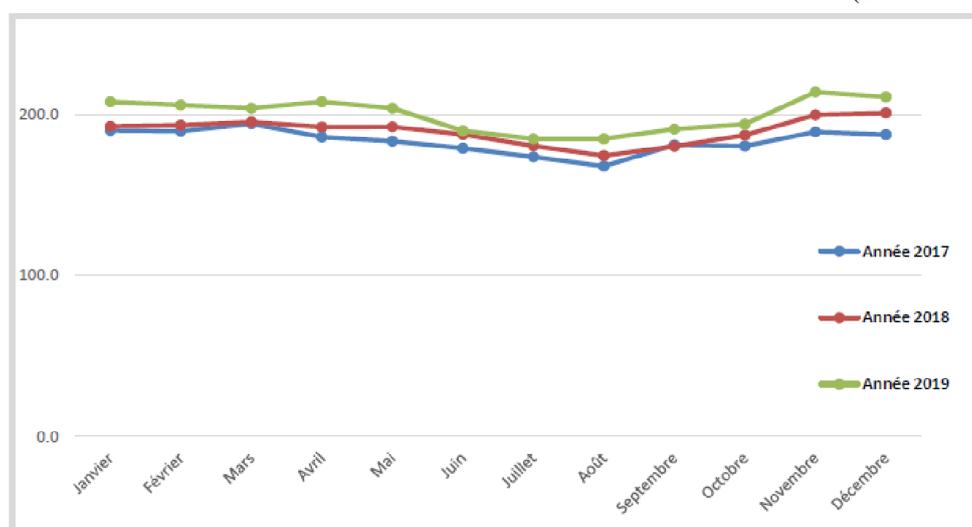
Tableau 7-5.2 Électricité maximale au Togo (comprenant CEET et CEB)

(Unité : MW)

Année	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
La plus grande puissance du pays	181,76	202,91	213,17	241,29	246,25	230,81	239,54

Le graphique ci-dessous montre la demande mensuelle maximale sur le réseau CEET au Togo. Le pic annuel de la demande d'électricité a tendance à se produire en novembre lorsque la saison est sèche et la température moyenne plus élevée.

(Unité : MW)



Source: CEET

Figure 7-5.1 Pic de la demande annuelle dans le réseau CEET au Togo (résultats)



7-6 Installations de production d'électricité

(1) Équipement de production d'énergie

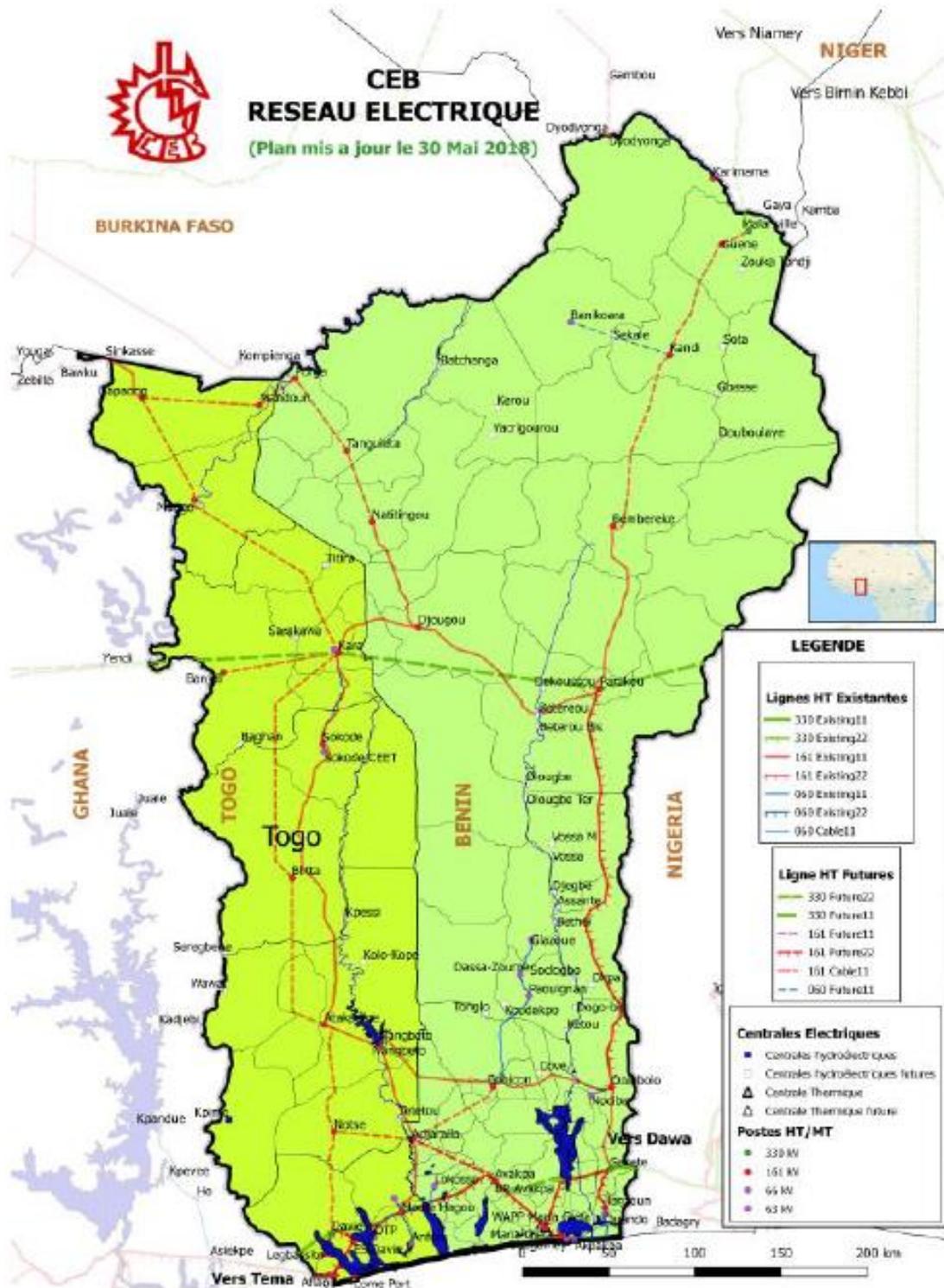
Il existe trois principaux types d'exploitants et d'installations de production d'électricité au Togo. Les premières sont les centrales thermiques, hydroélectriques et solaires exploitées par CEET ; les secondes sont les centrales hydroélectriques exploitées par la CEB et développées conjointement par le Togo et le Bénin voisin ; et les troisièmes sont les centrales thermiques exploitées par l'opérateur indépendant Contour Global. À l'exception de l'hydroélectricité, la part des énergies renouvelables est très limitée mais la stratégie d'électrification du Togo 2018 fixe des objectifs pour augmenter la fourniture d'électricité aux ménages grâce à l'énergie solaire pour les micro-réseaux ruraux et les kits solaires domestiques.

Une liste des principales installations de production d'électricité au Togo est donnée ci-dessous.

Tableau 7-6.1 Équipement de production d'énergie au Togo

Opérateurs	Nom de la centrale	Capacité de l'équipement	Type	États
CEET	Sulzer	8MWx2	Énergie thermique	Maritime
	Lome-B	1250kVAx11	Énergie thermique	Maritime
	Djon	125kVA	Énergie thermique	Plateaux
	Tado	311kVA	Énergie thermique	Plateaux
	Saligbe	100kVA	Énergie thermique	Plateaux
	Kpekpleme	220kVA	Énergie thermique	Plateaux
	Ahassome	110kVA	Énergie thermique	Plateaux
	Djarkpanga	149kVA	Énergie thermique	Centrale
	Sokode	1250kVA	Énergie thermique	Centrale
	Yegue	40kVA	Énergie thermique	Centrale
	Kara	8718kVA	Énergie thermique	Kara
	Dimouri	125kVA	Énergie thermique	Kara
	Bandjeli	125kVA	Énergie thermique	Kara
	Mandouri	275kVA	Énergie thermique	Savanes
	Dapaong	3720kVA	Énergie thermique	Savanes
	Fare	40kVA	Énergie thermique	Savanes
	Kpime	1.6MW	Énergie thermique	Plateaux
	Bavou	150kW	Lumière du soleil	Plateaux
	Assoukoko	250kW	Lumière du soleil	Centrale
	koutoum	100kW	Lumière du soleil	Kara
Takpapieni	100kW	Lumière du soleil	Savanes	
CEB	TAG Lome	20MW	Énergie thermique	Maritime
	TAG Contour	20MW	Énergie thermique	Benin
	Nagbeto-1	32.5MW	Énergie thermique	Plateaux
	Nagbeto-2	32.5MW	Énergie thermique	Plateaux
Contour Global	Contour Global Togo	100MW	Énergie thermique	Maritime

Source: CEET



Source: Rapport Annual ARSE 2019

Figure 7-6.1 Disposition des centrales électriques et des lignes de transmission au Togo

(2) Équipements de transmission et de distribution d'énergie

Créée par la loi sur l'électricité du Dahomey-Togo de 1968, la CEB est l'opérateur du réseau au Togo et au Bénin voisin. Elle exploite les installations de transmission et les sous-stations dans les deux pays et effectue des transactions commerciales d'électricité entre le Ghana, le Nigeria et le Burkina Faso. CEET



exploite et gère également certaines installations de production d'électricité comme il est décrit dans la section 1) Installations électriques. CEET est également responsable de l'exploitation et de la gestion de certaines installations de production d'électricité, de l'exploitation et de la gestion des lignes de distribution et de la collecte des frais de consommation au Togo.

Les classes de tension des installations électriques au Togo sont les suivantes :

Tableau 7-6.2 Niveau de tension

Classification	Classe de tension	Remarques
Transmission de puissance	330kV	Nigeria, Bénin Ligne d'interconnexion internationale
	161kV	Réseau central domestique
	63kV	Quelques sections de longue distance
Distribution de l'énergie	34,5kV· 33kV 20kV· 5.5kV	Système de distribution électrique urbain
	20kV· 0.4kV	Système de distribution local

Tableau 7-6.3 Installations de transmission au Togo

De	À	Nombre de lignes	Classement Tension (kV)	Tension opérationnelle (kV)	Longueur (km)	Année inaugurée
161kV						
Lome Aflao	Davie	2	161	161	38.3	
Davie	Mome Hagou	2	161	161	48.6	
Davie	Legbassito	2	161	161	14	
Mome hagou	Maria Gleta	2	161	161	92	
Maria Gleta	Contnou	2	161	161	11	
Lome Aflao	Lome port	2	161	161	17	1977
Contnou	Sakete	2	161	161	75	2007
Sakete	Onigbolo	1	161	161	47	2007
Bohicon	Onigbolo	1	161	161	80	2006
Mome hagou	Nangbeto	1	161	161	116	1988
Nangbeto	Atakpame	1	161	161	36.5	1989
Nangbeto	Bohicon	1	161	161	80	1989
Atakpame	Sokode	1	161	161	184	
Sokode	Kara	1	161	161	62	
Kara	Djougou	1	161	161	66	2008
Djougou	Parakou	1	161	161	131	2009
Parakou	Bembereke	1	161	161	108	2010
Bembereke	kandi	1	161	161	114	
kandi	Malanville	1	161	161	90	
Djougou	Natitingou	1	161	34.5	72	
Bawaku(Ghana)	Dapaong	1	161	34.5	169	
63kV						
Mome Hagou	Anfoin	1	63	63	20	1982
Mome Hagou	Tabligbo	2	63	63	9.4	1979
Mome Hagou	OTP(SNPT)	1	63	63	24	1979
Mome Hagou	Lokossa	1	63	63	29	1982
Kara	Sokode	1	63	63	62	2008
Bohicon	Dassa	1	63	63	67	1993
330kV						
Sakete	Frontière Benin/Nigeria	1	330	330	16	2007

Source: CEB



Les installations de distribution d'électricité exploitées et gérées par CEET sont les suivantes :

- Postes de distribution (5.5/0,4kV, 20/0,4kV, 33/0,4kV, 34.5/0,4kV)
- Lignes de distribution moyenne tension (34,5kV, 33kV, 20kV, 5,5kV)
- Ligne de distribution basse tension (0,4kV)
- Éclairage public

Par rapport à l'année précédente, le réseau de lignes de distribution 2019 a été étendu de 4,2% dans les lignes de distribution moyenne tension et de 2,37% dans les lignes basse tension grâce aux projets d'expansion en cours. Le nombre de sous-stations de distribution d'électricité a également augmenté de 5,8 % par rapport à l'année précédente.

Tableau 7-6.4 Expansion des installations de lignes de distribution moyenne et basse tension

Classification	2017	2018	2019	Taux d'allongement (%)	
				2017-2018	2018-2019
Lignes de distribution basse tension (km)	5 496	5 693	5 828	3,58	2,37
Lignes de distribution moyenne tension (km)	3 549	3 667	3 821	3,32	4,20
Total (km)	9 045	9 360	9 649	3,48	3,09
Nombre de sous-stations de moyenne/basse tension	2 008	2 050	2 169	2,09	5,80

Source: CEET

Tableau 7-6.5 Résumé de l'équipement des lignes de distribution moyenne et basse tension (2019)

Zone géographique	Basse pression	Moyenne tension 5.5kV		Moyenne tension 20kV			Moyenne tension 33kV et 34.5kV			Haute tension 66kV	
	Longueur (km)	Longueur (km)	Nombre de sous-stations	Câbles aériens (km)	Câbles souterrains (km)	Nombre de sous-stations	Câbles aériens (km)	Câbles souterrains (km)	Nombre de sous-stations	Longueur (km)	Nombre de sous-stations
Lomé et TSEVIE	2966.15	0	0	786.57	327.09	1019	0	0	0	0	0
Région Sud	1458.75	0	0	682.74	10.99	512	450.85	1.4	121	0	0
Région Nord	1430.2	0	1	1365.05	34.8	479	161.64	0	37	75	2
Total	5828.11	0	1	2834.36	372.88	2010	612.5	1.4	158	75	2

Source: CEET

Tableau 7-6.6 Sommaire de l'équipement des transformateurs de distribution (2019)

Tension	Public		Demande domestique		Autre		Total	
	Nombre total d'unités	Capacité (kVA)						
33kV	106	26,950	46	7,639	6	34,000	158	68,589
20kV	2,062	484,573	550	210,910	95	31,110	2,707	726,593
5.5kV	1	75	-	479	-	-	1	75
Total	2,169	511,598	596	219,028	101	65,110	2,866	795,257

Source: CEET

Le nombre d'accidents sur les lignes de distribution par classe de tension est également préparé dans le rapport annuel de CEET. Ces dernières années, le nombre d'incidents par an a diminué en raison de l'augmentation de la fréquence des travaux de maintenance et de l'expansion des sous-stations de distribution, mais après 2018 le nombre d'incidents a commencé à augmenter. Selon le rapport, cela est



dû à l'introduction du système de surveillance des lignes de distribution (CIS : le nouveau logiciel d'information et de service du Centre) qui permet de connaître en détail l'état opérationnel des lignes de distribution et le nombre d'accidents.

Tableau 7-6.7 Nombre d'accidents sur les lignes de distribution

Catégorie d'accidents	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Taux d'augmentation 2018/2019
Basse pression	15,266	13,104	3,922	3,507	5,346	5,993	12.1%
Pression moyenne	1,199	780	1,658	992	684	2,021	195.5%
Sous-station électrique	159	688	709	271	99	109	10.1%

Source: CEET

(3) Plans de développement (y compris les plans d'électrification rurale)

Conformément au Plan National de Développement (PND) (2018-2022) élaboré dans le but de devenir un pays à revenu intermédiaire d'ici 2030, le gouvernement togolais s'emploie à développer le corridor et à promouvoir les industries de croissance associées afin de favoriser le développement de la région ouest-africaine, le port de Lomé étant un hub logistique pour la région.

En outre, si le Togo a connu une croissance économique régulière au niveau macro (taux de croissance du PIB de 5,3 % : 2019, Banque mondiale (BM)), la croissance économique par habitant n'a été que de 2,8 % (2019, BM), ce qui accentue l'élargissement du fossé entre les riches et les pauvres et l'accès aux services sociaux de base. Le gouvernement du Togo a défini le troisième pilier du PND comme les efforts visant à réduire les inégalités et à améliorer l'accès aux services sociaux de base en mettant l'accent sur les groupes sociaux les plus vulnérables.

7-7 Défis et besoins de développement

En 2019, le taux d'électrification national du Togo était de 43,3% (76,6% en milieu urbain et 19% en milieu rural), ce qui est inférieur au taux d'électrification moyen national en Afrique subsaharienne (47,9%) en raison du taux d'électrification majoritairement très faible en milieu rural. Dans son Plan National de Développement (PND2018-2022) entré en vigueur en 2018, le gouvernement togolais s'est engagé à augmenter le taux d'électrification (100% d'ici 2030) et à promouvoir les énergies renouvelables et les économies d'énergie.

Un défi majeur pour atteindre une électrification à 100% réside dans les mesures visant à augmenter le taux d'électrification dans les zones rurales pour lesquelles le gouvernement du Togo a fixé des objectifs de développement spécifiques dans la stratégie d'électrification du Togo (juin 2018) suite à la formulation du PND. La stratégie établit également une feuille de route jusqu'en 2030 en utilisant trois approches différentes : 1) le connexion au réseau (public), 2) les mini-réseaux (PPP) et 3) les kits solaires (privés).

Afin d'atteindre l'objectif 2030, la feuille de route devrait être élaborée avec le choix des candidats spécifiques au développement et des aides de donateurs sont également attendues. Étant donné qu'un développement rapide sera nécessaire pour atteindre l'objectif, il est probable que des projets à faible coût seront nécessaires plutôt que de donner la priorité à la qualité, l'objectif étant d'atteindre une électrification à 100 % par l'approche la moins chère.



7-8 Liste des projets potentiels

Le tableau 7-8.1 présente la liste des projets candidats élaborés sur la base des réponses au questionnaire fournies par les organisations compétentes du secteur de l'énergie et du contenu de leurs demandes.

Tableau 7-8.1 Liste des projets potentiels

1. Projet de transmission et de sous-station

Priorité	District	Nom du projet	Objectif du projet	Catégorie	Composant	Qualité	Coût estimé (MUSD)	Période de démarrage
1	Kara & Savanes	Ligne Kara-Mandjo-Dapaong-Mandouri	Interconnecter le réseau de transport togolais avec celui de la république sœur du Bénin.	Sous-station Transmission				2022
2		Les lignes de 330 kV Nord et la dorsale de Mediane	Étendre le réseau de transport ghanéen déjà interconnecté avec le sud du Togo au centre et au nord du pays.	Transmission				2022

2. Projet de ligne de distribution

Priorité	District	Nom du projet	Objectif du projet	Catégorie	Composant	Qualité	Coût estimé (MUSD)	Période de démarrage
1	960 localités sur l'ensemble du territoire	Projet régional d'accès à l'électricité - composante électrification rurale	L'électrification de 960 localités par l'extension du réseau, dont la première phase vise 300 localités	Distribution			84	2022
2	Sarakawa dans la région de Kara	Projet d'électrification de l'agro-parc et de six localités de la région de Kara	Electrification de l'agro-parc et de six localités par extension des réseaux MT/BT et EP	Distribution			1,5	2022
3	Tout le territoire national	Projet PERCUT	Extension et réhabilitation du réseau de distribution dans 53 villes et localités des grandes agglomérations de l'intérieur du pays, (ii) soutien complémentaire aux branchements et (iii) soutien et renforcement des capacités. En plus de ces 3 composantes, des activités transversales de communication et d'audit seront mises en place.	Distribution			58,3	2021
4	Kara Savannah	Projet BID2	Projet d'accès à l'énergie pour les communautés rurales					2020
		Projet de Réformes et d'Investissement dans le Secteur de l'Énergie au Togo (PRISET)	Réhabilitation, renforcement et extension des réseaux électriques basse et moyenne tension - Élaboration du schéma directeur Production-Transport-Distribution ; élaboration de l'étude tarifaire ; révision du modèle financier de CEET ; révision du contrat de performance Etat-CEET ; mise en place d'une plateforme de gestion des compteurs intelligents et installation de 5000 compteurs intelligents ; développement d'une base de données de cartographie numérique des infrastructures de distribution d'électricité et des clients dans le grand Lomé ; développement de				25,3	2017-2022





Priorité	District	Nom du projet	Objectif du projet	Catégorie	Composant	Qualité	Coût estimé (MUSD)	Période de démarrage
			manuels de procédures administratives, techniques, comptables et financières pour la CEET ; études de structuration de « l'électrification pour tous » ; développement d'un plan de restructuration / transformation de la CEET.					
	Lomé	Projet d'Extension du Réseau Electrique de Lomé (PEREL)	Extension du réseau électrique de la ville de Lomé et raccordement de nouveaux clients : construction de 1 730 km de réseaux basse tension ; 300 km de réseaux moyenne tension et 200 postes MT/BT.	Distribution			40	2018-2023

3. Projets d'électrification (hors réseau)

Priorité	District	Nom du projet	Objectif du projet	Catégorie	Composant	Qualité	Coût estimé (MUSD)	Période de démarrage
1	5 régions du Togo	Électrification de 300 000 foyers dans des zones hors réseau grâce à des kits solaires payants fournis par le secteur privé.	<ul style="list-style-type: none"> Faire passer le taux d'électrification rurale de 7% à 40% d'ici 2022 Fournir de l'électricité à 300 000 ménages en 5 ans, soit 2 millions d'habitants Sélectionner des opérateurs privés supplémentaires pour la distribution des kits solaires 	Kit solaire				
2	5 régions du Togo	Project to support the social component of the CIZO rural electrification program in Togo	<ul style="list-style-type: none"> Electrifier 314 centres de santé Equiper 122 centres de santé de chauffe-eau solaires Installer 400 conduites d'eau potable Déployer 600 pompes d'irrigation solaires Collecter des données à des fins statistiques nationales en matière d'électrification Faciliter l'accès au marché pour les distributeurs privés de kits solaires Fournir une solution réutilisable pour les paiements de services 	pompe solaire kit solaire			10,21	2022
3	Région des Savanes	Projet de fourniture et d'installation de kits solaires pour certains ménages ayant un indice de pauvreté élevé dans la région de Savannah.	Fournir un accès à l'énergie aux populations les plus vulnérables	Kit solaire			24	2021

4. Projets d'électrification (réseau électrique)

Priorité	District	Nom du projet	Objectif du projet	Catégorie	Composant	Qualité	Coût estimé (MUSD)	Période de démarrage
1	Tout le territoire	Projet d'électrification rurale de 317 localités par mini-réseaux solaires au Togo	Electrification hors réseau de 317 localités par des mini-réseaux solaires Cofinancement, construction, maintenance et exploitation de mini-réseaux solaires et commercialisation de l'énergie				33,55	2022
2	Sokodé et Kara	Centrale solaire photovoltaïque de Sokodé et Kara dans le cadre du projet Scaling Solar (90 MW)	<ul style="list-style-type: none"> Aider à réduire le déficit énergétique, Améliorer la part des énergies renouvelables dans le mix énergétique du Togo 	Méga solaire				2023
3	Mango	Centrale solaire photovoltaïque de 30 MW à Mango	<ul style="list-style-type: none"> Aider à réduire le déficit énergétique, Améliorer la part des énergies renouvelables dans le mix énergétique du Togo 	Méga solaire				2024
4	Dalwak (Dapaong)	Centrale solaire photovoltaïque de 30 MW à Dapaong	<ul style="list-style-type: none"> Aider à réduire le déficit énergétique, Améliorer la part des énergies renouvelables dans le mix énergétique du Togo 	Méga solaire			29,4	2024
	Plateaux / Central / Kara / Savanes	Projet de construction de 10 minigrîdes (PRAVOST) Projet de construction de minigrîdes avec un financement de la coopération allemande	Électrification hors réseau par mini-réseaux solaires dans les localités				0,84	2022
	Blitta	Centrale solaire photovoltaïque de 50 MW à Blitta	<ul style="list-style-type: none"> Aider à réduire le déficit énergétique Impliquer la part des énergies renouvelables dans le mix énergétique du Togo 	Méga solaire			60,5	2020 en cours

5. Projets de coopération technique

Priorité	District	Nom du projet	Objectif du projet	Catégorie	Composant	Qualité	Coût estimé (MUSD)	Période de démarrage
1		Aménagement hydroélectrique de Titira	<ul style="list-style-type: none"> Construire un barrage hydroélectrique de 23,8 MW Améliorer la qualité du service électrique au Togo en augmentant la production d'énergie électrique Réduire la dépendance énergétique du Togo vis-à-vis de l'extérieur 	Generation			59 M € à confirmer par des études détaillées	



Annexe

Annexe-1: Méthodes d'évaluation pour le filtrage

Annexe 1. : Méthodes d'évaluation pour le filtrage

Éléments de dépistage

(1) Importance du soutien

1) Validité	Points	Méthode d'évaluation	Remarques
Cohérence avec les plans de développement	1	Aucun plan de développement	Répartition 50%
	2	Il y a un plan de développement, mais pas de spécificité (seulement une politique).	
	3	Il y a des plans de développement et des spécificités, mais pas de projets individuels.	
	4	Plans de développement en place, et projets individuels en cours de planification.	
	5	Il y a des précisions des projets (horaire, emplacement, équipement, prix).	
Cohérence avec les besoins de développement	1	Aucune liste de priorités soumise	Répartition 50% (5 points en set complet)
	2	Il existe une liste de priorités, mais elle manque de spécificité (uniquement politique).	
	3	Il existe une liste de priorités, qui est spécifique, mais il n'y a pas de cas individuels.	
	4	Il existe une liste de priorités et les cas individuels sont planifiés.	
	5	Il y a des précisions des projets (horaire, emplacement, équipements, prix).	
2) Approche	Points	Méthode d'évaluation	Remarques
Prise en compte des vulnérables et équité personnes	1	Aucune considération	2 points pour 1 3 points pour 2 ou plus 2 ou plus + assistance médicale
		Des plans ont-ils été mis en place pour fournir de l'électricité aux non électrifiées ?	
		Le projet est-il dans la zone du sous-centre (nombre important de bénéficiaires) ?	
		Le projet se situe-t-il dans la zone métropolitaine (grand nombre de bénéficiaires) ?	
		Plans d'alimentation électrique en place pour les installations médicales et éducatives.	

(2) Cohérence du soutien

1) Cohérence	Points	Méthode d'évaluation	Remarques
Cohérence avec la politique de coopération de la JICA	2	Développement des infrastructures électriques	Répartition 80%
	+1	Contribue à réduire les pertes et à la décarbonation (soutien aux renouvelables)	
	+1	Accès amélioré	
	+1	Amélioration de la qualité de l'alimentation Installation d'un dispositif de compensation de puissance	
Coopération avec d'autres	0	Non	Répartition 20%
	5	Oui	
2) Harmonie	Points	Méthode d'évaluation	Remarques
Pays concerné d'autres	1	Aucune information sur le soutien d'autres donateurs	
	2	Plans de soutien d'autres donateurs mais pas d'avancement du projet	
	3	Projet en cours basé sur les plans de soutien d'autres donateurs	
	4	Développement à compléter à l'avenir par une complémentarité mutuelle avec l'appui d'autres bailleurs de fonds.	
	5	Le plan sera complété sur base d'une complémentarité mutuelle avec le soutien d'autres	

(3) Efficacité du soutien

1) À court terme	Points	Méthode d'évaluation	Remarques
Effets directs/ à court terme	1	Indirecte et à long terme (soutien technique et professionnel)	
	2	Effets directs mais à long terme (qualité de l'électricité améliorée, capacité égale de ré)	
	3	Effets indirects mais à court terme (augmentation de la capacité de réhabilitation)	
	4	Effets directs et à court terme (sous-stations pour la distribution)	
	5	Effets directs et à court terme (sous-station de distribution + renforcement des lignes de)	
2) Niveau cible	Points	Méthode d'évaluation	Remarques
Fixée des années cibles	0	Pas d'année cible	
	2	Il y a une année cible, mais il y a plusieurs projets	
	3	Projets individuels avec années cibles et	
	1	Aucun niveau cible ne peut être défini	
	2	Des niveaux cibles peuvent être fixés	

(4) Compétences en matière d'exécution de projets

1) État prêt	Points	Méthode d'évaluation	Remarques
Préparation à la mise en œuvre du projet	1	Aucun candidat pour le site cible/technique professionnelle.	Enquête sur terrain non applicab
	2	Les sites cibles/professionnels techniques candidats peuvent être considérées	Enquête sur terrain non applicab
	3	Nous avons un site cible de candidats/professionnels de la technique.	
	4	Le site cible / le	
	5	L'enquête pré-FS / l'enquête préliminaire est en cours.	

2) Capacité à faire	Points	Méthode d'évaluation	Remarques
Réponse à l'enquête et attentes concernant la mise en œuvre du projet	1	Peu de coopération dans l'enquête, les attentes concernant la mise en œuvre du projet et la fourniture d'informations.	Enquête sur terrain non applicab
	2	Coopération limitée dans l'enquête, les attentes concernant la mise en œuvre du projet ne se font pas sentir et la fourniture d'informations est rare.	Enquête sur terrain non applicab
	3	Bien qu'ils soutiennent l'enquête, les attentes concernant la mise en œuvre du projet sont inconnues et les informations sont rares.	
	4	Ils soutiennent l'enquête et ont des attentes élevées quant à la mise en œuvre du projet, mais des informations supplémentaires doivent être fournies.	
	5	Il est possible de coopérer à l'enquête, d'avoir des attentes élevées quant à la mise en œuvre du projet et de fournir suffisamment d'informations.	

(5) Rapport coût-efficacité et durabilité : Se référer aux commentaires (financiers) du tableau dans le texte (Comparaison de dépistage des pays enquêtés)

**Annexe-2: Aperçu des technologies candidates
proposées et leurs effets attendus**

Annexe- 2 Aperçu des technologies candidates proposées et leurs effets attendus

1. Distribution d'énergie électrique

(1) Transformateurs de distribution à faibles pertes (transformateurs amorphes)

Le transformateur amorphe est un transformateur dans lequel un alliage amorphe est appliqué sur le noyau de fer. Alors que les métaux ordinaires ont une structure cristalline dans laquelle les atomes sont disposés de manière régulière, l'alliage amorphe est un matériau amorphe dans lequel les atomes sont disposés de manière aléatoire sans aucune régularité. Il présente donc d'excellentes propriétés magnétiques douces (magnétisation facile et faible force coercitive), et la perte à vide (perte de fer) est d'environ 1/5 de celle des matériaux magnétiques doux tels que les tôles d'acier au silicium. Par conséquent, l'alliage amorphe peut grandement contribuer aux économies d'énergie lorsqu'il est appliqué au noyau de fer d'un transformateur. Cependant, comme les alliages amorphes ont une dureté inférieure à celle des métaux et alliages ordinaires, leur résistance mécanique aux forces électromagnétiques de court-circuit dans les transformateurs est limitée, de sorte qu'ils sont généralement utilisés dans les transformateurs d'une capacité de 1 000 kVA ou moins.

(Effets attendus)

Les pertes à vide (pertes par hystérésis et pertes par courants de Foucault), qui se produisent toujours à l'état de réception de la puissance, peuvent être réduites. L'effet de réduction des pertes est particulièrement élevé pour les transformateurs de distribution qui ont la possibilité de fonctionner à de faibles facteurs de charge en raison des variations de charge horaires ou saisonnières du réseau de distribution, ce qui permet de réduire les pertes de distribution.



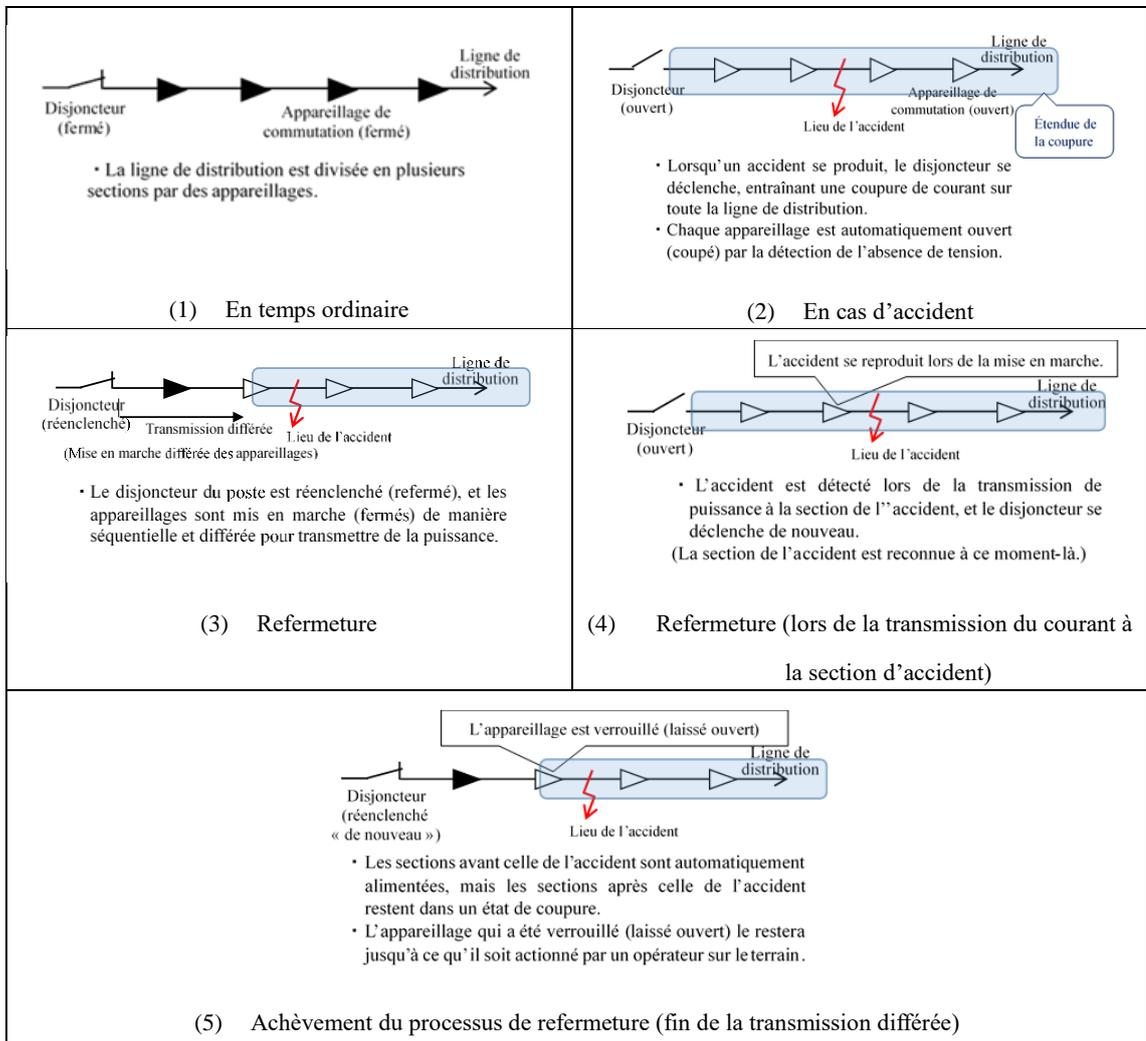
Source : catalogues de fabricants japonais

**Figure 1-1 Apparence des transformateurs de distribution à faibles pertes
(transformateur amorphe)**

(2) Appareillage de commutation sur poteau (type transmission automatique différée)

Afin de minimiser le nombre de consommateurs qui subissent une panne de courant prolongée en cas d'accident sur une ligne de distribution, des dispositifs de commutation sont installés sur les poteaux de la ligne de distribution, et en actionnant celui le plus proche du lieu de l'accident, la section

concernée est déconnectée et le courant est fourni à la section saine. Il s'agit d'un appareillage de commutation monté sur le poteau doté des fonctions de la détection de la tension et de la commande d'ouverture/fermeture automatique lui permettant de fonctionner de manière automatique sans commande à distance.



Source : élaboré par la mission d'étude

Figure 1-2 Explication de la méthode de transmission différée

(Effets attendus)

Le fonctionnement automatique des appareillages de commutation montés sur poteau pour séparer les sections d'accident permet, à un stade précoce, de rétablir le courant dans les sections saines, d'identifier/minimiser les sections en panne et de raccourcir la durée de la panne. Lorsque le système automatisé de distribution décrit ci-dessous sera adopté, un traitement encore plus rapide et plus avancé des accidents sur les lignes de distribution sera possible.

(3) Coupe-circuit étanche

Les coupe-circuits haute tension sont largement utilisés pour l'ouverture et la fermeture des lignes de distribution, ainsi que pour les opérations d'ouverture/fermeture et la protection contre les surintensités lorsqu'ils sont installés, en combinaison avec les fusibles haute tension, sur le côté primaire des transformateurs haut de poteau et des condensateurs haute tension. Il existe deux types :

le type boîte et le type cylindrique, et ce dernier est un type hermétique, qui est un produit unique au Japon. Le corps principal de ce type est une structure monobloc, et la partie de charge ne se situe pas à l'extérieur, ce qui permet de supprimer la génération de courant de fuite et d'empêcher l'accumulation de corps étrangers et leur pénétration dans l'unité, la rendant ainsi résistante à la contamination et adaptée aux endroits où l'on s'attend à des dommages dus au sel ou à la poussière.

(Effets attendus)

Cet appareil étant entièrement hermétique, il peut être appliqué à des zones fortement polluées, ce qui devrait réduire la probabilité d'accidents et améliorer la fiabilité du réseau de distribution électrique.



Coupe-circuit cylindrique étanche



Coupe-circuit de type boîte pour l'extérieur

Source : catalogues de fabricants japonais

Figure 1-3 Apparence du coupe-circuit haute tension

(4) Isolateur support à tige

Les isolateurs à tige utilisent du ciment pour fixer les raccords à tige à l'intérieur de la porcelaine, ce qui entraîne souvent des fissures dans le corps de l'isolateur en raison de l'absorption d'eau dans le ciment et de son expansion par le gel, ainsi que de la corrosion des raccords à tige. Les isolateurs support à tige (isolateur de type pin-post) n'ont pas de tige ni d'éléments cimentés « à l'intérieur de la porcelaine ». Ils ne se fissurent donc pas sous l'effet des mêmes facteurs que les isolateurs à tige mentionnés ci-dessus, ce qui réduit considérablement la possibilité d'accidents tels que le défaut à la terre. En outre, l'isolateur support à tige, qui a une forme de jupe dans la partie inférieure et une longue distance de bord, est plus performant que l'isolateur à tige en termes d'antisalissure et d'isolation.



Apparence de l'isolateur support à tige

Source : site web d'un fabricant japonais



Exemple d'utilisation du coupe-circuit étanche et de l'isolateur support à tige

Source : photographie d'un poteau de distribution au Japon prise par la mission d'étude

Figure 1-4 Isolateur support à tige et coupe-circuit étanche

(Effets attendus)

La probabilité d'accidents tels que le défaut à la terre du à l'endommagement des isolateurs sera réduite.

(5) Indicateur de surintensité

Directement attaché à la ligne de distribution, cet indicateur s'affiche en rouge lorsqu'un courant supérieur à la sensibilité de détection circule dans la ligne, et se rétablit automatiquement après un certain temps. L'objectif est de faciliter la détection visuelle des surintensités et des courants de court-circuit.

(Effets attendus)

Même après une interruption accidentelle d'une ligne de distribution, l'affichage reste pendant un certain temps, de sorte que la recherche du lieu d'accident et de l'emplacement (phase) où la surintensité est survenue peut être facilement effectuée en vérifiant son apparence par patrouille, ce qui permet de commencer plus tôt les activités de rétablissement après l'accident et conduit à une réduction de la durée de la panne de courant.



Source : catalogues et sites web de fabricants japonais

Figure 1-5 Apparence de l'indicateur de surintensité

(6) Changeur de prises

Le réseau de distribution s'étend sur une vaste zone géographique pour fournir de l'électricité aux consommateurs, et le nombre d'installations est énorme. Par conséquent, dans le passé, les mesures de tension et de courant dans le réseau de distribution étaient effectuées au niveau du départ de la ligne de distribution du poste, et le courant passant et la tension arrivant à chaque point de la ligne de distribution étaient généralement calculés en utilisant la capacité contractuelle et la consommation d'électricité des consommateurs. Dans le réseau de distribution conventionnel sans interconnexion de l'énergie solaire, le courant circule dans un sens depuis le poste jusqu'à l'extrémité de la ligne de distribution, et la tension chute en fonction de la distance au poste. Jusqu'à présent, le contrôle de la tension a été effectué sur la base de cette alimentation unidirectionnelle, et les prises du transformateur avec réglage en charge (Load Ratio control Transformer ou LRT) dans le poste et celles du régulateur de tension progressif (Step Voltage Regulator ou SVR) installé sur la ligne de distribution sont commutées de manière autonome en fonction du courant passant afin de contrôler la tension dans la plage appropriée.

Lorsque des sources d'énergie décentralisées telles que la production d'énergie photovoltaïque sont interconnectées au réseau de distribution, le flux d'énergie n'est pas unidirectionnel mais circule dans les deux sens en fonction de la quantité d'énergie produite, ce qui rend éventuellement impossible le maintien d'une tension correcte avec la méthode existante décrite ci-dessus. En effet, les SVR ordinaires surveillent la tension du côté secondaire (côté éloigné du poste) et contrôlent les prises (en les augmentant lorsque la tension est faible et en les diminuant lorsque la tension est élevée), mais dans le cas d'un flux de puissance inverse, la tension du côté secondaire ne change pas même après l'actionnement des prises, de sorte que les SVR continuent de fonctionner jusqu'à ce que la valeur de la prise atteigne son maximum ou son minimum. Pour faire face à ce problème, un SVR adapté au flux de puissance inverse a été développé. Il existe plusieurs méthodes de discrimination du flux de puissance inverse par commande autonome : la discrimination basée sur les changements de la tension du côté secondaire lorsque la prise est changée, la discrimination basée sur les changements de la tension du côté primaire ainsi que de celle du côté secondaire, et la discrimination basée sur les changements de la phase du courant lorsque le flux de puissance inverse se produit.

De plus, à mesure que le nombre de sources d'énergie variables augmente, il est nécessaire de réagir aux fluctuations soudaines de la tension. Cependant, les SVR utilisent des prises à contact mécanique et ne peuvent réagir que lentement (de l'ordre de plusieurs dizaines de secondes), ce qui rend impossible un contrôle approprié. C'est pourquoi un régulateur de tension progressif de type thyristor (Thyristor type step Voltage Regulator ou TVR) utilisant des contacts de thyristor (semi-conducteurs) et doté d'un temps de réponse rapide (de l'ordre de 100 millisecondes) a été développé et réalisé.



Régulateur de tension pour flux inverse (SVR)

Régulateur de tension de type thyristor (TVR)

Source : catalogues de fabricants japonais

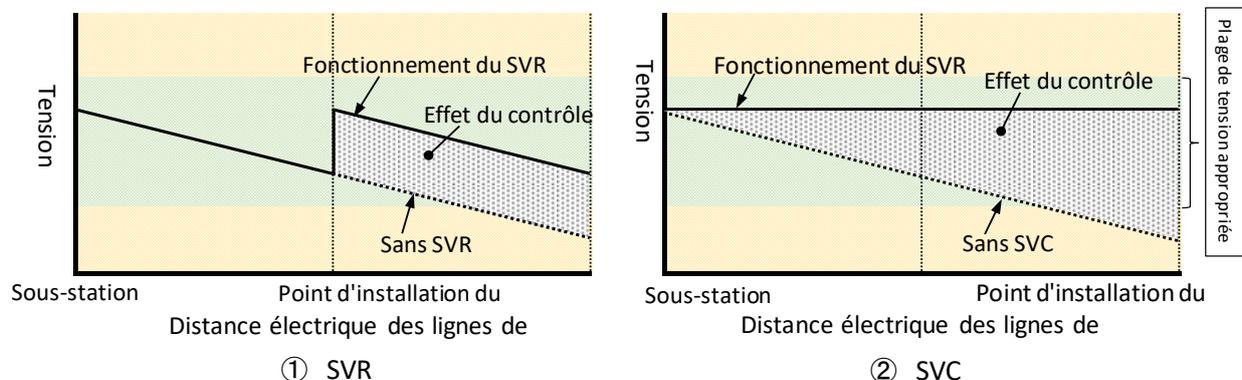
Figure 1-6 Apparence du régulateur de tension

(Effets attendus)

Garantir la qualité de la tension des lignes de distribution. L'adoption du type adapté au flux d'énergie inverse garantira la qualité de la tension même lors de l'interconnexion de sources d'énergie décentralisées. En adoptant le TVR pour faire face aux fluctuations de tension à cycle court, une plus grande quantité d'énergie renouvelable variable peut être introduite.

(7) Régulateur de puissance réactive

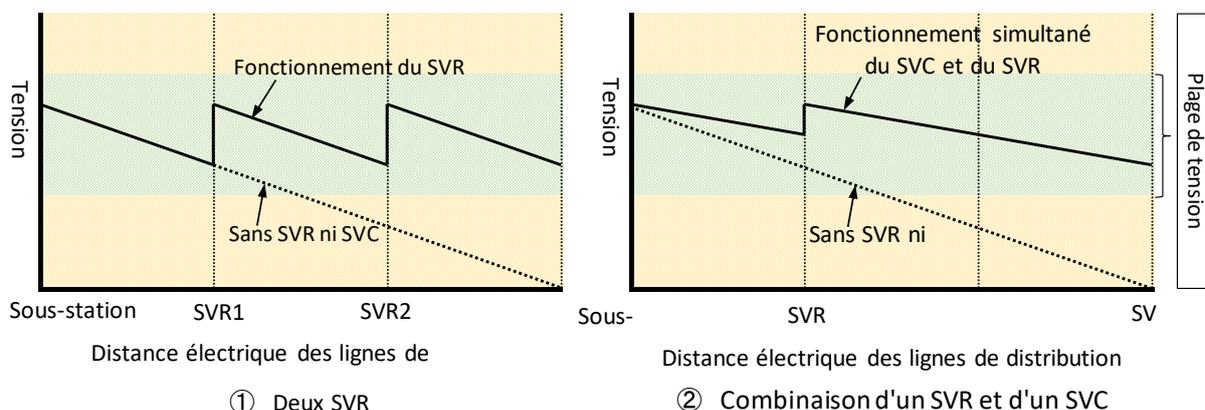
La régulation progressive de la tension par changement de prises au moyen d'un SVR est généralement utilisée comme solution contre les fluctuations de tension dans les systèmes de distribution. Cependant, pour faire face aux fluctuations irrégulières et brutales de la tension, un compensateur statique de puissance réactive (CSPR / SVC : Static VAR Compensator en anglais), qui contrôle la tension en ajustant en permanence la puissance réactive, est également utilisé en appliquant la technologie de l'électronique de puissance. Comme le SVC ajuste la tension en injectant de la puissance réactive dans le système, il a un effet sur l'ensemble de la ligne de distribution depuis le point d'installation du SVC vers le côté du poste, ce qui est différent du SVR, qui ajuste la tension après le point d'installation (côté éloigné du poste).



Source : mission d'étude

Figure 1-7 Schéma conceptuel de la régulation de tension par SVR et SVC

Dans un système où un grand nombre de sources d'énergie renouvelables sont installées et les fluctuations de tension sont importantes, il est efficace d'installer des SVC et des SVR en combinaison respectivement aux extrémités et au milieu des lignes de distribution, et d'utiliser une méthode de contrôle coordonné dans laquelle le LRT du poste et les SVR sur les lignes répondent aux fluctuations de tension présentant des cycles de fluctuation longs, tandis que les SVC répondent aux fluctuations de tension ayant des cycles de fluctuation courts.



Source : mission d'étude

Figure 1-8 Schéma conceptuel de la régulation de tension à l'aide de plusieurs régulateurs de tension

Il existe deux types de SVC, l'un étant le SVC à excitation séparée qui contrôle le courant circulant dans la bobine de réactance par le biais d'un thyristor, et l'autre étant le SVC auto-excité qui génère de la puissance réactive en créant un courant ou une tension dans n'importe quelle phase à l'aide d'éléments de commutation à extinction automatique (STATCOM : STATic synchronous COMPensator). Le STATCOM peut non seulement délivrer en continu une puissance réactive en phase lente et en phase avancée à grande vitesse, mais aussi délivrer une puissance en phase inversée et compenser les harmoniques, ce qui lui confère un plus grand degré de liberté de contrôle que le SVC auto-excité.

(Effets attendus)

Comme la puissance réactive peut être ajustée en continu en appliquant la technologie de l'électronique de puissance, il est possible de mettre en œuvre un contrôle minutieux pour garantir la qualité de la tension des lignes de distribution. Il est également possible de faire face aux fluctuations de tension à cycles courts et au papillotement, de sorte qu'une plus grande quantité d'énergie renouvelable variable peut être introduite.

(8) Système automatisé de distribution

Le système automatisé de distribution contribue grandement au maintien de la qualité de l'alimentation du système de distribution et à la fiabilité de l'approvisionnement en réduisant l'ampleur et la durée des coupures de courant en cas d'accident. Comme un grand nombre de sources d'énergie renouvelables variables, telles que la production d'électricité photovoltaïque, sont connectées au réseau, le flux de puissance et la tension dans le système de distribution changent rapidement et de manière significative, ce qui rend l'exploitation du réseau plus difficile, mais parallèlement, les fonctions de surveillance et de contrôle du réseau sont de plus en plus sophistiquées.

1) Fonctions du système automatisé de distribution

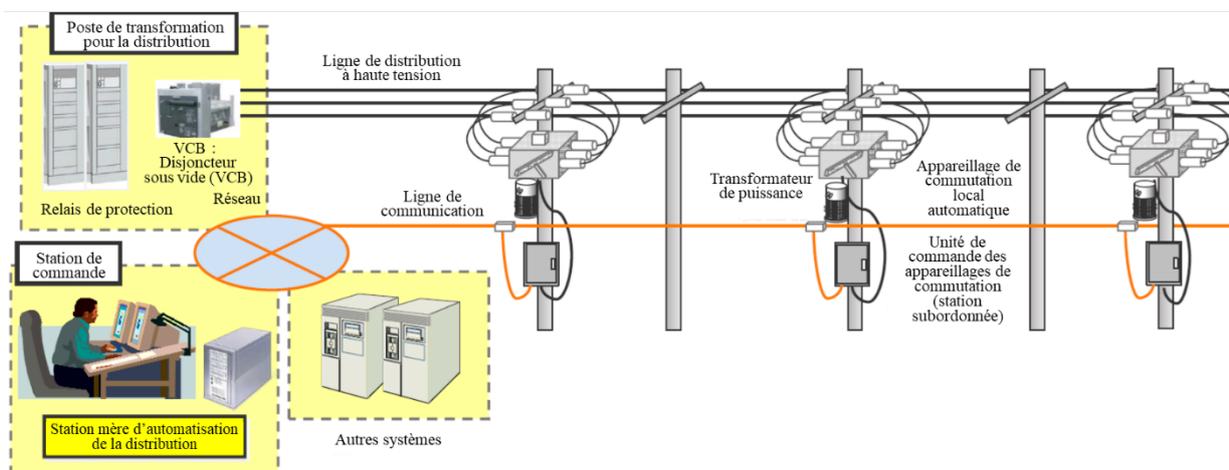
Les fonctions à intégrer dans le système automatisé de distribution sont organisées comme suit :

Fonctions de surveillance/commande du système	Fonction de détection des accidents et de rétablissement	Fonctions de soutien à l'exploitation
<ul style="list-style-type: none">• Surveillance des postes et des réseaux de distribution• Contrôle des postes et des équipements de distribution• Enregistrement d'états et de charges	<ul style="list-style-type: none">• Transmission inverse automatique en cas d'accident• Identification du lieu de l'accident• Arrêt de la réenclenchement en cas d'accident	<ul style="list-style-type: none">• Soutien à l'exploitation du système• Interconnexion avec d'autres systèmes• Fonctionnement du système

2) Configuration du système automatisé de distribution

Le système automatisé de distribution se compose d'une station mère installée au bureau (station de surveillance/commande) et d'appareillages de commutation/stations subordonnées installés sur le terrain.

- Surveillance/commande à distance des appareillages de commutation automatiques depuis la station mère vers une station subordonnée installée dans le système de distribution via une ligne de communication.
- Surveillance/commande à distance des disjoncteurs des lignes d'alimentation des postes de distribution
- Tout en coopérant avec d'autres systèmes tels que le service des opérations de distribution, ce système automatisé de distribution transmet des informations sur les pannes de courant et d'autres informations pour soutenir les opérations commerciales du bureau.



Nom du dispositif	Fonctions	Nom du dispositif	Fonctions
Relais de protection	<ul style="list-style-type: none"> Dispositif de protection des lignes de distribution (Protection contre les courts-circuits / défauts de terre, fonction de réenclenchement, etc.) 	Appareillage de commutation local automatique	<ul style="list-style-type: none"> Répartition des systèmes de distribution (TT et TC intégrés)
Station mère d'automatisation de la distribution	<ul style="list-style-type: none"> Surveillance et commande des systèmes de distribution Détection des accidents et rétablissement Soutien aux opérations 	Station subordonnée (Unité de commande des appareillages de commutation)	<ul style="list-style-type: none"> Commande des appareillages de commutation locaux automatiques. Mesure de la tension et du courant Détection du défaut au point d'installation Lien avec la station mère via une ligne de communication

Source : compilée par la mission d'étude à partir de matériaux provenant de fabricants japonais.

Figure 1-9 Configuration du système automatisé de distribution

3) Étapes de la mise en œuvre d'un système automatisé de distribution

Le système automatisé de distribution peut être divisé en trois grandes étapes en fonction de ses fonctions au niveau de la station de surveillance/commande.

(a) Étape 1

Des appareillages de commutation locaux automatiques sont installés à des intervalles appropriés sur la ligne de distribution. En cas de panne sur la ligne, la section défectueuse est identifiée comme suit : le redémarrage automatique est actionné par le dispositif de réenclenchement au niveau du poste ; la réinjection de puissance commence de manière automatique et différée par l'appareillage de commutation le plus proche du poste ; le disjoncteur se déclenche de nouveau. Pour le fonctionnement spécifique du système de transmission différée, voir la description de (2) Appareillage de commutation sur poteau ci-dessus. Ce système permet de rétablir le courant sur les sections saines de la ligne de distribution sans nécessiter l'intervention d'un opérateur, mais les sections saines situées après la section défectueuse, et plus éloignées du poste, restent hors tension jusqu'à ce que le personnel de maintenance effectue des opérations de commutation au niveau de l'appareillage concerné sur le terrain ou jusqu'au rétablissement total de la ligne.

(Effets attendus)

Grâce à l'adoption de la méthode de réenclenchement du système de transmission différée, il est possible de détecter la section défectueuse et d'alimenter la section saine au moment d'un accident, ce qui permet de réduire la durée de la coupure de courant.

(b) Étape 2

Une station mère du système automatisé de distribution ainsi qu'une station subordonnée sont respectivement installées à l'emplacement de surveillance/commande et près de l'appareillage de

commutation automatique, et la communication d'informations entre ces stations mère et subordonnée s'effectue via un équipement de communication. Dans l'étape 2, en plus de la fonction autonome de l'étape 1, la surveillance et l'opération manuelle depuis le poste de surveillance/commande à distance sont possibles. Dans le cas d'une configuration des lignes de distribution permettant l'alimentation à partir d'une autre ligne, il est possible de rétablir le courant dans les sections saines après la section défectueuse en actionnant manuellement à distance l'appareillage de commutation depuis le poste de surveillance/commande, ce qui permet de raccourcir la durée de la coupure de courant.

(Effets attendus)

Par rapport à l'étape 1, l'opération à distance de l'appareillage de commutation permet d'alimenter à partir d'autres lignes les sections saines après la section défectueuse à un stade précoce lorsqu'un accident survient, ce qui minimise la zone de coupure et raccourcit la durée de la coupure. En outre, étant donné que les opérations de surveillance pendant le fonctionnement normal peuvent être centralisées au poste de surveillance/commande, elles peuvent être effectuées sur la base d'un jugement global de l'ensemble du système, ce qui améliore la fiabilité de l'approvisionnement et économise de la main-d'œuvre.

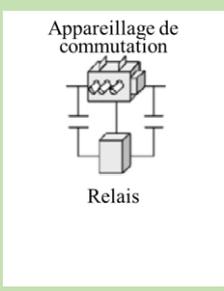
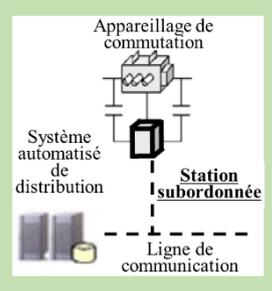
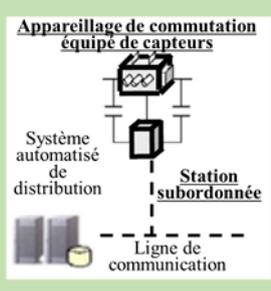
(c) Étape 3

Le fonctionnement automatique d'un appareillage de commutation est assuré par des signaux de commande à distance du système, alors qu'à l'Étape 2, il n'était que manuellement actionné à distance. Plus précisément, le système automatisé de distribution du poste de surveillance/ commande à distance évalue d'abord les informations provenant des appareillages de commutation via la ligne de communication, et ensuite réalise la commande de l'équipement sur site en émettant des signaux de commande pour fournir de l'énergie de nouveau après une panne de courant. Le traitement automatique des données centralisées dans le poste de surveillance /commande permet de rétablir le courant plus rapidement qu'avec le système de transmission différée, ce qui devrait réduire encore la durée de la coupure. Le système automatisé envoie des signaux de commande aux régulateurs de tension (SVR, TVR, SVC, etc.) installés dans le réseau de distribution, en fonction des données obtenues à travers la surveillance centralisée de la tension. Un contrôle de la tension qui tient compte de l'optimum global est également possible pour les fluctuations de tension causées par l'introduction d'une grande quantité d'énergie renouvelable variable.

(Effets attendus)

Les effets sont les mêmes que ceux obtenus à l'Étape 2, mais la mise en œuvre de la commande par évaluation automatisé du système permet un traitement rapide, ce qui réduit la durée de la coupure, améliore la qualité de l'énergie et la fiabilité de l'alimentation, et économise de la main-d'œuvre par rapport à l'Étape 2.

Tableau 1-1 Aperçu des fonctions de chaque étape dans la mise en place du système automatisé de distribution

	Étape 1	Étape 2	Étape 3
Schéma			
Commande de l'appareillage de commutation lors du refermeture en cas d'accident	Transmission différée	Transmission différée	Commande automatique à distance par le système automatisé
Fonction de communication	Non	Requis	Requis (ligne à haut débit)
Opération de l'appareillage de commutation	Sur place uniquement	Étape 1 + Commande manuelle à distance	Étape 2 + Fonction de commande automatique à distance par le système automatisé
Mesure de la tension et du courant dans le réseau de distribution et au niveau des appareillages de commutation	Non	Non	Oui

Source : compilé par la mission d'étude à partir de « Avancement de la technologie d'automatisation de la distribution » dans la recherche coopérative sur l'électricité, Volume 72, N° 3 et de matériaux provenant de fabricants japonais.

2. Micro-réseau

(1) Micro-réseau et mini-réseau

Bien qu'il n'existe pas de définition précise du micro-réseau, celui-ci a été proposé en 1999 par le « Consortium for Electric Reliability Technology Solutions (CERTS) » sous l'égide du Département de l'Énergie des États-Unis (DOE) et se définit comme suit¹ :

- Un ensemble de plusieurs petites sources d'énergie distribuées, de dispositifs de stockage d'énergie et de charges d'énergie formant un réseau.
- Cet ensemble peut fonctionner indépendamment du système, mais peut être interconnecté de manière appropriée avec le système et d'autres « micro-réseaux ».
- Conçu, mis en place et commandé en fonction des besoins du consommateur.

Les micro-réseaux ont une grande variété d'applications, notamment : celles visant à fournir de l'électricité aux zones non électrifiées et aux îles isolées, celles visant à introduire de grandes quantités de sources d'énergie distribuées variables telles que l'énergie solaire et éolienne, et celles visant à améliorer la qualité de l'électricité. Leur capacité d'approvisionnement varie de quelques dizaines de kW à plusieurs MW. Par contre, en Europe, l'expression « mini-réseau » est souvent

¹ Extraits du site Web de la JSCA

utilisée. Dans la Mini-Grid Policy Toolkit² développée sous les auspices du RECP, de l'EUEI-PDF, de l'ARE et du REN 21³, le mini-réseau est défini comme suit :

Il s'agit d'un ensemble composé d'installations de production à petite échelle (10 kW à 10 MW) et d'un réseau de distribution qui fournit de l'électricité de qualité « système » à un nombre limité de consommateurs dans des agglomérations relativement concentrées et qui peut fonctionner indépendamment du réseau électrique national.

Dans la même publication, les micro-réseaux sont décrits comme similaires aux mini-réseaux, mais pour des installations de production d'énergie plus petites (1 à 10 kW). En réalité, comme mentionné ci-dessus, il n'existe pas de définition uniforme du micro-réseau et du mini-réseau, mais l'expression « mini-réseau » est souvent employé dans les documents existants relatifs à la coopération pour les pays subsahariens, car de nombreux pays européens y ont déjà apporté leur soutien. En outre, dans le rapport de l'AIE⁴, l'accès à l'électricité est divisé en deux grandes catégories, à savoir « sur réseau » et « hors réseau ». Le hors réseau est subdivisé en deux types : le mini-réseau et l'alimentation autonome, et le terme « mini-réseau » est utilisé à la place du terme « micro-réseau ». Il convient donc de faire attention à l'utilisation de ces expressions dans les pays subsahariens.

(2) Niveau d'utilisation de l'électricité et recours aux micro-réseaux (mini-réseaux)

Il existe un rapport sur l'accès à l'électricité par les ménages proposé par la Banque mondiale et l'AIE, dans lequel l'utilisation de l'électricité, y compris le recours aux mini-réseaux, est classée par niveau (tier).

Tableau 2-1 Accès à l'électricité par les ménages, alimentation électrique et taille du mini-réseau

	Capacité de pointe (W)	Énergie électrique/jour (Wh)	Disponibilité (durée) (heures/jour)	Disponibilité (durée) (heures/soirée)	Fiabilité	Qualité de la tension	Taille du mini-réseau (kW)
Niveau 1	> 3	> 12	> 4	> 1	—	—	< 5
Niveau 2	> 50	> 200	> 4	> 2	—	—	5 à 15
Niveau 3	> 200	> 1 k	> 8	> 3	—	—	15 à 60
Niveau 4	> 800	> 3,4 k	> 16	> 4	Coupage de courant < 14 fois / semaine	Les problèmes de tension n'affectent pas l'utilisation des appareils souhaités	60 à 350
Niveau 5	> 2 kW	> 8,2 k	> 23	> 4	Coupage de courant < 3 fois / semaine de durée totale < 2 heures	Les problèmes de tension n'affectent pas l'utilisation des appareils souhaités	350 kW à 10 MW

Source : ESMAP⁵ Technical Report 008/15, Banque mondiale, The SE4ALL Global Tracking Framework

² Un manuel conçu pour faciliter le déploiement de mini-réseaux pouvant fournir de l'énergie à partir de sources disponibles telles que l'énergie renouvelable dans les communautés éloignées.

³ RECP : Africa-EU Renewable Energy Cooperation Programme, EUEI PDF : EU Energy Initiative Partnership Dialogue Facility, ARE : Alliance for Rural Electrification, et REN 21 : Renewable Energy Policy Network for the 21st Century

⁴ Africa Energy Outlook 2019, World Energy Outlook 2020, etc.

⁵ ESMAP, Energy Sector Management Assistance Program / Banque mondiale

Tableau 2-2 Utilisation présumée des appareils électriques par niveau d'accès des ménages à l'électricité

Utilisation présumée des appareils électriques (consommation d'énergie)	
Niveau 1	Radio (1 W), Lampe de travail (1 W), Chargeur de téléphone portable (1 W)
Niveau 2	Éclairage général (18 W), circulation d'air (15 W), Téléviseur (20 W), PC (70 W), impression (45 W), appareils de niveau 1
Niveau 3	Ventilateur électrique (240 W), Cuisinière (200 W), Cuiseur à riz (400 W), Machine à laver (500 W), appareils de niveau 2
Niveau 4	Pompe à eau (500 W), réfrigérateur (300 W), fer à repasser (1 100 W), four à micro-ondes (1 100 W), chauffe-eau (1 500 W), Outils électriques (1 500 W), appareils de niveau 3
Niveau 5	Climatiseur (1 100 W), Chauffage (1 500 W), Cuisinière électronique (1 100 W), Outils pour le travail du bois (2 000 W), Soudeuse (3 000 W), Salle d'usinage (5 000 W), appareils de niveau 4

Source : Banque mondiale, The SE4ALL Global Tracking Framework, site Web de l'USAID⁶

Les promoteurs de mini-réseaux peuvent utiliser ce cadre pour développer des services d'approvisionnement au niveau souhaité par les consommateurs.

L'électrification des agglomérations éloignées du réseau principal peut progresser plus rapidement et à moindre coût grâce à l'utilisation de mini-réseaux, plutôt que par le recours à l'extension des lignes de transmission/distribution sur de longues distances, car le prix des sources d'énergie distribuées, comme les panneaux solaires, a baissé. Les mini-réseaux sont planifiés dans le monde entier comme l'une des principales solutions pour améliorer l'accès à l'électricité dans les zones non électrifiées. Selon le rapport 2019 d'ESMAP, il existe environ 19 000 mini-réseaux dans le monde, dont environ 1 500 en Afrique, et environ 4 000 en cours de planification rien qu'en Afrique.

(3) Configuration du micro-réseau (mini-réseau)

Un micro-réseau (mini-réseau) se compose, au minimum, de sources d'énergie distribuées, d'installations de distribution et de consommateurs (charges). Diverses configurations sont possibles. En ajoutant des installations de stockage d'énergie telles que des batteries de stockage, il est possible d'ajuster le temps d'utilisation de l'électricité et d'améliorer sa qualité. Lorsque des sources d'énergie distribuées variables sont utilisées, le système de gestion de l'énergie (EMS) peut être appliqué pour équilibrer l'offre et la demande par rapport à la charge. En principe, un micro-réseau est un système de « production locale pour consommation locale » appliqué à l'électricité. Il fournit donc de l'énergie en utilisant des sources d'énergie distribuées qui tirent le meilleur parti des caractéristiques de la région (par exemple, la production hydroélectrique pour les zones où les ressources en eau sont abondantes, la production d'énergie éolienne pour les zones où le vent souffle fort toute l'année et la production d'énergie solaire pour les zones à fort rayonnement solaire). S'il est nécessaire de configurer un système d'approvisionnement en électricité qui corresponde aux caractéristiques de charge des consommateurs (la quantité d'électricité utilisée à différents moments de la journée et le type de charge (classification par niveau susmentionnée)), on suppose également que le système sera utilisé en le connectant au réseau principal de transmission/distribution pour la vente ou l'achat d'électricité.

Avec la promotion des ODD (ODD7), l'amélioration de l'accès à l'électricité est devenue l'une des

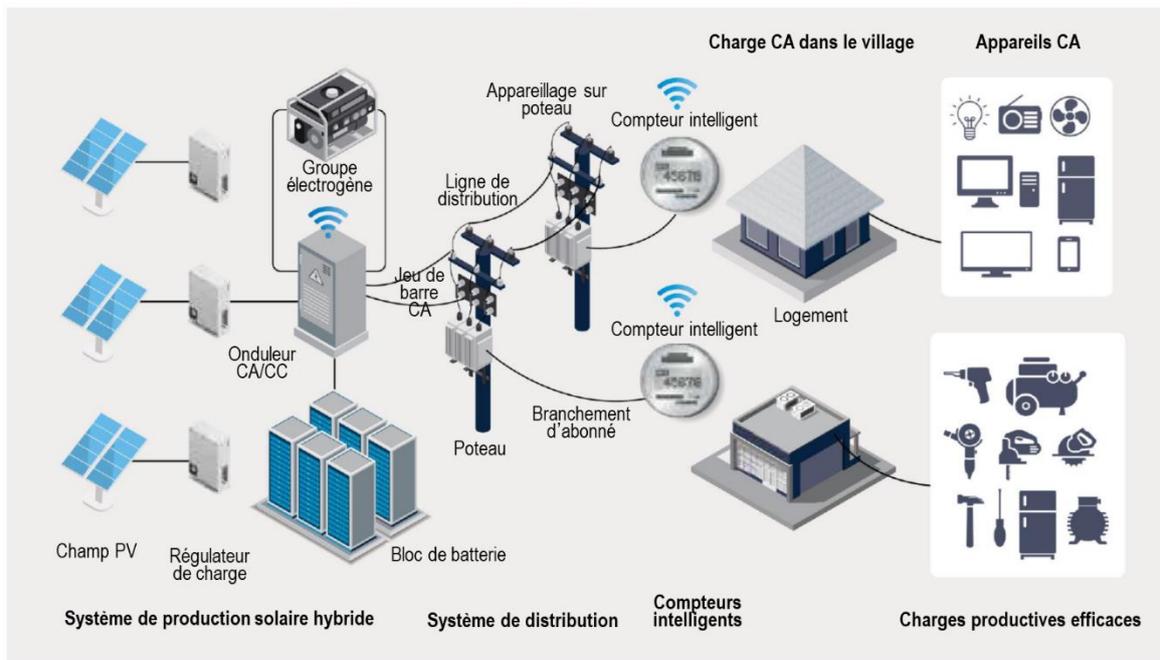
⁶ <https://www.usaid.gov/energy/mini-grids/economics/cost-effectiveness/tiers-of-service/>

tendances mondiales. Par conséquent, le secteur privé participe largement au marché des micro-réseaux (mini-réseaux) et les fournisseurs prennent leurs décisions sur la base d'une évaluation globale de la configuration du micro-réseau (mini-réseau), portant notamment sur des éléments tels que la politique, la législation et le système de tarification de l'électricité du pays concerné et de sa perception.

Historiquement, la plupart des sources d'énergie utilisées par les micro-réseaux (mini-réseaux) pour fournir de l'électricité à des zones éloignées du système de transmission/distribution étaient l'énergie hydraulique ou le diesel. Ces installations de production sont équipées d'un régulateur, qui permet d'ajuster la production en fonction de l'augmentation ou de la diminution de la demande. D'autre part, il existe des endroits où il n'est pas nécessaire d'ajuster constamment la puissance de l'équipement de production, en fournissant simplement de l'électricité chargée dans des accumulateurs au plomb pour automobiles à des consommateurs qui n'utilisent que de petites quantités d'électricité pendant de courtes périodes, comme ceux du niveau 1 décrits au point (2) ci-dessus. Grâce à la facilité d'installation et d'exploitation des panneaux solaires ainsi qu'à la baisse de leur prix, plus de 70 % des sources d'énergie prévues pour les micro-réseaux (mini-réseaux) sont des panneaux solaires ou un hybride de panneaux solaires et d'autres sources d'énergie.⁷ Lorsque des sources d'énergie renouvelables variables, représentées par la production d'électricité photovoltaïque, sont utilisées, et que la quantité d'électricité utilisée par les consommateurs augmente (passant à un niveau supérieur), il faut non seulement contrôler l'équilibre entre l'offre et la demande, mais aussi maintenir la qualité de l'électricité fournie. Pour y parvenir, il est nécessaire de configurer un système qui combine, selon les besoins, des installations de stockage d'énergie pour la stabilisation du réseau et le décalage temporel de la puissance, la mesure en temps réel de la puissance utilisée par les consommateurs, les installations de communication et l'EMS.

En outre, afin de réaliser une exploitation précise et stable basée sur l'offre et la demande en utilisant uniquement des sources d'énergie renouvelables variables, il est nécessaire d'inclure dans le plan de production, les prévisions de la puissance produite par ces sources d'énergie en fonction des prévisions météorologiques.

⁷ Groupe de la Banque mondiale /ESMAP, Mini Grids: Lessons Learned from Around the World, Feb. 2020



Note : CA = courant alternatif ; CC = courant continu ; PV = photovoltaïque

Source : ESMAP, Mini Grids: Lessons Learned from Around the World

Figure 2-1 Exemple de configuration d'un micro-réseau (mini-réseau)

(4) Technologie candidate proposée

1) Intégration de sources d'énergie renouvelables (énergie solaire) dans un micro-réseau (mini-réseau) constitué de sources d'énergie conventionnelles

En intégrant des sources d'énergie renouvelables au micro-réseau (mini-réseau) existant constitué d'une production diesel, nous visons à réduire l'utilisation de carburant (combustible fossile) et à introduire une plus grande quantité d'énergie renouvelable. En tenant compte de la demande future du mini-réseau cible, des sources d'énergie renouvelables seront intégrées et le réseau de distribution sera étendu selon les besoins. Afin de faire face aux fluctuations de puissance causées par l'intégration de sources d'énergie renouvelables variables, les trois solutions suivantes sont prévues :

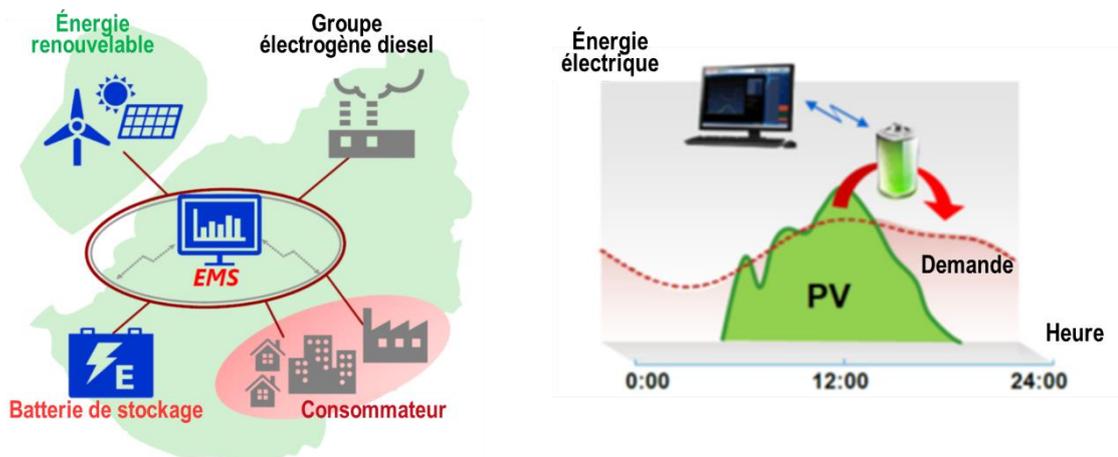
- ① Le régulateur de la production diesel existante absorbera les fluctuations et les unités inutiles seront arrêtées pour réduire la consommation de carburant ;
- ② Des batteries de stockage seront installées pour absorber les fluctuations à cycle court. Cela permettra également de soulager les équipements de production d'énergie diesel qui fonctionneront en cas de changements météorologiques soudains ou d'accidents ;
- ③ Des batteries de stockage d'une capacité supérieure à celles de ② seront installées pour décaler le moment de la production d'énergie renouvelable en utilisant durant la nuit l'énergie produite pendant la journée, tout en assurant les fonction de ②.

Les cas ② et ③ nécessitent un EMS assurant la prévision de la demande et le plan d'exploitation des installations de production afin d'effectuer le contrôle de la charge/décharge des batteries de stockage et le contrôle du groupe électrogène. Dans le cas ①, il est également recommandé d'utiliser un EMS afin de faciliter la planification de la production d'électricité, y compris le contrôle du nombre

d'installations de production diesel.

(Effets attendus)

L'intégration de sources d'énergie renouvelables contribuera à une augmentation du taux d'énergie renouvelable, et en même temps, l'augmentation des installations de production d'électricité permettra d'accroître l'accès à l'électricité. La quantité d'électricité produite par les installations de production diesel sera réduite, ce qui devrait réduire l'utilisation de combustibles fossiles ainsi que les dépenses d'exploitation (coûts du carburant) et l'impact sur l'environnement. En outre, dans les cas ② et ③, il sera possible de garantir la qualité de l'électricité en particulier.



Source : document de présentation de fabricants japonais sur la gestion de l'énergie

Figure 2-2 Image de l'EMS hors réseau et du décalage temporel de la production solaire

2) Création d'un nouveau micro-réseau (mini-réseau) constitué d'énergies renouvelables (énergie solaire)

Il s'agit d'un mini-réseau qui combine des sources d'énergie renouvelables variables (énergie solaire) et des batteries de stockage, et qui utilise l'EMS pour contrôler la stabilité de l'offre et de la demande, dans des zones non électrifiées afin d'accroître l'accès à l'électricité. L'énergie n'étant fournie que par ces sources d'énergie, les installations de stockage d'énergie (batteries de stockage) et les dispositifs de contrôle de leur charge/décharge sont essentiels pour faire face aux changements de la demande et de la production, et les batteries de stockage peuvent être complètement déchargées dans le cas où, par exemple, le mauvais temps persiste pendant plusieurs jours. On suppose donc qu'il sera difficile d'appliquer le mini-réseau aux endroits où la demande est de niveau 5 et qu'il sera nécessaire d'envisager l'interconnexion avec un système de transmission/poste pour garantir sa fiabilité.

(Effets attendus)

Étant donné que le micro-réseau (mini-réseau) sera installé sur une nouvelle zone, il contribuera à augmenter le taux d'énergie renouvelable en améliorant l'accès à l'électricité et en intégrant des sources d'énergie renouvelables, et il garantira également la qualité de l'électricité grâce au recours à l'EMS.

3) Adoption de l'EMS avec la fonction de prévision de la production d'énergie renouvelable

La fonction de prévision de la production par les sources d'énergie renouvelables basée sur la fonction de prévision météorologique sera intégrée au EMS du micro-réseau (mini-réseau) constitué de sources d'énergie renouvelables variables, et le plan d'exploitation des installations de production et le plan de charge/décharge des batteries de stockage seront créés conjointement avec la prévision de la demande pour un contrôle économique de l'exploitation.

(Effets attendus)

La communication des prévisions de production des sources d'énergie renouvelables permettra d'ajuster plus efficacement le nombre d'unités de production diesel et leur mode de fonctionnement lorsqu'elles sont utilisées, ce qui économisera du carburant et réduira les coûts d'exploitation. La charge et la décharge des batteries de stockage pourront également être effectuées plus efficacement, ce qui facilitera l'ajustement de l'offre et de la demande et garantira davantage la qualité de l'électricité.

3. Domaine de la transformation électrique

(1) Poste de transformation mobile

Il s'agit d'un équipement de transformation rendu mobile en installant sur une remorque un transformateur et un appareillage de commutation. Il est utilisé en cas d'impossibilité de transport d'électricité due à des défaillances dans un poste, ou remplace la tranche de transformateurs en arrêt lors des inspections ou des défaillances. Il est également utile pour une distribution d'électricité d'urgence. En règle générale, la puissance de la tranche de transformateurs est limitée par les dimensions de la remorque. Certains constructeurs installent sur un seul camion un transformateur et un appareillage de commutation à isolation gazeuse (GIS) permettant ainsi de supprimer le travail de raccordement sur le site. Ce poste peut faire face à différentes situations suivant les conditions d'utilisation.



Camion-transformateur



Camion-tableau de distribution



Type intégré (raccordement à la ligne aérienne à haute tension)

Source : Extraits du catalogue d'un constructeur japonais

Figure 3-1 Poste de transformation mobile

Les principales caractéristiques de ce poste sont les suivantes.

- ✓ Tension primaire : 33 à 154 kV
- ✓ Tension secondaire : 6,6 à 33 kV
- ✓ Puissance : 5 à 30 MVA environ

(Effets attendus)

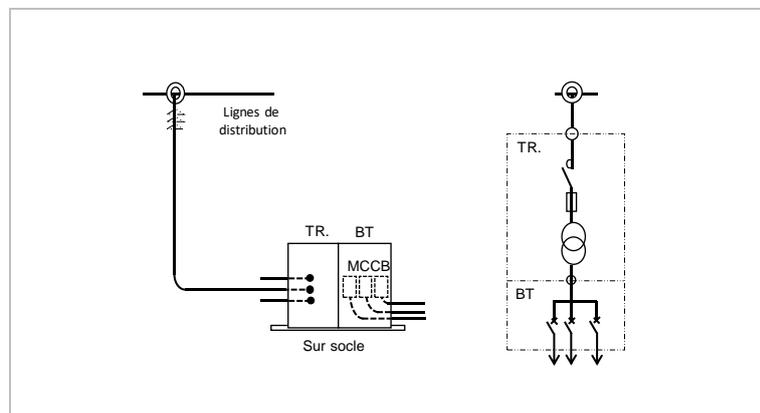
Pouvant être installé dans un délai court pour une alimentation rapide en électricité, il fait preuve de son efficacité pour le contournement d'une coupure de longue durée en cas de défaillance d'un poste, l'établissement d'une ligne d'alimentation d'urgence en cas de sinistres naturels, mais aussi en tant qu'alimentation alternative lors des réparations des équipements.

(2) Transformateur mobile (sur socle)

C'est un transformateur mobile pour la distribution d'électricité pouvant être utilisé dans des situations d'urgence telles que les sinistres. Avec les éléments de son tableau de distribution montés sur un socle pour le transport en camion, cet équipement peut alimenter les zones avoisinantes en basse tension. Du côté primaire, ses prises de tension sont raccordées directement aux lignes de distribution existantes en tension de distribution, alors que du côté secondaire, le transformateur alimente les zones avoisinantes en basse tension par le biais de son disjoncteur de distribution.

Les principales caractéristiques de cet équipement sont les suivantes.

- ✓ Tension primaire : 11 à 33 kV
- ✓ Puissance du transformateur : jusqu'à 500 kVA environ
- ✓ Tension secondaire : 400 V



Source : Établi par la mission d'étude suivant les entretiens auprès d'un constructeur japonais

Figure 3-2 Transformateur mobile sur socle

(Effets attendus)

Cet équipement a une transportabilité élevée par camion, et peut être raccordé facilement aux lignes de distribution pour une alimentation dans un délai court. Il sera donc efficace pour un approvisionnement d'urgence en cas de sinistres naturels, et en tant que source d'énergie alternative pendant les travaux ou la réhabilitation des installations.

(3) Transformateur à faibles pertes

À l'intérieur d'un transformateur, se produisent les pertes électriques dues au matériau du noyau de fer (pertes fer) et à la résistance des enroulements (pertes cuivre), et les pertes fer représenteraient en général environ 60 % de l'ensemble des pertes. Pour cette raison, la plaque électromagnétique à grains orientés a été développée afin de les réduire.

Elle a été développée dans les années 1930 aux États-Unis, mais c'est une compagnie sidérurgique japonaise qui a amélioré sa qualité et mis au point la technique de production de masse, réalisant ainsi dans les années 1980 une réduction des pertes fer de presque de moitié par rapport aux produits fabriqués dans les années 1960. De plus, la densité de flux magnétique a été renforcée dans la seconde moitié des années 1990, permettant de fournir des matériaux de régulation du domaine magnétique et à faibles pertes de la plus haute qualité du monde. À ce jour, cette compagnie japonaise joue toujours un rôle prépondérant dans ce domaine sur le plan international.

La plaque électromagnétique à grains orientés est un alliage à 3 % de silicium dont les caractéristiques magnétiques sont très élevées dans le sens de laminage. Ainsi, l'utilisation d'une plaque de haute performance dans le noyau du transformateur contribue à une amélioration importante d'efficacité par la réduction aussi bien des pertes fer que des courants d'excitation.

(Effets attendus)

L'utilisation d'une plaque électromagnétique à grains orientés de haute performance dans le noyau permettra de réduire les pertes à vide et le bruit du transformateur.

(4) Transformateur à isolation gazeuse

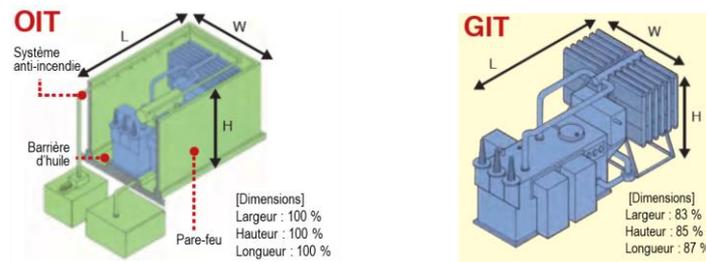
Du point de vue de la sécurité et de la prévention des sinistres, le transformateur à isolation gazeuse est un équipement indispensable aux postes de transformation souterrains mentionnés dans le recueil des cas de figure des « Investissements de qualité dans les infrastructures » (édité par le Ministère japonais des affaires étrangères). Doté de caractéristiques énumérées au Tableau 3-1, ce transformateur d'une faible à grande puissance est utilisé non seulement au Japon mais aussi dans nombre de pays tels qu'à Hongkong, en Chine, en Australie, etc., pour but de prévenir les sinistres naturels et de réduire les dimensions des installations. Comme les risques de fuite sont nuls grâce à l'absence d'huile, les cas d'application sont rapportés dans des zones où une attention doit être portée à l'environnement naturel.

Tableau 3-1 Caractéristiques du transformateur à isolation gazeuse en comparaison avec le transformateur immergé dans l'huile

	Contenu
Caractéristiques du transformateur à isolation gazeuse	✓ Ininflammable, inexplosif
	✓ Équipement contre incendie inutile
	✓ Grande liberté dans la disposition des refroidisseurs et des canalisations
	✓ Facilité de contrôle et d'entretien
	✓ Délai d'installation court

La technique du transformateur à isolation gazeuse a été développée aux États-Unis dans les années 1950 et 1960, puis le Japon est entré en jeu dans les années 1980. La technique est aujourd'hui en pleine maturité. En février 2008, dans la série de normes internationales CEI 60076 pour les

transformateurs de puissance, la norme CEI 60076-15 pour le transformateur à isolation gazeuse a été publiée officiellement. Cette norme est très significative pour le Japon, car elle est une des rares normes établies à son initiative de la proposition jusqu'à l'élaboration.



Source : Établi par la mission d'étude suivant le site Internet d'un constructeur japonais

Figure 3-3 Comparaison des composants du transformateur immergé dans l'huile (OIT) et du transformateur à isolation gazeuse (GIT)



(a) GIT 110 kV - 50 MVA
(À basse pression)



(b) GIT 275 kV - 300 MVA
(À haute pression)

Source : Extrait d'un article scientifique

Figure 3-4 Cas d'application du transformateur à isolation gazeuse

(Effets attendus)

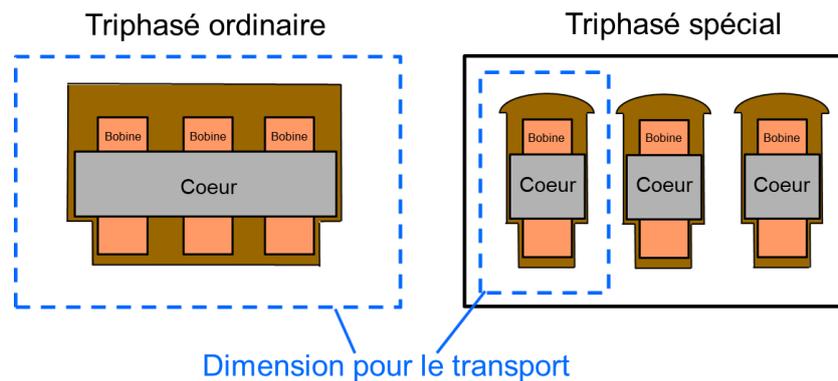
Comme l'huile isolante n'est pas utilisée, il n'y a pas de risques de fuite, et l'ininflammabilité du gaz SF6 rend inutile l'équipement contre incendie. De plus, l'absence du conservateur d'huile procure plus de liberté pour les refroidisseurs et les canalisations.

(5) Transformateur triphasé spécial

En divisant le transformateur triphasé en transformateurs monophasés comme le montre la Figure 3-5, le poids et les dimensions peuvent être réduits par rapport au transformateur triphasé ordinaire, permettant ainsi d'atténuer les problèmes liés au transport. Pour cette raison, le transformateur triphasé spécial est parfois adopté à la place du transformateur triphasé ordinaire, lorsqu'il existe des routes et des ponts étroits sur l'itinéraire du transport.

Comme de nombreux pays subsahariens ne font pas face à la mer, il peut y avoir des voies et des passerelles étroites dans les zones montagneuses entre les ports de débarquement de pays tiers et les lieux de destination. De plus, comme certains pays appliquent des taxes sur le transport de marchandises lourdes en fonction de leur poids, le transformateur triphasé spécial acheminé par voie terrestre peut rendre le montant des taxes moins élevés par rapport au transformateur triphasé ordinaire. Pour cette raison, les coûts devront être évalués en ajoutant les taxes dans le prix du

transformateur.



Source : Établi par la mission d'étude

Figure 3-5 Schéma conceptuel du transformateur triphasé spécial

(Effets attendus)

Comme le poids et les dimensions pour le transport peuvent être réduits par rapport au transformateur triphasé ordinaire, il sera possible de diminuer les travaux connexes tels que l'élargissement des voies, mais aussi des impacts sur l'environnement. Dans le même temps, un allègement des formalités d'obtention des permis et autorisations pour les travaux spéciaux peut être espéré.

(6) Régulateur de puissance réactive

Face à la fluctuation d'heure en heure de la tension des réseaux, cet équipement régule leurs tension et puissance réactive. Pour ce faire, il contrôle la puissance réactive des alternateurs, les prises des transformateurs et les compensateurs, et ce en vue du maintien de la stabilité des tensions, d'une tension adéquate pour les équipements et de la diminution des pertes de transport. L'équipement qui alimente ou absorbe cette puissance réactive est le régulateur de puissance réactive dont les principaux appareils sont mentionnés ci-dessous.

1) Bobine d'inductance shunt

La bobine d'inductance shunt est connectée en parallèle au réseau, et compense la puissance réactive en déphasage en avance (capacité phase-terre du réseau) en engendrant une puissance réactive en déphasage en retard nécessaire. L'élargissement du réseau et l'allongement des lignes de transport qui s'ensuit augmente la capacité électrique du réseau. Ainsi, en cas de faible charge, se pose une question de la hausse de la tension des réseaux due à la puissance réactive en déphasage en avance. C'est pour absorber cette puissance réactive en déphasage en avance ou réguler la tension des réseaux que la bobine d'inductance shunt est mise en place dans un poste.

(Effets attendus)

La puissance réactive en déphasage en avance sera compensée, et l'effet Ferranti sera atténué.

2) Condensateur statique

Le condensateur statique est un appareil utilisé pour l'amélioration du facteur de puissance et la régulation de la tension en le connectant en parallèle aux charges des réseaux de transport et de

distribution. Excepté les éclairages et les équipements électrothermiques, les charges raccordées aux réseaux de transport et de distribution ordinaires sont inductives. Ainsi, en heure de pointe, le courant réactif (en déphasage en retard) circule dans les lignes en plus du courant actif, ce qui accentue la baisse de la tension des réseaux et les pertes en lignes, mais réduit en même temps le taux de disponibilité des installations. Pour cette raison, des condensateurs sont installés dans les postes, etc. afin d'améliorer le facteur de puissance.

Pour une puissance supérieure à 66 kV, il existe des condensateurs statiques en formes de fût et de réservoir, et le modèle en forme de réservoir est une technique propre à un constructeur japonais. Les « condensateurs de dimensions réduites » sous forme de réservoir ont déjà été installés dans nombre de pays (plus de 60 ; d'une puissance supérieure à 18 000 Mvar). Ce type de condensateur possède les caractéristiques suivantes par rapport au modèle en forme de fût.

- Sûr (les parties sous tension sont uniquement les traversées exposées.)
- Sans entretien (le contrôle est effectué uniquement sur les traversées exposées.)
- Réduction de l'encombrement (l'encombrement est réduit d'environ 40 % par rapport au modèle en forme de fût.)
- Résistance sismique élevée

(Effets attendus)

Le facteur de puissance des réseaux sera amélioré et les pertes en puissance seront réduites. Ainsi, la stabilité des réseaux sera maintenue.

3) Compensateur statique de puissance réactive

Le compensateur de var statique (SVC) régule la puissance réactive dans le système, et les objectifs du SVC sont principalement les suivants.

- Pour contrôler la fluctuation de la tension du système
- To control system voltage fluctuation
- Contrôler la fluctuation de la tension du système
- Check system voltage fluctuation

Généralement, SVC se compose de deux types, tels que "SVC conventionnel" et "STATCOM (COMpensateur synchrone STATique)".

- Pour réduire la perte de puissance en améliorant le facteur de puissance
- To reduce power loss by improving power factor
- Pour réduire la perte de puissance grâce à l'amélioration du facteur de puissance
- To reduce power loss through power factor improvement

Pour stabiliser le système en maintenant la tension du système au milieu de la ligne sans source d'alimentation

➤ SVC conventionnel

Nous montrons ci-dessous un aperçu des systèmes représentatifs du SVC : TCR (bobine d'inductance contrôlée par thyristor), et TSC (condensateur commuté par thyristor).

Système TCR	Système TSC
Système consistant à connecter en parallèle la bobine d'inductance et le condensateur afin de réguler le courant circulant dans la bobine d'inductance en contrôlant la phase du thyristor.	Système qui consiste à installer plusieurs condensateurs et à procéder à des commutations rapides par le commutateur à thyristor.

➤ STATCOM (SVC auto-commuté ou SVG : générateur statique de puissance réactive)

La tension des lignes est régulée en injectant sur les réseaux à courant alternatif la puissance réactive avec l'onduleur auto-commuté dont le condensateur est connecté du côté du courant continu. En fonction des demandes des réseaux, la puissance réactive de sortie peut être modifiée rapidement et de manière continue sans recourir au condensateur statique ou à la bobine d'inductance shunt conventionnels.

STATCOM pour mesures de stabilité statique (450 MVA)

L'introduction d'une énergie renouvelable dans le système rend le système instable, comme la fluctuation de la tension du système, etc. De plus, étant donné que le flux de puissance du système est modifié par les centrales électriques de grande capacité nouvellement installées, le système devient instable. À cette fin, on peut s'attendre à ce qu'en utilisant STATCOM, les installations de transmission d'énergie existantes puissent être utilisées efficacement.

(Effets attendus)

L'utilisation du compensateur statique de puissance réactive laisse espérer des effets portant sur la prévention des fluctuations de tension des réseaux, la stabilité statique, la stabilité de tension des réseaux, etc.

(7) Disjoncteur à gaz (mécanisme de manœuvre à ressort)

Du fait qu'il ne nécessite pas d'organes auxiliaires tels que les commutateurs hydrauliques, le manomètre d'huile, etc., le dispositif doté d'un mécanisme de manœuvre à ressort est constitué de moins de composants que celui manœuvré par un système hydraulique, permettant ainsi de diminuer la fréquence de défaillances. De plus, comme il est possible de diminuer les éléments à contrôler périodiquement, les essais et les pièces de rechange, le volume du travail lié à l'entretien et au contrôle sera réduit. D'autre part, le dispositif à ressort permet de maintenir la haute fiabilité grâce à l'absence de fuites d'huile propres à des dispositifs fonctionnant par un système hydraulique.

(Effets attendus)

L'utilisation d'un dispositif à ressort renforcera la fiabilité, et diminuera la fréquence d'entretiens et de contrôles. Grâce à l'absence de fuites d'huile, il n'y aura pas d'impacts sur l'environnement.

(8) Appareillage de commutation à isolation gazeuse (GIS)

Il s'agit d'un appareillage de commutation qui contient des disjoncteurs, des sectionneurs, des jeux de barres, etc. dans un récipient métallique hermétique rempli du gaz SF₆, et peut être installé dans un espace plus réduit par rapport à l'appareillage à isolation par air. Sa haute fiabilité contribue à la réduction du volume du travail lié à l'entretien et au contrôle. Avec un GIS compact, la superficie d'installation peut être minimisée par rapport aux postes à air. Ces derniers temps, de nombreux constructeurs japonais transportent en une seule unité le tableau de commande local et l'unité GIS, ce qui raccourci le temps de connexion sur le site et le délai d'installation.

1) GIS japonais de haute qualité

Depuis longtemps, les constructeurs japonais essaient d'améliorer l'étanchéité des équipements à isolation gazeuse. Grâce à leur étanchéité largement supérieure à la norme CEI relative au taux de fuite de gaz, ces équipements ont non seulement des avantages en matière de réduction d'impacts sur l'environnement, mais sont également fiables à long terme. Comme nous l'avons mentionné plus haut, le mécanisme de manœuvre du disjoncteur est à ressort, et un nombre ainsi limité de composants réduit la fréquence de défaillances et le travail de contrôle, en comparaison du système de manœuvre hydraulique. D'autre part, l'absence de fuites d'huile permet de maintenir la haute fiabilité. Beaucoup de GIS proposés par les constructeurs non japonais sont conçus pour être installés dans des endroits couverts, alors que les GIS japonais peuvent être exploités aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur.

(Effets attendus)

Une meilleure fiabilité des installations grâce aux GIS japonais améliorera l'entretien et l'exploitation, diminuant ainsi le travail d'entretien. Des impacts sur l'environnement pourront également être également réduits.

2) Haute surveillance du GIS

Les principaux risques d'anomalies d'un GIS en service sont montrés au Tableau 3-2.

Tableau 3-2 Risques d'anomalies d'un GIS en service

Rubrique	Risques d'anomalies
Isolement	Défaut d'isolement dû à une détérioration de l'isolation
Alimentation	Surchauffe locale due à des anomalies d'alimentation
Joint	Fuites de gaz dues à une détérioration des joints
Coupure	Indisponibilité de longue durée suite à l'échec de coupure
Mécanisme de manœuvre de disjoncteurs	Idem
Détérioration du parafoudre	Échec de protection contre la foudre dû à une détérioration et un dommage des éléments (→défaut d'isolement)
Relais	Échec d'élimination de défauts (→indisponibilité de longue durée)
Aspect extérieur	Rouille, pollution, décoloration, bruit anormal

Le gaz SF₆ utilisé pour les appareillages de commutation ou les disjoncteurs à isolation gazeuse est un gaz à réchauffement climatique, et, du point de vue de la réduction des impacts sur l'environnement, il est préférable de réduire autant que possible à zéro son émission dans l'atmosphère. Dans le même temps, un taux bas de fuite de gaz est d'autant plus important pour le maintien de la fiabilité à long terme des équipements qu'il prévient la diminution de leur performance d'étanchéité et la formation de la rouille sur la surface des brides. Depuis longtemps, les constructeurs japonais œuvrent pour une meilleure étanchéité des équipements à isolation gazeuse, et beaucoup d'entre eux ont réalisé des taux de fuite inférieurs à 0,1 %/an comme le montre le Tableau 3-3. D'autre part, en ce qui concerne le taux de fuite des équipements pour lesquels des essais de type de performance sont exigés, la CEI envisage ces dernières années de ramener ce taux de 0,5 %/an à 0,1 %/an. Pour cette raison, l'adoption d'équipements à faible taux de fuite de gaz serait très utile pour la construction de réseaux de transport et de distribution tenant compte des impacts environnementaux.

Tableau 3-3 Taux de fuite de gaz stipulés par les normes CEI et ceux des équipements fournis par les constructeurs japonais

	Essai en usine	Essai sur site
Taux de fuite de gaz des équipements fournis par de nombreux constructeurs japonais	< 0,1 % / an	< 0,1 % / an
Norme CEI	< 0,5 % / an	< 0,5 % / an

Les détériorations de l'isolement peuvent être constatées par une surveillance des décharges partielles. Cependant, un constructeur japonais a développé un détecteur sophistiqué conforme aux dernières lignes directrices du CIGRE plus exigeantes que les seuils fixés par les normes CEI. Une surveillance en ligne par ce dispositif peut minimiser les risques d'anomalies.

Ce constructeur japonais a mis au point un détecteur sophistiqué qui surveille ces risques, et les données sont transmises, collectées et accumulées en ligne afin d'établir un système d'analyse et de diagnostic à distance. L'adoption de l'entretien basé sur l'état constaté (CBM) était confrontée à des questions techniques, mais celles-ci sont résolues grâce au développement de ce détecteur.

(Effets attendus)

Grâce à la collecte des éléments surveillés et à la télésurveillance, l'entretien basé sur l'état constaté (CBM) pourra être réalisé. (Amélioration de l'entretien et de l'exploitation)



(a) GIS 170 kV (Ghana)



(b) GIS 330 kV

Source : Établi par la mission d'étude

Figure 3-6 Cas d'application du GIS

(9) Transformateur et appareillage de commutation résistants au séisme

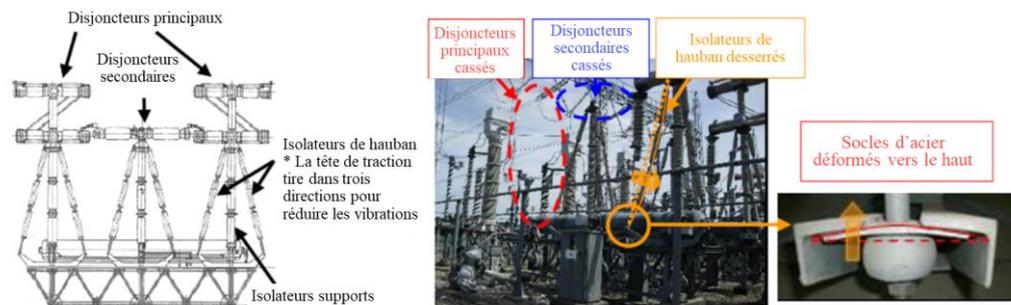
Le Japon est un pays où se produisent des séismes les plus puissants du monde, et la norme JEC (Comité électrotechnique japonais) précise le contenu des tests de vérification de la performance parasismique comme tests de référence pour les appareillages de commutation, etc. Le 11 mars 2011, un séisme de magnitude 9,0, la plus importante dans l'histoire d'observation japonaise, a frappé la région de Tohoku avec l'épicentre au large de Sanriku, mais aucune défaillance d'approvisionnement en énergie due à des dégâts subis par les équipements de transformation, n'a été constatée. Ainsi, la pertinence des directives parasismiques japonaises pour les équipements de poste a été reconnue. Cependant, des secousses sismiques supérieures aux hypothèses avancées par ces directives ont causé

des dommages sur certains équipements de transformation, qui avaient pourtant été conçus suivant celles-ci. Ainsi, les connaissances acquises dans cet événement sont analysées en vue d'une optimisation des méthodes de conception.

Quant aux pays subsahariens, des séismes s'y produisent aussi, même s'ils sont d'une moindre envergure qu'au Japon. Il est donc important d'adopter des équipements tenant compte de différentes expériences sismiques dans l'architecture des infrastructures pour les zones dotées de fonctions de capitale.

(Effets attendus)

L'utilisation des produits d'une grande performance parasismique permettra un approvisionnement en électricité stable.



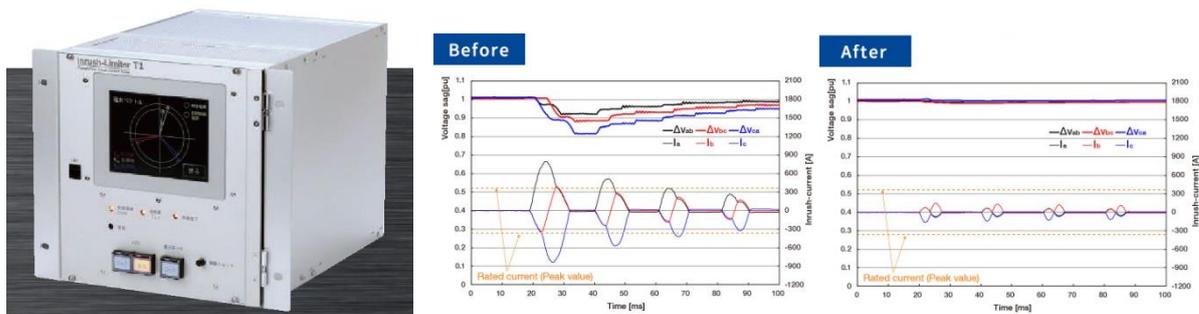
Source : Établi par la mission d'étude suivant des articles scientifiques

Figure 3-7 Exemple de dommages subis par les disjoncteurs à air comprimé 275 kV lors du Séisme de la côte Pacifique de Tohoku

(10) Limiteur de courant d'appel d'excitation du transformateur

Le courant d'appel d'excitation est un phénomène électrique transitoire d'un transformateur, qui engendre une chute de tension d'environ 15 à 30 % et un courant transitoire excessif (le courant d'appel d'excitation : en général, plusieurs fois supérieur au courant assigné du transformateur) avec des formes d'onde extrêmement inégales et pointues au moment de la mise sous tension du transformateur. Se produisant à chaque mise sous tension, ce phénomène dure 0,5 à quelques secondes, voire parfois quelques dizaines de secondes, provoquant différents problèmes sur les charges à une échelle étendue (système d'alimentation de force motrice des établissements publics, des usines et des abonnés standard, système de commande, et chez les petits abonnés).

Ce limiteur est un dispositif de contrôle qui limite les défaillances liées au phénomène d'appel d'excitation, en contrôlant le moment de la fermeture simultanée des trois phases des disjoncteurs de transformateur installés dans une centrale, des postes de réseau et de distribution, etc. Comme il n'y a pas de restrictions d'application suivant les puissances, les tensions et les modes de couplage du transformateur, il peut être intégré dans les circuits existants.



Source : Extraits des catalogues de constructeurs japonais

Figure 3-8 Limiteur portable de courant d'appel d'excitation du transformateur et ses effets

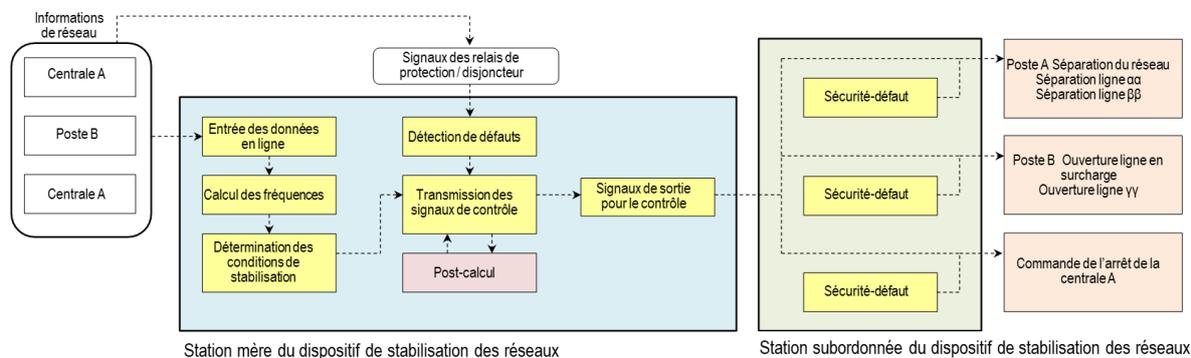
(Effets attendus)

L'adoption de ce dispositif est possible par des modifications relativement simples des installations (modifications du circuit de fermeture des transformateurs, intégration des éléments secondaires dans le transformateur de mesure). Le contrôle de la fermeture des transformateurs susmentionné prévient des chutes de tension sur les réseaux de transport et de distribution au moment de la mise sous tension des transformateurs, et des indisponibilités dues à ces chutes de tension.

(11) Dispositif de stabilisation des réseaux

Lorsque l'interconnexion de principaux réseaux et la formation de réseaux en boucle sont avancées suite à la croissance de demande et de puissance de production, la stabilité de l'approvisionnement en électricité devient un enjeu majeur.

Le dispositif de stabilisation du réseau fixe des coefficients (flux d'électricité limite sans mesures préventives, coefficient de commande électronique) pour chaque type de défaut susceptible de provoquer des indisponibilités en cascade à grande échelle, telles que l'arrêt des jeux de barres dans les postes, les défauts sur les travées transformateur ou les lignes de transport, etc. Pour tous les défauts cibles, ce dispositif effectue en permanence et toutes les quelques secondes des opérations arithmétiques sur le flux du moment, et coupe les alternateurs et les lignes de transport préalablement enregistrés afin d'assurer la stabilité des réseaux.



Source : Établi par la mission d'étude

Figure 3-9 Diagramme conceptuel du dispositif de stabilisation des réseaux

(Effets attendus)

Un contrôle rapide et approprié effectué lors de l'apparition des anomalies sur un réseau permettra le

maintien de la stabilité transitoire et la limitation des impacts des défauts survenus sur les lignes de transport. De plus, la coupure des lignes défaillantes et le contournement par d'autres circuits pourront stabiliser la qualité de l'électricité.

(12) Batteries de stockage d'électricité

Il s'agit de batteries connectées à un réseau pour but d'assurer sa stabilité à la suite d'une introduction croissante d'énergies renouvelables variables. Elles jouent principalement les rôles suivants.

Tableau 3-4 Rôles des batteries

N°	Rôles de la technique de stockage d'électricité	Effets
1	Stabilisation du réseau (fréquence, tension)	Absorption et lissage à court et long terme des fluctuations des énergies renouvelables.
2	Changement temporel de de l'offre et de la demande	Changement, à l'échelle de quelques heures, de sources d'électricité pour le réglage du décalage temporel entre la production d'énergies renouvelables et la demande.
3	Complément de la production thermique modulable	Lors de la stabilisation du réseau par une augmentation de production thermique, celui-ci est alimenté en électricité stockée comme complément jusqu'au démarrage des centrales.
4	Lissage des charges	Afin d'améliorer le facteur d'utilisation des alternateurs, les batteries stockent de l'électricité aux heures creuses, et la déchargent aux heures de pointe.
5	Alimentation électrique de secours	Alimentation en cas de creux de tension ou d'indisponibilité du réseau.

Il existe sur le marché différents types de batteries connectées aux réseaux suivant leur puissance ou usage.

Le tableau suivant montre les types et les caractéristiques des batteries fabriquées par les entreprises japonaises.

Tableau 3-5 Types de batterie

	Lithium-ion	Sodium-soufre (NAS)	Nickel-hydrogène	Redox vanadium	Plomb	
Le plus grand système japonais (en 2020)	240 000 kW 720 000 kWh	50 000 kW 300 000 kWh	300 kW 507 kWh	15 000kW 60 000kWh	5 000 kW 10 000 kWh	
Durée de vie	Calendrier	20 ans	15 ans	10 ans	20 ans	17 ans
	Cycle	8 000	4 500	3 500	100 000	4 500
Densité d'énergie	Élevée	Élevée	Moyenne	Faible	Faible	
Caractéristiques	Environ 50% de l'ensemble des batteries. Puissance de sortie élevée, possibilité de charge et d'échange rapides.	Relativement peu onéreuse, et adaptée au report des charges de pointe. Nécessité du maintien de la température à 300 °C environ.	Haute sécurité et puissance de sortie élevée. Importante auto-décharge.	Longue durée de vie et haute sécurité. La capacité (kWh) et la puissance de sortie (kW) peuvent être conçues séparément.	Densité d'énergie basse. Lourde et volumineuse, mais peu onéreuse. Haute sécurité, et de nombreuses livraisons réalisées.	
Principaux usages	Stabilisation des réseaux, report des charges de pointe.	Stabilisation des réseaux, report des charges de pointe.	VE, etc.	Stabilisation des réseaux, report des charges de pointe.	Report des charges de pointe, alimentation électrique de secours	

Source : Établi par la mission d'étude suivant les données publiées par des constructeurs japonais

(Effets attendus)

La connexion de batteries au réseau compense les fluctuations à cycle court, permet le report des charges de pointe, et améliore la qualité de l'électricité. De plus, elle contribue à une augmentation de la part des énergies renouvelables.

(13) Système centralisé de surveillance et de commande des postes (réseaux de transport et de transformation)

1) Bureau central de conduite, bureau de dispatching transport

Ce système centralise aux bureaux de conduite la surveillance et la commande des postes et des lignes de transport de chaque réseau. L'état des équipements et le flux des réseaux sont supervisés sur un grand écran pour une surveillance en temps réel et le constat de l'offre et de la demande. Il est également possible d'établir des prévisions de production d'énergies renouvelables en collectant par zone des données sur l'ensoleillement, le temps, etc.



Source : Extrait du catalogue d'un constructeur japonais

Figure 3-10 Système centralisé de surveillance

En cas de défauts, la détection des endroits où ils se produisent et la commutation vers un autre réseau permettent un rétablissement rapide. Ce système est introduit par les compagnies d'électricité japonaises, et ses fonctions diffèrent suivant les modèles installés. Nous en donnons donc un exemple au tableau suivant.

Tableau 3-6 Aperçu des fonctions du système centralisé de surveillance et de commande

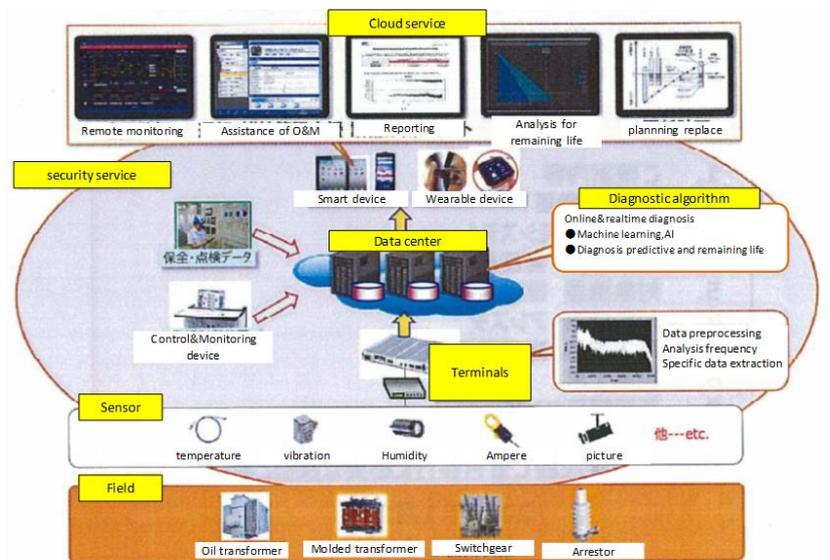
Rubrique	Fonctions	Description des fonctions
Surveillance	Surveillance d'état	Surveillance du changement d'état, affichage des défaillances, des sections d'alimentation, des parties actives et coupées, des anomalies des installations, etc.
	Surveillance des valeurs mesurées	Surveillance des flux d'électricité, des tensions, des fréquences, des surcharges, des températures et des précipitations.
	Surveillance du système	Surveillance des calculateurs et des équipements périphériques
	Surveillance du système de transmission	Surveillance des transmetteurs de données et des circuits de transmission
Contrôle	Manceuvre d'équipement	Commutation, contrôle de régulation et des valeurs des équipements de transport et de transformation
	Manceuvre automatique	Manceuvre automatique suivant les fiches de commande de manceuvre
	Prévention des erreurs de fonctionnement	Prévention des erreurs de manceuvre tenant compte des états actif/coupé, de mise à la terre, d'opération des installations
Enregistrement	Établissement des journaux, etc.	Établissement des journaux d'opération, de gestion offre/demande, etc.
Gestion du système	Commutation automatique	Commutation des parties redondantes comme le calculateur de surveillance, le transmetteur de données, le circuit de transmission, etc.
	Gestion des défaillances	Affichage des défaillances et des parties affectées concernant le calculateur de surveillance, le transmetteur de données, le circuit de transmission, etc.
Exercice de manceuvre	Élaboration des questions d'exercice	Type de structure des réseaux, élaboration et conservation des déclenchements de protection et de l'évolution des défaillances
	Mise en œuvre de l'exercice	Mise en œuvre d'un exercice proche de la réalité avec l'affichage des défaillances ou des phénomènes identiques aux indisponibilités réelles
Transmission de données	Pour le bureau central de conduite	Transmission des données météorologiques, des données de réseaux, de la prévision de production, etc.
	Pour les bureaux d'énergie et de travaux	Transmission des fiches de commande de manceuvre, des données météorologiques, des données de réseaux, etc.
	Pour les agences commerciales	Notification automatique des informations concernant les chutes de tension et les indisponibilités
Appui à l'exploitation	Manceuvre des réseaux en temps normal	Établissement automatique des fiches de commande de manceuvre, et vérification/impression
	Appui à l'exploitation	Élaboration de la prévision des charges, calcul des tensions/flux, élaboration automatique de la prévision de production hydroélectrique

(Effets attendus)

L'affichage des données de réseaux qui évoluent constamment permet un échange efficace d'informations entre les opérateurs. D'autre part, ce système améliore la qualité de l'électricité, et contribue à l'allègement du travail des opérateurs grâce à l'automatisation de la surveillance de la fiabilité des réseaux, de l'élaboration d'un protocole de rétablissement en cas de défauts, du contrôle des tensions et de la puissance réactive des réseaux, ainsi que de l'établissement des fiches de commande des manœuvres.

2) Système de surveillance à distance pour la diminution des visites (entretien) des postes

Concernant la visite quotidienne des postes, l'aspect extérieur des équipements, les valeurs indiquées telles que la pression et la température, le niveau d'huile isolante des transformateurs, etc. sont des éléments importants de contrôle pour repérer d'éventuelles anomalies fonctionnelles. D'autre part, le constat des détériorations par le temps et la vérification de la durée de vie restante tels que l'analyse de l'huile isolante des transformateurs sont également des contrôles indispensables à une opération continue des installations. Ces dernières années, une technique de surveillance d'état à distance est introduite avec les détecteurs et les caméras installés dans l'enceinte des postes, afin de réduire la fréquence de visite par le personnel d'entretien et d'améliorer la fiabilité des installations par une surveillance continue. Les données accumulées concernant les installations contribuent aussi à des diagnostics de leurs détériorations.



Source : Extrait du catalogue d'un constructeur japonais

Figure 3-11 Système de surveillance à distance d'un poste

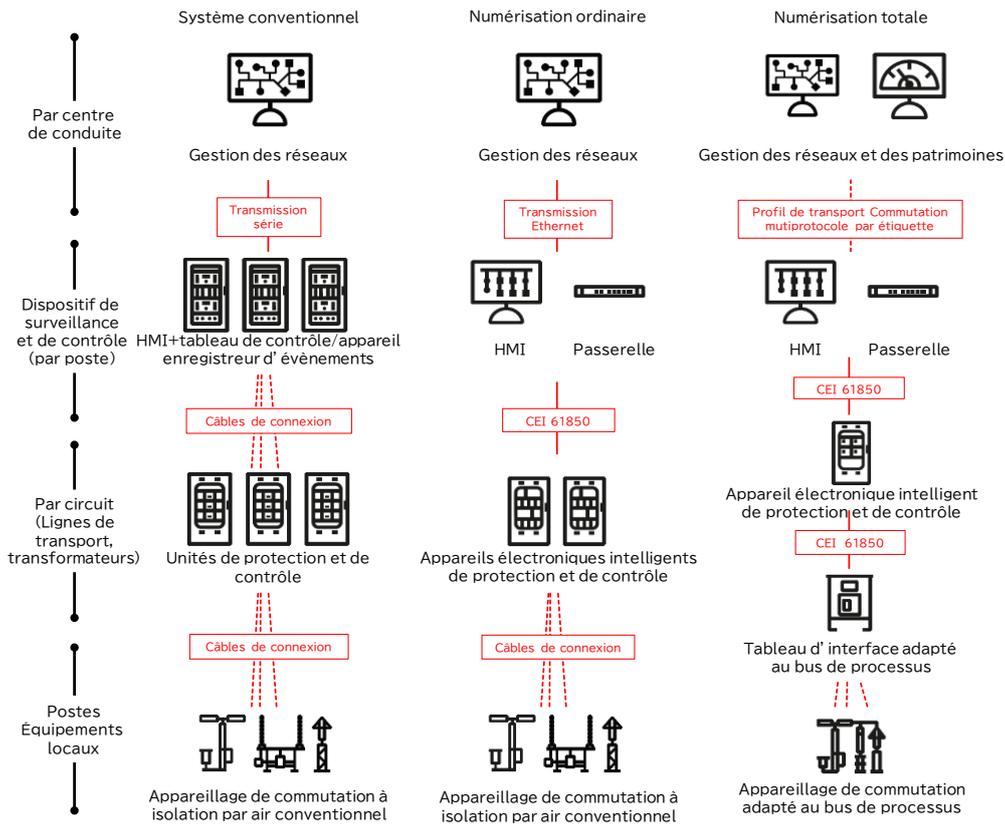
(Effets attendus)

La réalisation en temps réel de la surveillance et des inspections effectuées jusqu'ici dans le cadre des contrôles quotidiens et périodiques permettra de réduire le coût du personnel d'entretien et d'assurer de façon minutieuse l'exploitation et la maintenance. Il sera possible d'établir des diagnostics et des plans de maintenance plus efficaces, ce qui aboutira à allonger la durée de vie des installations et à réduire leur coût du cycle de vie. L'entretien préventif des installations contribuera également à une amélioration de la qualité de l'électricité.

(14) Poste numérique et système de surveillance de haut niveau

1) Par poste

La particularité du poste numérique est la transmission d'importante quantité de données sur les équipements locaux, tels que les disjoncteurs, les sectionneurs, les transformateurs de mesure, etc., qui sont connectés au bus de processus conforme à la norme CEI61850. Jusqu'ici, la connexion câblée de ces équipements nécessitait une durée considérable des travaux et une énorme quantité de matériaux. La numérisation permet donc de collecter des données avec peu de câbles de communication.

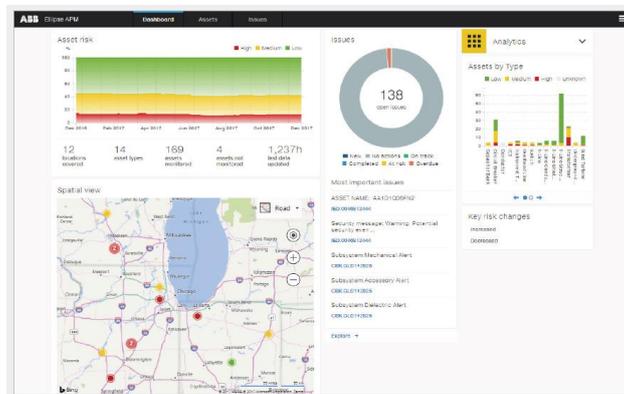


Source : Établi par la mission d'étude suivant les données fournies par un constructeur japonais

Figure 3-12 Schéma conceptuel d'un poste numérique

2) Gestion globale des installations

Grâce au poste numérique mentionné à ① ci-dessus, une gestion centralisée des données au niveau d'un centre des opérations devient possible par exemple pour les postes appartenant à une compagnie d'électricité. De plus, les données accumulées concernant les installations facilitent l'accès aux rapports antérieurs, aux images, aux manuels et aux renseignements sur leur état actuel. Ceci permet d'optimiser le coût du cycle de vie des patrimoines, et de limiter les risques d'arrêt des installations, si ces données sont associées à la technique de diagnostic prédictif qui prévient des défaillances d'équipement.



Source : Extrait du catalogue d'un constructeur japonais

Figure 3-13 Exemple de gestion des installations dans des zones éloignées

(Effets attendus)

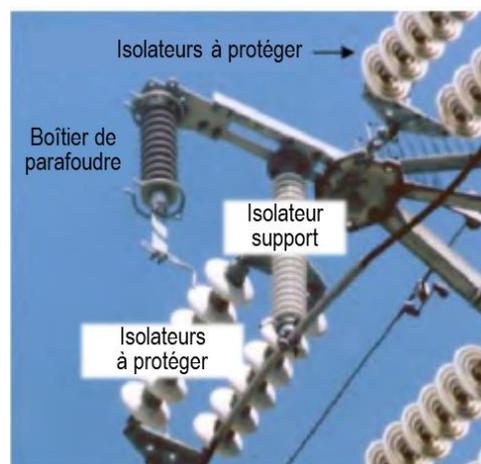
La diminution des frais de matériaux et des travaux de construction grâce à la numérisation intégrale des postes permettra non seulement de réduire les coûts, mais aussi de réaliser une exploitation précise et efficace des équipements de transformation, l'analyse des données de l'ordre de quelques millisecondes et les contrôles. D'autre part, l'utilisation d'un outil de simulation de l'offre et de la demande de vaste étendue avec les données collectées permettra d'établir des futurs prix de vente d'électricité, des prévisions de demande, etc. L'évaluation du retour d'investissement ainsi effectuée contribuera à une gestion globale des installations qui favorise des décisions de la direction de compagnies d'électricité.

4. Transmission d'énergie électrique

(1) Dispositif de protection contre la foudre pour les lignes de transport d'électricité (parafoudre)

La Figure 4-1 montre un exemple d'application d'un parafoudre. Il se compose d'un boîtier de parafoudre et d'un espace en série, et est connecté en parallèle avec les isolateurs de support de la ligne de transport. Lorsqu'une surtension se produit dans les isolateurs à la suite d'un coup de foudre sur un pylône ou une ligne de transport, l'espace connecté en série avec le boîtier du parafoudre se décharge et a pour rôle de protéger les isolateurs de support contre les surtensions. Si des cornes d'arc sont installées aux deux extrémités des isolateurs de support, elles ne se déchargent pas lorsque la foudre frappe un pylône ou une ligne de transmission, ce qui empêche le fonctionnement du disjoncteur dû à un défaut de terre instantané. Il est ainsi possible d'éviter une panne de courant instantanée. En adoptant ce dispositif, il est possible d'isoler et de protéger les isolateurs de support lorsque la foudre frappe les pylônes et les lignes de transport, et d'éviter les pannes instantanées causées par les embrasements des cornes d'arc.

Ce parafoudre pour les lignes de transport avec des espaces a été largement adopté au Japon, et ces dernières années, il a été normalisé dans les normes CEI (Commission électrotechnique internationale) à l'initiative du Japon, et son utilisation se répand également à l'étranger.



Source : élaborée par la mission d'étude sur la base de documents techniques.

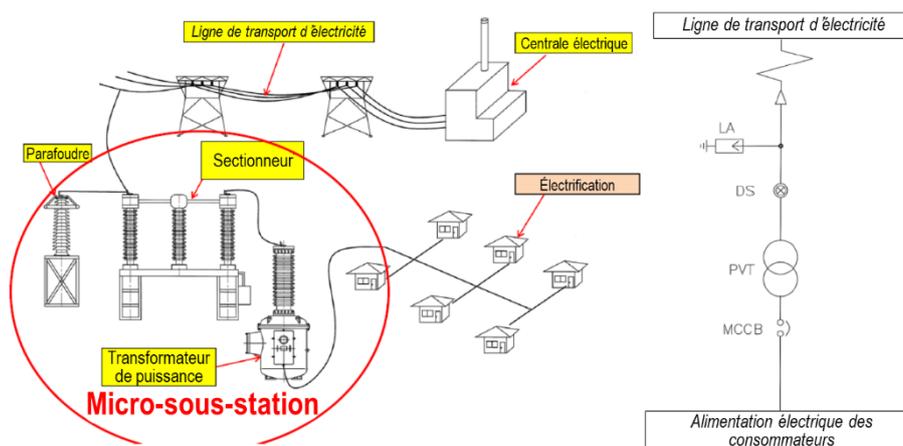
Figure 4-1 Exemple d'application du dispositif de protection contre la foudre pour les lignes de transport d'électricité

(Effets attendus)

En évitant les coupures de courant instantanées dues aux défauts de terre instantanés à la suite du coup de foudre, il est possible d'améliorer la qualité du courant et la fiabilité des installations de lignes de transport.

(2) Transformateur de mesure pour l'alimentation locale

Le transformateur de mesure, conventionnellement utilisé pour la protection et la mesure dans les centrales électriques et les postes, sert de transformateur de puissance pour l'alimentation électrique locale. Dans les zones non électrifiées qui sont éloignées du poste de distribution, un branchement est directement tiré de la ligne de transport vers la zone rurale qui est sous la ligne de transport ou la ligne de distribution, et après abaissement de tension, l'énergie est fournie à la zone par le panneau de distribution attaché.



Source : compilée par la mission d'étude sur la base des catalogues de fabricants japonais

Figure 4-2 Exemple d'application du transformateur de mesure pour l'alimentation électrique locale

(Effets attendus)

Dans le cas d'une alimentation en électricité de consommateurs/communautés à petite échelle, il existe des avantages tels qu'une vitesse de construction plus rapide et une zone d'installation réduite par rapport à la construction des postes.

(3) Câble électrique de haute qualité

Plusieurs types de lignes de transmission ont été développés pour augmenter la capacité et réduire les pertes, dont certains sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 4-1 Caractéristiques des câbles électriques de haute qualité

	Câble à faibles pertes	Câble à capacité accrue	Câble à faible pression de vent
Image			
Avenir du produit	Il s'agit d'un câble aluminium-acier (ACSR), composé d'un fil d'acier galvanisé à ultra-haute résistance (UGS) comme âme qui est entourée de fils d'aluminium moulés. Il peut réduire les pertes de transmission d'énergie de plus de 20 % et contribuer à la réduction des coûts de production d'énergie.	Il s'agit d'un câble aluminium-acier (ACSR), composé d'un fil TACSR spécial et d'un fil en alliage type invar. La capacité de transmission peut être doublée ou plus sans modifier la conception des installations existantes.	Il s'agit d'un câble aluminium-acier (ACSR) dont la section est polygonale, qui peut réduire la pression du vent de 20 % ou plus à des vitesses de vent de 40 m/s ou plus. La pression du vent étant supprimée, la charge sur le pylône est réduite. En outre, l'emprise peut être réduite en diminuant le mouvement oscillatoire causé par le vent.
Exécution réalisée	Tohoku Electric Power Co., Inc., plus de 3 000km	Principalement pour le réseau électrique national (Japon) et la Chine, plus de 2 500km	Réseau électrique national (Japon), Australie, Bangladesh, Sri Lanka, plus de 1 000km
Supériorité à l'étranger	L'utilisation de fil d'acier à ultra-haute résistance (UGS) pour les éléments étrangers, qui n'a pas été employé par les entreprises étrangères, augmente le facteur de remplissage en aluminium, ce qui permet de réduire les effets de perte.	La production de fils TACSR spéciaux (XTAL) requiert une technologie et une expérience particulières. Les produits des entreprises étrangères sont moins fiables.	L'effet de réduction de la pression du vent est meilleur que celui des produits fabriqués par des sociétés étrangères. En particulier, l'effet ne diminue pas, même par temps de pluie. En raison de sa structure spéciale, il semble difficile de le fabriquer avec la technologie des entreprises étrangères.
Prix approximatif	1 500 yen/m pour l'équivalent de 400sq	3000 yen/m pour l'équivalent de 400sq	1500 yen/m pour l'équivalent de 400sq

Source : compilé par la mission d'étude sur la base des informations publiquement disponibles auprès des fabricants.

Basé sur les résultats de l'étude ci-dessus, l'équipe d'étude de la JICA considère l'utilisation de conducteur électrique de haute qualité au projet de développement.

【Résumé de l'utilisation de conducteur électrique de haute qualité avancé au projet】

Conducteur à faible perte vs conducteur à haute capacité : ACSR

Les conducteurs en aluminium renforcé d'acier (ACSR) sont communément utilisés pour les lignes de transport d'électricité, mais les conducteurs électriques de haute qualité sont également adoptés en organisant les matériels et les structures. L'équipe d'étude a considéré le "Conducteur à faible perte", qui est souvent utilisé dans les projets avec la JICA, et le "Conducteur Aluminium renforcé de fibre", qui est un type de conducteur électrique de haute qualité proposé par un fabricant japonais dans l'étude. L'ACSR a une structure dans laquelle un câble acier galvanisé est utilisé comme un matériel du noyau, et un câble en aluminium dur comme un conducteur est torsadé autour du noyau. L'ACSR est largement utilisé pour les lignes de transport d'électricité. Plusieurs conducteurs de haute qualité ont été développés en organisant le matériel et la structure du noyau et du conducteur.

A. Conducteur à faible perte

Avec les technologies suivantes ① et ③, la section transversale d'aluminium conducteur est augmentée et la résistance électrique (Ω/km) est réduite tout en gardant le même diamètre externe que le ACSR.

- ① Le câble à faible perte utilise un acier ayant une grande solidité que le ACSR comme matériel du noyau. En rétrécissant le diamètre du noyau, une surface plus large est obtenue pour le conducteur en aluminium autour du noyau.
- ② Les conducteurs en aluminium pour le ACSR sont faits en enroulant de manière circulaire les câbles en aluminium dur, mais afin de minimiser l'espace vide entre les câbles à cause de l'enroulage circulaire, des conducteurs aluminium trapézoïdal sont utilisés.

Comparé au ACSR avec les mêmes dimensions externes,

- Courant admissible : égal ou légèrement supérieur : avec la même condition de température (90°C)
- Résistance électrique : légèrement inférieur (environ 80% de l'ACSR) ⇒ Faible perte
- Poids : Pareil
- Tension : Pareil
- Chute : légèrement inférieur (avec le même courant de fonctionnement)

B. Conducteur en aluminium renforcé de fibre carbone (ACFR)

Avec les technologies suivantes ① à ③, l'ACFR atteint environ deux fois le courant admissible avec le même diamètre externe que le ACSR, donc il est possible de garder ou de réduire la chute en réduisant le poids.

- ① En utilisant la fibre de carbone composite (fibre de carbone) au lieu de fil en acier pour le matériel du noyau, le poids est réduit à 1/5 (poids plus léger), la puissance est 1.3 fois plus (plus puissant) et la dilatation thermique est environ 1/10 (dilatation linéaire plus faible). Il a aussi une excellente résistance à la corrosion contre l'acide, l'eau et les rayons ultraviolets.
- ② Pour utiliser l'alliage en aluminium à haute résistance (TAL, température de fonctionnement 150°C) ⇒ courant admissible augmenté
- ③ Pour utiliser le conducteur aluminium trapézoïdal ⇒ pareil que le conducteur à faible perte

Comparé au ACSR avec les mêmes dimensions externes,

- Courant admissible : environ 2 fois (ACSR:90°C ACFR:150°C) ⇒ Capacité plus élevée
- Résistance électrique : légèrement inférieur (environ 70-80%) ⇒ Faible perte
- Poids : Léger (environ 70%)
- Tension : inférieur
- Chute : inférieur (la tension maximum peut être réduite avec la même chute que le ACSR)

Quand le ACFR est sélectionné avec le même courant admissible et la même chute que le ACSR (160mm²)

- ACFR sélectionné : 90mm²
- Courant admissible 400A (ACSR 90°C, ACFR 150°C)
- Résistance électrique : ACSR 160mm² < ACFR 90mm²
*la perte augmente quand la sélection est basée sur le courant admissible.
- Poids : Léger (35%)
- Chute : Inférieur (la tension maximum peut être réduite à 70%)

C. Etude de cas pour l'application de conducteur électrique de haute qualité

Avec le résultat de l'étude ci-dessus, l'utilisation de "Conducteur à faible perte" et "ACFR a été

considérée.

a) Conducteur à faible perte

- Remplacer à partir de ligne de transport ACSR existante.

Dans le cas où on remplace le conducteur en utilisant le pylône existant, on ne peut pas s'attendre à l'augmentation de capacité sans le renforcement du pylône. On peut l'utiliser pour le renouvellement du conducteur de la ligne de transport, mais sans augmentation de charge. (e.x: ligne de transport électrique qui est connectée à la centrale électrique, approvisionnement en électricité aux zones ayant des demandes certaines). En gardant le facteur de charge de la ligne de transport élevé, la différence de prix créé entre l'utilisation de ACSR et le conducteur à faible perte sera rapidement récupérée.

- Pour une nouvelle ligne de transport construite

En l'utilisant pour les lignes de transport ayant un facteur de charge relativement élevé, il est possible de récupérer rapidement la différence de prix à partir de ACSR en profitant de l'avantage de la faible perte. Pour le cas de renouvellement, ce sera efficace de l'utiliser pour les lignes de transport d'électricité et les lignes de transport pour les zones ayant des demandes certaines en profitant de ses caractéristiques à faible perte.

b) Conducteur en aluminium renforcé de fibre carbone

- Remplacer à partir de ligne de transport ACSR existante

Dans le cas où on remplace le conducteur en utilisant le pylône existant, la capacité de transmission peut être augmentée sans renforcement du pylône. C'est efficace quand il est difficile de sécuriser des terrains pour les nouvelles lignes de transport même si la charge sur la zone de demande augmente. Par contre la perte augmentera plus que le cas où on double le nombre de circuits en renforçant les lignes de transport ou en remplaçant les pylônes en acier (ACSR simple au double)

- Pour une nouvelle ligne de transport construite

Le ACFR est plus léger et a moins de dilatation thermique que le ACSR. Par conséquent, la chute et la tension peuvent être conçus pour être petit, ce qui rend la possibilité de réduire la puissance du pylône, d'allonger la durée de vie et de réduire la taille du pylône comparé au cas où ACSR est utilisé. Les coûts par rapport aux pylones en acier et leurs fondations peuvent être réduits, le coût de construction de ligne de transport peut être réduit. Le conducteur ACSR est moins cher (environ 1/3) que le ACFR, mais le coût total de la construction de ligne de transport peut être réduit.

Par contre, si le conducteur ACFR est utilisé au moment de la nouvelle installation, il sera impossible d'augmenter la capacité sans renforcer le pylône.

c) Résumé de l'utilisation de conducteur électrique de haute qualité dans le projet

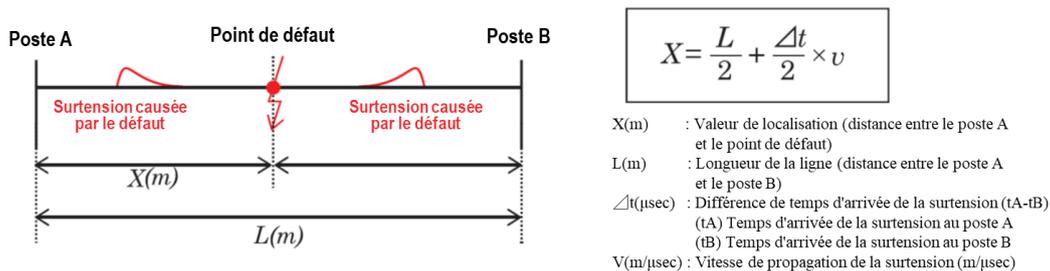
Basé sur le résultat de l'étude ci-dessus, dans les pays où une croissance de la demande est attendue à l'avenir, comme dans les pays en voie de développement,

- Quand on construit la ligne de transport qui est connectée à la centrale électrique, on utilise un conducteur à faible perte ou ACSR.
- Pour fournir les lignes de transport pour les zones de demande, le ACSR ou câble à faible perte devrait être utilisé à la base. Après plusieurs années, quand la demande augmente, il est possible d'augmenter la capacité du transport d'électricité en améliorant en conducteur ACSR. (Il est possible d'augmenter la capacité à moindre prix en remplaçant avec ACSR au lieu de construire une nouvelle ligne de transport.)
- Cela pourrait être avantageux en termes de coût de construction de faire des lignes de transport avec des pylones ayant une longue durée de vie sur les routes telle que les zones montagneuses et détroits. (Dans le cas de l'utilisation de ACSR)
- Dans le cas de passage dans les atmosphères corrosives (près des côtes, zones industrielles, zones de source chaude, etc.), il est jugé plus avantageux en termes de maintenance et de durée de vie. (Dans le cas de l'utilisation de ACSR)

L'équipe de l'étude estime qu'il est préférable de prendre en considération la politique de sélection sus-mentionnée.

(4) Dispositif de détection des accidents sur la ligne de transmission

Dans le cadre des services de maintenance des installations de lignes de transport, lorsque le point d'accident ne peut être identifié, qu'il s'agisse d'un fil ou d'un isolateur, il faut beaucoup de travail et de temps pour le déterminer. Le « dispositif de localisation des points d'accident sur la ligne de transmission » reçoit les données sur le courant excessif et la surtension causés par l'accident à l'aide de capteurs de courant/tension (détection par tension induite), et détermine le point de défaillance en combinant ces informations avec celles du GPS.



Source : compilée par la mission d'étude sur la base des catalogues de fabricants japonais

Figure 4-3 Un exemple de détection d'accident de ligne électrique

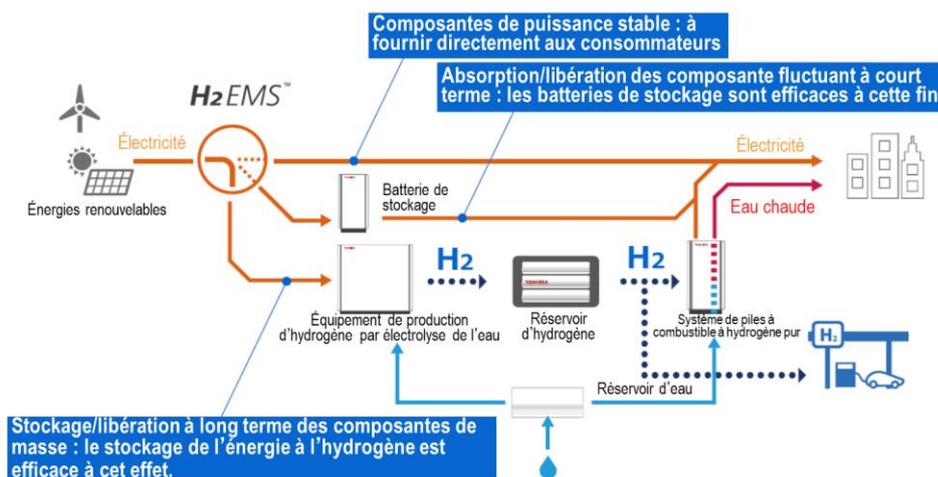
(Effets attendus)

La localisation très précise des défauts élimine la nécessité d'une vérification manuelle sur place, ce qui permet d'y remédier rapidement. Il en résulte une amélioration de la qualité de l'électricité et, en particulier, une réduction des temps de coupure.

5. Système de stockage d'hydrogène : système indépendant d'approvisionnement en énergie à base d'hydrogène

Il s'agit d'un système hybride qui peut fournir de l'électricité et de l'eau chaude en produisant et en stockant de l'hydrogène vert issu de l'utilisation efficace du surplus d'électricité provenant de sources d'énergie renouvelables. Les fonctions de base sont les suivantes :

- ✓ Stocker le surplus d'électricité provenant de sources d'énergie renouvelables dans des batteries de stockage et l'utiliser pour absorber les fluctuations à court terme ;
- ✓ Produire de l'hydrogène par électrolyse de l'eau en utilisant le surplus d'électricité provenant de sources d'énergie renouvelables ;
- ✓ Stocker l'hydrogène produit dans un réservoir en alliage absorbant l'hydrogène ;
- ✓ L'hydrogène stocké est utilisé dans un système de piles à combustible à hydrogène pur pour fournir de l'électricité. (De l'eau chaude d'environ 40°C peut également être délivrée de l'unité de piles à combustible).



Source : catalogues de fabricants japonais

Figure 5-1 Système hybride de stockage d'énergie à l'hydrogène et de batterie de stockage

(Effets attendus)

Le système utilise le surplus d'électricité provenant de sources d'énergie renouvelables pour produire de l'hydrogène, ce qui entraînera une augmentation de la quantité d'énergie renouvelable introduite. Le système contribue également à l'amélioration de la qualité de l'électricité en compensant la production d'énergie renouvelable grâce aux batteries de stockage intégrées dans l'unité et en décalant la puissance sur une longue période grâce aux piles à combustible à hydrogène pur. Il est également efficace pour répondre aux catastrophes et renforcer la résilience.

6. Exploitation and maintenance (O&M)

(1) Dispositif de localisation des défauts à la terre pour les lignes de distribution

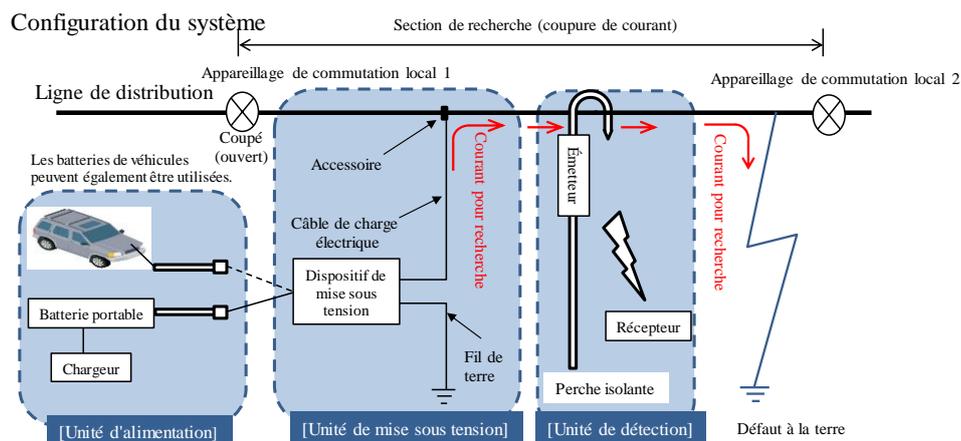
Il s'agit d'un appareil portable permettant de rechercher et d'identifier le point où se produit un défaut de terre sur une ligne de distribution haute tension. Des appareils typiques sont présentés ci-dessous.

1) Appareil portable de recherche des défauts

Il s'agit d'un appareil de recherche pour repérer le point où se produit un défaut de terre sur une ligne de distribution. Cet appareil, composé d'un dispositif de mise sous tension et d'un détecteur, consiste à identifier le point de défaillance sur une ligne en la remettant sous tension après une coupure de courant. Plus précisément, après la mise hors tension dans la section correspondante de la ligne, une tension continue est appliquée à la ligne de distribution par le dispositif de mise sous tension, et les signaux émis par l'émetteur du détecteur sont reçus par le récepteur. L'émetteur est doté d'une fonction de détection du sens du courant, ce qui permet une détection plus fiable.

(Effets attendus)

La détection précoce des défauts à la terre est possible, et la durée des pannes de courant peut être réduite.



Source : élaborée par la mission d'étude sur la base d'entretiens avec des fabricants.

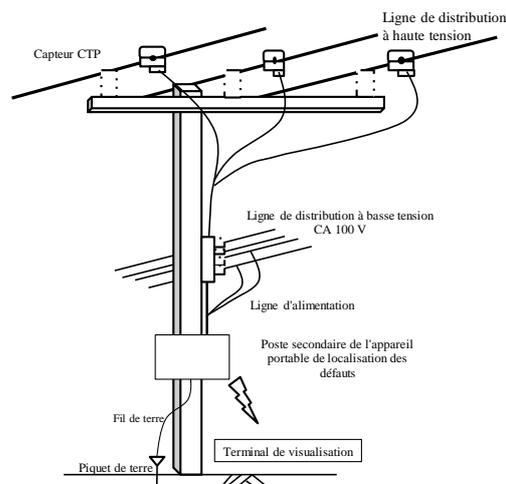
Figure 6-1 Système de l'appareil portable de recherche de défauts

2) Appareil portable de localisation des défauts

Cet appareil a été mis au point pour les lignes de distribution sans mise à la terre afin de détecter les défauts intermittents à la terre dont l'emplacement ne peut être confirmé visuellement. Les signaux (formes d'onde de surtension) provenant des capteurs CTP sont détectés par des postes secondaires installés à au moins deux endroits pour déterminer la tension et la phase du courant, et le point du défaut est localisé à partir du temps d'arrivée de chaque forme d'onde de surtension.

(Effets attendus)

La détection précoce des défauts à la terre, tels que les défauts mineurs intermittents à la terre, est possible sous tension, ce qui contribue à réduire les coupures de courant.



Source : élaborée par la mission d'étude sur la base d'entretiens avec des fabricants.

Figure 6-2 Appareil portable de localisation des défauts

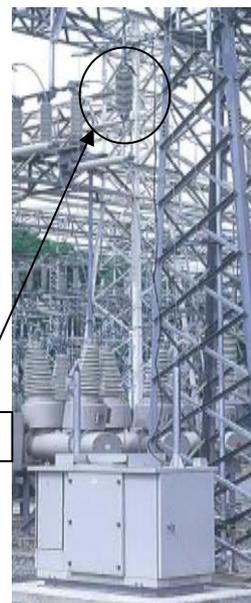
3) Système électronique de mesure des salissures des isolateurs

Ce système est doté d'un isolateur de détection, qui est de même matériau et de même forme que l'isolateur réel, et placé dans les mêmes conditions que sur le terrain. En humidifiant celui-ci à la vapeur, le système peut automatiquement mesurer le degré de salissure à partir de la résistance électrique entre les électrodes situées à sa surface. Il est possible d'effectuer la mesure sans laver les salissures qui se sont déposées sur les isolateurs de détection, dans le même état que les isolateurs réels, contribuant à déterminer quand il faut nettoyer les isolateurs.

(Effets attendus)

Le moment du nettoyage des isolateurs peut être déterminé, ce qui permet une maintenance plus efficace.

Isolateur de détection



(2) Simulateur de formation

Les opérateurs doivent être expérimentés pour la fourniture stable d'énergie électrique, mais pour qu'ils puissent maîtriser l'exploitation d'un système, une formation constante sur une certaine période de temps est indispensable. Cependant, étant donné que le système réel ne peut être utilisé pour la formation, il est souhaitable que l'enseignement et la formation soient réalisés à l'aide d'un simulateur de formation, qui est conçu pour apprendre l'exploitation d'un système électrique et doté des mêmes fonctions que le système réel, dans la mesure du possible.

Le simulateur de formation permet d'approfondir la compréhension des techniques de base de l'exploitation et, en même temps, d'acquérir des techniques pratiques en faisant l'expérience répétée

de divers phénomènes dans des conditions normales et d'accident, comme si vous en faisiez l'expérience dans un système réel. En outre, lorsqu'un accident à grande échelle se produit, les opérateurs sont placés dans un environnement qui accentue la tension psychologique et où les erreurs humaines sont facilement induites. On peut donc s'attendre à ce que l'expérience répétée de cette tension psychologique ait pour effet de prévenir l'erreur humaine. Voici un aperçu des trois types de simulateurs :

1) **Simulateur de formation à l'exploitation**

Les centrales, postes, lignes de transmission, charges et autres composants du système électrique sont simulés à l'aide de modèles miniatures d'équipements électriques, ce qui permet d'analyser en temps réel les défaillances du système et l'impact sur le système lors de l'interconnexion avec les énergies renouvelables ainsi que d'étudier les contre-mesures. Le Tableau 6-1 présente plusieurs modèles dans le simulateur.

Tableau 6-1 Modèles dans le simulateur

Équipement électrique	Modèle
Centrale	Modèle de centrale thermique (machine synchrone) Modèle de centrale éolienne (machine à induction, machine synchrone) Modèle de centrale solaire Modèle de batterie de stockage sur le réseau
Ligne de transport	Modèle de ligne de transmission
Poste	Modèle de transformateur
Charge	Modèle de charge générale Modèle collectif de système solaire résidentiel Modèle des caractéristiques de puissance réactive de sortie de l'équipement de modification de phase, etc.

Le simulateur, ayant recours à un DEI (dispositif électronique intelligent) conforme aux normes CEI, qui peut être facilement intégré dans les postes des réseaux électriques, permet d'imiter un système de commande de réseau électrique basé sur des informations mesurées en ligne. En outre, le serveur de simulation de la commande du réseau intelligent peut être utilisé pour simuler un EMS (système de gestion de l'énergie) qui surveille et commande automatiquement le flux de puissance de l'ensemble du réseau, ce qui permet d'effectuer une analyse de stabilisation du réseau.

(Effets attendus)

Les stagiaires peuvent approfondir leur compréhension de la configuration des systèmes électriques et se familiariser avec les types de défaillances du réseau et leur analyse. Ils peuvent également acquérir des connaissances sur l'EMS dans les réseaux intelligents.

2) **Simulateur de formation à l'exploitation du système**

Il s'agit d'un matériel de formation pour les opérateurs d'exploitation du système. Les principales fonctions sont le simulateur de formation à l'exploitation des postes et le simulateur de formation au fonctionnement des relais de protection.

- ✓ Simulateur de formation à l'exploitation des postes

Le simulateur de formation à l'exploitation des postes dispose des fonctions suivantes, qui

permettent un exercice complet sans qu'il soit nécessaire que des experts en exploitation de réseau et en relais de protection créent des scénarios de formation complexes :

- a. Fonctions de simulation du système (calcul de la tension et du flux de puissance, calcul de la fréquence, calcul des défauts, simulation de la réponse des relais de protection, simulation du courant de démarrage, simulation des oscillations de puissance).
 - b. Fonctions de surveillance et de manœuvre (surveillance de l'état des postes/ centrales électriques, et manœuvre des équipements)
 - c. Fonctions de gestion de la formation (gestion de l'exécution des scénarios de formation et évaluation après la mise en œuvre de la formation)
 - d. Fonction de paramétrage du modèle de système
- ✓ Simulateur de formation au fonctionnement des relais de protection

Il est possible d'appliquer les relais de protection à divers types d'accidents de système et d'évaluer la validité de leurs paramétrages et de leurs réponses :

- a. Les constantes du simulateur peuvent être paramétrées en fonction du système réel ;
- b. Diverses configurations sont possibles, notamment des défauts de mise à la terre, des courts-circuits, des accidents multiples et des accidents évolutifs ;
- c. Retour en temps réel de la réponse du relais réel à la simulation ;
- d. Une évaluation dynamique de la réponse des relais aux accidents du système est possible.

(Effets attendus)

Il est possible de dispenser une formation pratique sur l'exploitation des postes et d'approfondir les connaissances en matière de surveillance/commande en temps normal, mais aussi de réaction aux accidents. En outre, les connaissances de base sur les relais de protection peuvent être acquises.

3) Simulateur de formation à la sécurité

Le simulateur de formation à la sécurité est un simulateur axé sur la sécurité qui utilise la réalité virtuelle (RV) pour fournir une expérience des « sueurs froides » d'une blessure personnelle grave qui pourrait se produire dans le monde réel. Il s'agit d'un programme de formation très efficace qui permet aux participants d'apprendre en faisant réellement l'expérience des choses dans la RV, et d'établir des règles pour un travail sûr par rapport à la formation passive conventionnelle utilisant des vidéos et des présentations.

Il existe des kits d'expérience RV tels que l'expérience des décharges électriques et les équipements de formation avant le travail en hauteur. Il est également possible de fournir des remorques pour la formation à la sécurité qui intègrent ces kits. L'entreprise a déjà invité des dizaines de personnes du secteur de l'électricité de Singapour à un événement organisé par l'ASEAN pour leur présenter ces kits. Elle est capable de prendre en charge la mise en œuvre de la formation et la fourniture de produits de formation.

(Effets attendus)

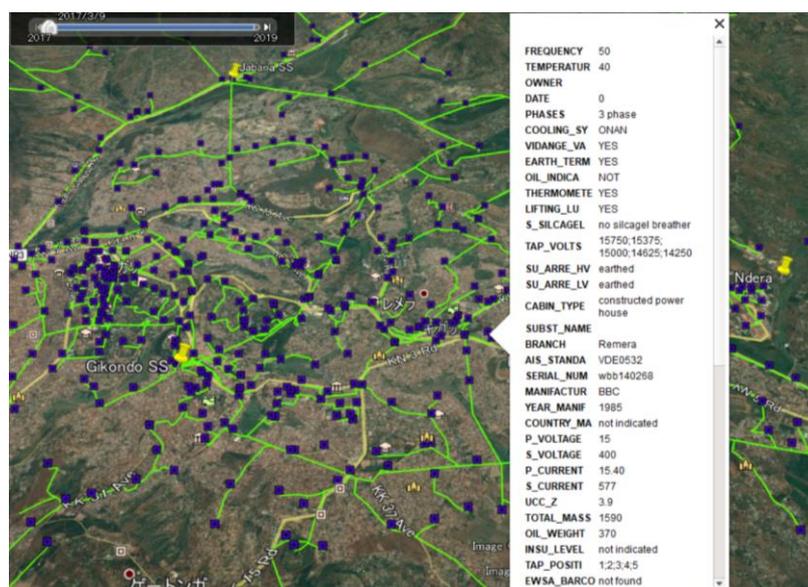
Comme les participants peuvent apprendre à l'aide de la réalité virtuelle, un dispositif qui n'a jamais été utilisé auparavant, on peut s'attendre à une profonde compréhension de l'importance

de la sécurité et à une application rigoureuse des règles de sécurité au travail.

(3) Système de gestion des installations à l'aide de données SIG

Il s'agit d'un système permettant de gérer les installations des lignes de transport et de distribution grâce aux données du système d'information géographique (SIG). En particulier pour les lignes de distribution, la gestion des informations sur les installations est indispensable car elles évoluent chaque jour en raison des nouvelles demandes de raccordement et des changements dans la demande de la zone. Une maintenance appropriée est également nécessaire pour une remise en état rapide des installations en cas d'accident. En gérant les installations électriques sur une carte, il est possible d'améliorer l'efficacité des opérations de modification et de maintenance du réseau électrique. Voici un exemple de gestion des installations :

- ✓ Poteaux ⇒ emplacement, spécifications, moment de l'érection, informations sur les équipements tels que les matériaux des poteaux ;
- ✓ Câbles électriques ⇒ spécifications des lignes (pour chaque intervalle entre poteaux), moment de l'installation ;
- ✓ Transformateur sur poteau ⇒ spécifications, moment de l'installation ;
- ✓ Appareillage de commutation ⇒ spécifications, moment de l'installation.



Source : système SIG livré au Rwanda par la JICA

Figure 6-3 Exemple de système SIG (gestion des équipements de distribution d'électricité)

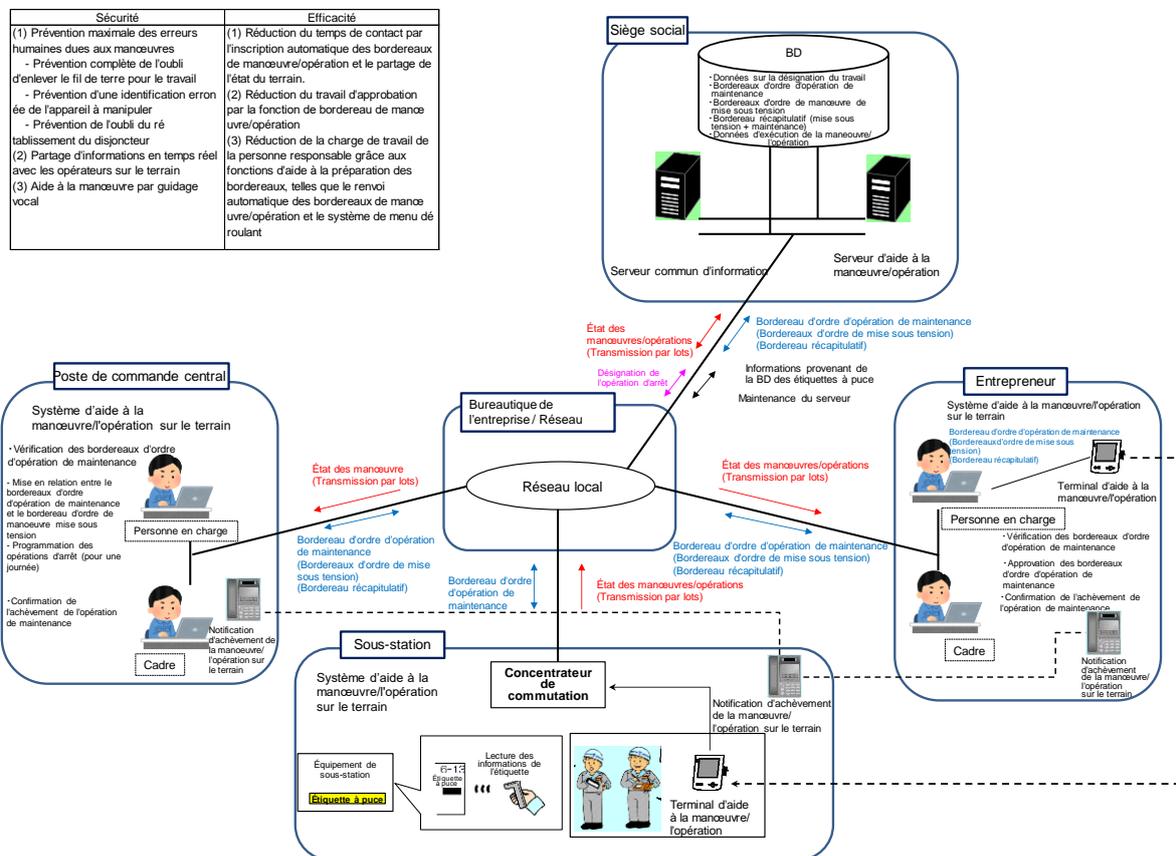
(Effets attendus)

En gérant les informations sur les équipements sur une carte, il est possible de gérer les informations topographiques et les spécifications détaillées des équipements, ce qui permet d'améliorer l'efficacité de la maintenance et de construire une base de données complète des équipements du système.

(4) Système d'aide à la manœuvre sur le terrain par étiquettes à puce

Pour les manœuvres sur le réseau (arrêt/rétablissement des installations pour cause de maintenance,

etc.), il est essentiel d'entretenir une communication étroite entre le poste de commande central qui gère l'ensemble du système, les opérateurs de centrales/postes et les services de la distribution pour partager des informations sur l'état des installations. Normalement, dans les compagnies d'électricité nationales, la communication se fait sur la base d'un bordereau d'ordre de manœuvre /opération à la fin de chaque manœuvre/opération, afin d'éviter les dommages aux installations et les accidents par décharge électrique dus à des manipulations erronées. Toutefois, la « réduction à zéro » reste un enjeu, car les accidents causés par des erreurs humaines existent toujours. Ce système d'aide à la manœuvre sur le terrain contribue à la communication sûre de l'état de la manipulation et à la réduction du temps de contact, en relevant l'étiquette à puce attachée à l'appareil à chaque fois qu'il est manipulé afin d'éviter une mauvaise identification de l'appareil, et en collectant en temps réel sur le serveur de données les informations sur la manœuvre faite, qui sont émises par la lecture de l'étiquette à puce. Kyushu Electric Power Co., Inc. a introduit le système dans toutes les postes de sa zone de service en 2012, et n'a enregistré à ce jour aucun accident dû à une erreur humaine.



Source : compilée par la mission d'étude sur la base de matériaux provenant de fabricants japonais

Figure 6-4 Vue d'ensemble du système d'aide à la manœuvre sur le terrain

(Effets attendus)

Prévention des ruptures d'approvisionnement dues à des erreurs humaines lors de la manœuvre sur le réseau, et économie de main-d'œuvre.

(5) Système de localisation du personnel de terrain chargé de la distribution d'électricité

Il s'agit d'un système d'application mis au point pour les téléphones portables à fonction GPS portés

par le personnel de distribution, dans le but d'affecter rapidement le personnel pour diverses interventions sur site (travaux, accidents, consommateurs) dans le réseau de distribution. Le système permet d'affecter rapidement le personnel en confirmant l'emplacement des travaux/accidents sur le réseau de distribution, en déterminant qui est responsable, où il se trouve, ce qu'il fait, qui est disponible pour intervenir et qui se déplace actuellement. Il est également possible d'obtenir dans le serveur les informations nécessaires aux différentes opérations de distribution dans le but d'assurer une mise en œuvre rapide des travaux.

(Effets attendus)

L'affectation régulière et ordonnée du personnel de maintenance aux travaux de réseau et aux interventions en cas d'accident permettra de réduire la durée de la coupure.

(6) Surveillance et diagnostic des installations à l'aide de la technologie des drones

La technologie de photographie aérienne par drones est utilisée dans divers domaines. Les drones les plus récents peuvent être équipés de caméras vidéo visibles, de caméras vidéo infrarouges et de caméras de photographie laser (acquisition de données de nuage de points), et sont utilisés pour les applications énumérées dans le tableau ci-dessous. Dans le secteur de l'énergie électrique, les drones sont utilisés pour inspecter des installations qui étaient auparavant impossibles à inspecter sans l'utilisation d'hélicoptères ou d'échafaudages, ce qui permet de réaliser des inspections plus rapides et des économies de main-d'œuvre.

Tableau 6-2 Exemples d'application des drones

Domaine	Usage
Topographie	Levé topographique, création de cartes 3D, création d'ortho-images, création de vues longitudinales/transversales, mesure du sol par acquisition d'informations image/vidéo et prise de vue laser 3D
Inspection des installations	Inspection visuelle (lignes de transport d'électricité, lignes de distribution d'électricité, équipements de centrales thermiques à vapeur (chaudières, réservoirs, tuyaux, etc.), barrages, ponts, pales de centrales éoliennes, infrastructures de communication, etc.) (inspection de câbles sous-marins à l'aide d'un drone sous-marin) Inspection à l'aide d'images infrarouges (panneaux solaires, lignes de transport d'électricité, lignes de distribution d'électricité)
Surveillance et sécurité	Surveillance des chantiers de construction (suivi de l'avancement des travaux), des personnes suspectes qui se sont introduites dans les locaux, reconnaissance et surveillance des installations d'accès difficile, surveillance du trafic routier, surveillance des plages.
Mesures de prévention des catastrophes	[Avant catastrophe] Patrouille des zones où des glissements de terrain et d'autres catastrophes sont attendus [Post-catastrophe] Évaluer la situation de la catastrophe, mener des activités de recherche, transporter des fournitures, etc. Acquisition de données pour la création de cartes 3D des sites d'urgence
Environnement et conservation de la nature	Surveillance des écosystèmes de la faune et de la flore, surveillance de l'environnement (détection précoce des marées rouges et acquisition de données pour la prévision, détection précoce des « algues bleues » et acquisition de données pour la prévision)
Agriculture	Semer des graines, pulvériser des pesticides et analyser les informations sur la croissance, le moment de la récolte et le rendement à l'aide de données d'image.
Transport	Transport de marchandises et de livraisons, livraison de produits de base quotidiens aux personnes qui vivent dans des zones éloignées et ont des difficultés à faire leurs courses

Source : mission d'étude

Il y a deux façons d'utiliser les drones : l'une consiste à poser un diagnostic en utilisant uniquement

les images visuelles qui ont été prises, et l'autre consiste à poser un diagnostic par la reconnaissance d'image des données de prise de vue et l'analyse des données de reconnaissance. Dans le premier cas, il s'agit d'une inspection visuelle dans un endroit où il n'y a pas de moyen d'accès dans des conditions normales et où un échafaudage et d'autres préparatifs sont nécessaires. La recherche de fuites de vapeur dans une chaudière et l'inspection des pales d'une éolienne en sont des exemples. Dans ce dernier cas, le diagnostic par la reconnaissance d'image et l'analyse des données de reconnaissance sont efficaces lorsque l'équipement est non seulement installé dans un endroit élevé, mais qu'il comporte également un large éventail de points d'inspection et qu'un grand nombre d'heures de travail sont nécessaires. Dans les deux cas, la facilité de maintenance et d'exploitation peut être améliorée en économisant le temps et les dépenses nécessaires à la préparation de l'inspection et le temps de traitement des données après l'inspection. Voici des exemples spécifiques d'utilisation dans les inspections d'installations :

- Diagnostic de la corrosion/détérioration des fils et des connexions des lignes de transport d'électricité à l'aide de la reconnaissance d'images et de la technologie de l'IA ;
- Diagnostic des cellules anormales par l'analyse des images infrarouges des panneaux solaires ;
- Identification des tubes présentant des fuites de vapeur dans les chaudières des centrales thermiques (sans préparation d'échafaudage) ;
- Inspection de la paroi des cheminées des centrales thermiques (sans échafaudage).

En outre, en créant une RV panoramique à 360 degrés à partir d'images prises par un drone, de l'intérieur d'un bâtiment, d'une centrale électrique ou d'un poste, et en plaçant des images, des vidéos et des textes explicatifs, le système a été mis en pratique comme outil de présentation des bâtiments, outil de gestion de terrain pour les centrales/postes, et outil d'éducation.

Les drones sont soumis à de nombreuses lois et réglementations, notamment la loi sur l'aéronautique civile, pour un usage domestique. En outre, les drones sont soumis à des réglementations en matière d'exportation, et dans certains cas, une demande de licence d'exportation est nécessaire pour l'exportation. Lors d'une exportation depuis le Japon, il est nécessaire de clarifier le pays cible, l'utilisateur et l'usage prévu, de mener une enquête détaillée et de demander un permis le cas échéant.

(Effets attendus)

L'inspection des endroits inaccessibles est facilitée, ce qui améliore la maintenabilité et réduit les coûts de maintenance. L'utilisation combinée de la technologie des drones et de la technologie d'analyse/diagnostic à l'aide d'images et de l'IA devrait permettre d'améliorer encore l'efficacité de la maintenance préventive et de la maintenabilité.

(7) Patrouille des postes à l'aide d'un robot autopropulsé

Lors de l'inspection des équipements électriques, le personnel de maintenance effectue des contrôles visuels dans le cadre de patrouilles ordinaires afin de vérifier leur état et d'évaluer leur degré de détérioration. Cependant, avec la diminution du nombre d'employés de maintenance et la réduction de la main-d'œuvre, il existe un besoin croissant de collecter sans personnel des informations sur les équipements sur site, et de vérifier/inspecter à distance l'état des équipements, et divers efforts sont déployés par les compagnies d'électricité nationales. L'un d'entre eux est le robot de patrouille et

d'inspection autonome présenté ici.

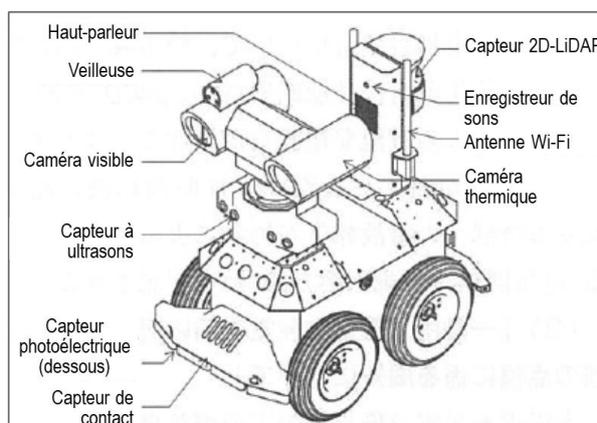
【Aperçu】

① Déplacement

- Conduite autonome grâce à la technologie des capteurs de lumière laser. (Light Detecting and Ranging : LiDAR)
- Les itinéraires peuvent être définis à l'avance et suivis avec une grande précision.
- Quatre roues motrices, pentes jusqu'à 20 degrés, bosses et flaques d'eau de moins de 10 cm, routes de gravier et d'herbe.
- Jusqu'à 7 heures de fonctionnement continu, retour automatique à la station de charge pour commencer la recharge

② Fonction de patrouille et d'inspection

- Les équipements de patrouille comprennent une caméra visible (zoom optique 30x), une caméra infrarouge, un dispositif d'enregistrement vocal et un haut-parleur, et peuvent également disposer d'un capteur de gaz, d'un capteur de température/humidité et d'un capteur de vibrations.
- Relevé de compteur
- Divers compteurs (analogiques et numériques) et indicateurs installés dans les équipements électriques sont photographiés et automatiquement lus et convertis en valeurs numériques.
- Mesure de la température
- Mesure de la répartition des températures d'un équipement à l'aide d'une caméra infrarouge et leur numérisation
- Système de surveillance
- Il s'agit d'un système de surveillance permettant d'accumuler et de gérer les données collectées par les robots.



L'entrée des données par les robots se fait par communication de données dans un environnement Wi-Fi. Il permet de visualiser les résultats d'inspection et de transmettre des signaux d'alarme.

(Effets attendus)

Le niveau de surveillance des équipements électriques peut être maintenu tout en réduisant la fréquence des patrouilles du personnel de maintenance sur le site, ce qui permet d'économiser de la main-d'œuvre, d'améliorer la maintenabilité et de réduire les coûts de maintenance.

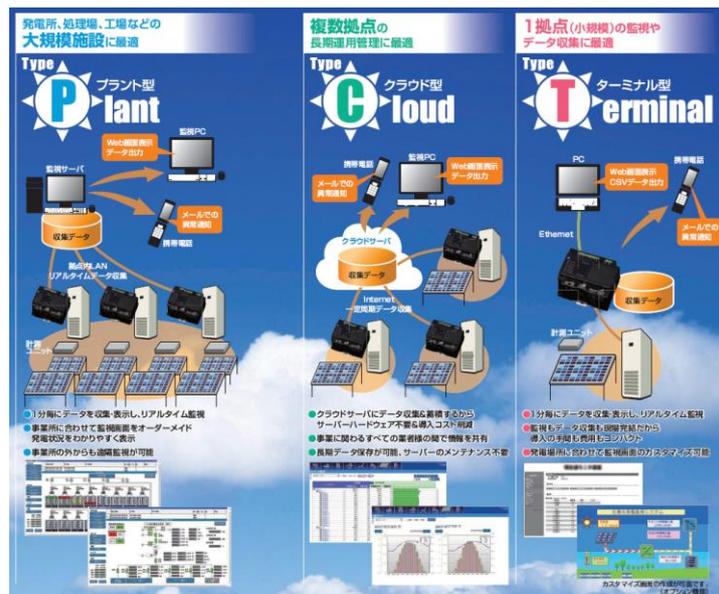
(8) Système de surveillance à distance des installations de production d'énergie solaire

Il s'agit d'un système qui recueille et accumule des informations sur les installations de production

d'énergie solaire disséminées dans tout le pays à l'aide de serveurs cloud, et surveille leur état de fonctionnement à distance. Le système comprend les fonctions suivantes :

Tableau 6-3 Résumé d'un système de télésurveillance pour les installations de production d'énergie solaire

Fonction	Aperçu
Collecte de données	Le serveur de collecte de données ou le serveur cloud installés au poste de surveillance recueille et surveille les données sur les installations de production d'énergie solaire dans les régions éloignées. Lorsqu'une anomalie est détectée, le système envoie une notification au téléphone portable par e-mail ou par un autre moyen.
Écran public	Logiciel qui affiche l'état de la production d'électricité sur un grand écran de manière facile à comprendre. Il est utilisé pour les relations publiques des installations.
Unité de mesure	Connecté au panneau solaire, le système surveille l'état de la chaîne et de l'isolation, ce qui permet de détecter rapidement les anomalies. Cela contribue à minimiser les pertes de production d'électricité.
Acquisition de données multiples	Il recueille des informations sur le courant, la tension, la puissance, les changements d'état, le rayonnement solaire et la température des installations, effectue la détection des intrusions et gère les performances des installations.
Surveillance par caméra Web	La détection des anomalies, la surveillance à distance et le contrôle des intrusions dans les installations sont assurés par des caméras.



Source : extrait des catalogues d'un fabricant japonais

Figure 6-5 Schéma du système de surveillance des installations de production d'énergie solaire

(Effets attendus)

Comme l'état de plusieurs installations éloignées de production d'énergie photovoltaïque peut être surveillé à distance, l'efficacité d'exploitation peut être améliorée. En outre, le suivi en temps réel et l'accumulation de données permettent de vérifier l'efficacité des installations, d'effectuer une maintenance préventive et de déterminer quand nettoyer les panneaux.

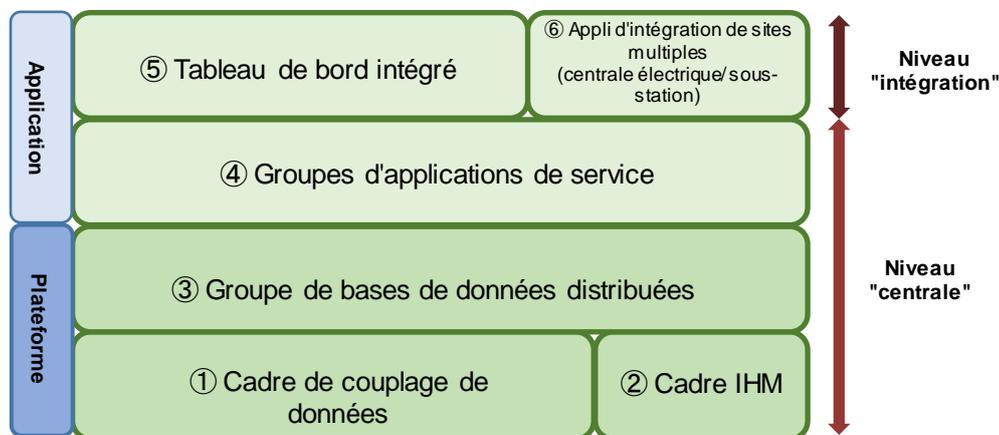
(9) Plateforme IdO pour les systèmes énergétiques

Il s'agit d'un système ayant recours à une plateforme qui peut être appliqué dans le secteur de l'énergie (de la production à la distribution) pour partager et résoudre les problèmes sur un tableau de

bord⁸ en reliant la technologie opérationnelle (TO) et la technologie de l'information (TI). Ce système commence à être adopté comme l'une des technologies permettant de promouvoir la transformation numérique (ou DX).

Le système se compose d'une plateforme (infrastructure), de diverses applications liées à l'amélioration de l'exploitation et de la maintenance, et d'un tableau de bord qui les intègre, et est capable de fournir des solutions en utilisant des données reliées à d'autres systèmes et d'autres applications sur Internet. Les différentes applications sont introduites en choisissant parmi une large gamme de services tels que l'évaluation des performances, la détection des signes anormaux, l'amélioration de l'exploitation, la gestion des installations et l'aide au travail, et des services supplémentaires peuvent être ajoutés.

La Figure 6-6 montre le concept hiérarchique des fonctions du logiciel du système, et l'aperçu de chaque groupe de fonctions est présenté ci-après.



Source : compilée par la mission d'étude à partir de matériaux provenant de fabricants japonais

Figure 6-6 Système de plateforme IdO pour le secteur de l'énergie
Schéma conceptuel de la hiérarchie des fonctions logicielles

La plateforme se compose d'un cadre de couplage de données, d'un cadre IHM et d'une base de données distribuée. Au-dessus de la plateforme, il y a un certain nombre d'applications de service, et un tableau de bord est fourni comme écran de gestion pour visualiser et afficher la solution qui regroupe les résultats de chaque application.

a . Cadre de couplage de données

- Améliorer l'accessibilité en attribuant des significations aux informations sur les équipements et aux diverses données dispersées dans la base de données distribuée à l'aide d'un modèle d'information basé sur la technologie ontologique⁹. (amélioration de la réutilisabilité des données)

⁸ Il s'agit d'une sorte d'outil BI (Business Intelligence Tool), un outil permettant de visualiser diverses données sous forme graphique et de les comprendre au premier coup d'œil.

⁹ Une technologie élémentaire de base pour l'interopérabilité des niveaux sémantiques (termes et concepts) consistant à organiser et à systématiser divers concepts liés au monde cible et à les décrire explicitement dans un format compréhensible par les ordinateurs. (Extrait de la description dans le lexique des sciences de l'information et des bibliothèques, 5^{ème} édition)

- Permettre la liaison avec des systèmes externes grâce à une API (interface de programmation d'applications) ouverte.

b . Cadre IHM

Il se compose de divers éléments de l'interface homme-machine (IHM) et de leurs applications pour la communication des données, et est conçu pour permettre l'accès aux données d'une manière compatible avec la pensée humaine.

c . Groupe de bases de données distribuées

Distribuer les bases de données par type de service (en tenant compte de la maintenabilité), comme l'exploitation de la centrale, l'ingénierie, les installations physiques, la maintenance des installations et l'arrêt pour cause d'accident.

d . Groupe d'applications de service

Comme il existe des applications individuelles efficaces pour l'exploitation et la maintenance, il convient de choisir celles qui répondent à vos besoins et de les personnaliser. Des exemples d'applications spécifiques sont présentés ci-dessous :

- Utilisation de la technologie des jumeaux numériques (évaluation et suivi des performances, détection de signes anormaux) ;
- Analyse de big data à l'aide de la technologie AI (détection d'anomalies/signes anormaux à partir de données antérieures) ;
- Couplage des données avec la gestion des installations ;
- Soutien au travail sur site. (collecte de données à l'aide de robots, de drones et de postes radio de faible puissance ; soutien sur site à l'aide de lunettes intelligentes ; soutien au travail et transfert de connaissances à l'aide de la RA/RV¹⁰)

e . Tableau de bord intégré

Le tableau de bord est divisé par secteur, comme l'énergie thermique, l'énergie nucléaire, les énergies renouvelables et la distribution d'électricité (postes), et se compose d'écrans pour la gestion intégrée des données provenant des applications de service.

f . Application d'intégration de sites multiples

Cette application est utilisée lorsqu'il est nécessaire d'intégrer les données provenant de plusieurs centrales. Par exemple, lors de l'élaboration d'un plan de production d'énergie optimal qui suppose l'exploitation de plusieurs centrales, les informations provenant de l'application de service de chaque centrale seront utilisées.

En important les données d'application déjà utilisées dans ce système par le biais d'un processus de conversion, diverses tâches d'exploitation et de maintenance peuvent être effectuées sur la même plateforme, ce qui permet une utilisation et une gestion efficaces des informations et des données.

(Effets attendus)

¹⁰ RA : réalité augmenté, RV : réalité virtuelle

Cette application permet d'effectuer diverses tâches d'exploitation et de maintenance sur la même plateforme, ce qui améliore l'utilisation des informations et des données, et donc la maintenabilité et la facilité d'exploitation. Chaque application de service utilisée devrait également améliorer l'efficacité de l'exploitation des installations, réduire les coûts de maintenance et économiser de la main-d'œuvre.