Cette publication a été produite par la Commission de l'océan Indien à travers le programme ENERGIES financé par l'Union européenne. Son contenu relève de la seule responsabilité des conférenciers et ne reflète pas necessairement les opinions de la COI.



Cette publication a été produite avec le soutien financier de l'Union européenne. Son contenu relève de la seule responsabilité des conférenciers et ne reflète pas necessairement les opinions de l'Union europeenne.

Rapport des travaux à l'Hôtel Ravenala Attitude Balaclava, Maurice, les 28, 29 et 30 mai 2018

Table des matières

Avant-propos de S.E.M Hamada Madi, Secrétaire général de la COI *p. 4*
Message de S.E. Mme Marjaana Sall, Ambassadeur de l'Union européenne auprès de la République de Maurice et des Seychelles *p. 5*

Introduction *p. 6*
A. Indianocéanie : secteurs de l'énergie hétérogènes
B. Favoriser la transition énergétique

Résumé de la réunion *p. 10*

Journée 1 : Gouvernance / Planification énergétique / Climat des affaires / Stimulation des marchés *p. 13*
• Conférence introductive *p. 13*
• Atelier 1 : Environnement institutionnel et énergétique (planification énergétique 2025-2030) *p. 17*
• Atelier 2 : Cadre de stimulation des marchés de l'efficience énergétique (EE) et des énergies renouvelables (EnR) et retours d'expérience. *p.38*

Journée 2 : Les EnR au centre du débat : les opportunités et les contraintes à lever *p. 54*
• Table ronde 1 : Les infrastructures : compétitivité des EnR *p. 54*
• Table ronde 2 : Les défis de l'accès universel à l'énergie : électrification rurale décentralisée et bois de feu *p. 70*
• Atelier 3 : Définition du mix électrique du futur : objectifs et limites pour les différentes sources d'énergie renouvelables, potentiels identifier *p. 81*
• Atelier 4 : Outils et solutions de financement en ingénierie financière *p. 99*

Journée 3 : Efficacité énergétique : perspectives de réduction des consommations d'énergie et d'émissions de CO_2 *p. 107*
• Table ronde 3 : Comment mobiliser sur les thèmes de l'efficacité énergétique auprès des grands consommateurs *p. 107*
• Atelier 5 : Promotion de l'efficacité énergétique dans le secteur du bâtiment résidentiel et tertiaire *p. 122*
• Atelier 6 : Quelle place pour les véhicules électriques dans la COI ? *p. 135*

ANNEXE 1 – Liste des participants
ANNEXE 2 - Conclusions & Recommandations

Avant-propos

ENERGIES POSITIVES

Par S.E.M. Hamada Madi

Secrétaire général de la Commission de l'océan Indien

Le choix de publier les Actes du premier Forum des énergies durables de l'Indianocéanie dit tout de la richesse des interventions et des échanges qui ont eu lieu trois jours durant à Balaclava (Maurice) en mai 2018. Organisé par la Commission de l'océan Indien (COI) à travers son programme ENERGIES financé par l'Union européenne et avec la collaboration de l'ADEME, cet évènement a rassemblé plus de 250 professionnels de la filière des énergies durables et de l'efficacité énergétique de la région et d'ailleurs, afin de contribuer à la création d'un écosystème régional des énergies vertes.

Même si les Etats membres de la COI connaissent des niveaux d'électrification et d'intégration des énergies renouvelables très variables, ils sont confrontés aux mêmes limitations (absence de gisements d'énergies fossiles, étroitesse des marchés) et jouissent des mêmes avantages (abondance de soleil et de vent). En tant qu'Etats insulaires en développement, ils sont extrêmement vulnérables aux impacts grandissants du changement climatique. L'Indianocéanie ressent chaque jour davantage ces impacts qui révèlent nos déséquilibres structurels comme diraient les économistes. Nous en connaissons les expressions : dégradation de l'environnement, aléas climatiques extrêmes, insécurité alimentaire, perte de biodiversité, événements sanitaires préoccupants.

C'est pourquoi, à la COI, nous pensons qu'il est légitime d'appeler à un traitement différencié de la part de la communauté internationale au bénéfice de nos îles en développement, premières victimes des dérèglements climatiques. L'Union européenne, partenaire historique de la COI et de ses Etats membres, en est pleinement consciente comme en témoigne la déclaration COI-UE signée lors de la COP21 à Paris en 2015 et comme l'illustre son appui dans de nombreux domaines du développement durable, à l'instar des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique.

Et pour cause : les énergies durables sont un levier puissant de réduction des émissions de gaz à effet de serre et, par extension, d'atténuation des dérèglements climatiques. La COI a justement pour vocation de mobiliser ses pays membres en ce sens, tout en prenant en compte les spécificités de tout un chacun.

Le Forum régional des énergies durables a poursuivi ce double objectif de mobilisation et d'impulsion pour créer des synergies vertueuses. Les professionnels du secteur ont eu l'occasion de se rencontrer et de prendre la mesure des défis et des opportunités dans la région. Les présentations, toutes de grande qualité, ont dressé le paysage régional des énergies durables en lien avec les enjeux nationaux et les tendances mondiales. Cet ouvrage est un moyen d'éclairer les décideurs et les professionnels, de poursuivre le débat. Mieux, il est aussi un outil devant soutenir la prise de décision et l'action.

Au vu du succès de cette première édition, la COI et l'Union européenne ont d'ores et déjà convenu de mobiliser le programme ENERGIES pour organiser le deuxième Forum des énergies durables en 2019 à La Réunion. Cette manifestation aura comme thème l'efficacité énergétique indispensable à une transition énergétique réussie dans nos milieux insulaires. Ce sera ensuite aux Etats et professionnels du secteur de prendre la relève pour faire du Forum des énergies durables un rendez-vous régional régulier et porteur de changements concrets. C'est en tout cas le cercle vertueux que nous espérons avoir impulsé.

Message de S.E. Madame Marjaana Sall, Ambassadeur de l'Union européenne auprès de la République de Maurice et de la République des Seychelles

Le Forum régional des énergies durables a été organisé à Maurice du 28 au 30 mai 2018 par la Commission de l'océan Indien au titre du Programme Régional Energies Renouvelables et Efficacité Energétique. La réalisation de ce premier Forum régional sur une thématique de plus en plus importante pour les petits Etats insulaires a été possible grâce au soutien de l'Union européenne.

Le Forum a tenu ses promesses. Il a permis de réunir au sein d'une unique plateforme des acteurs nationaux, régionaux et internationaux du secteur de l'énergie. La mise en réseau de tous les acteurs concernés par l'énergie, qu'ils soient publics ou privés, politiques, entrepreneurs ou techniciens, est fondamentale pour réussir à relever le défi de la transition énergétique. L'Union européenne soutient cette mise en réseau avec différents instruments en faveur de la transition énergétique, parmi lesquels le SUNREF qui a fait ses preuves à Maurice dans le cadre de la mise en œuvre du Programme National d'Efficacité Energétique (PNEE) qui est basé sur une véritable synergie entre le secteur public et le secteur privé.

Les participants ont eu l'opportunité d'y découvrir les produits et services des entreprises régionales pour la promotion et le développement des énergies durables. Ils ont ainsi pu se rendre compte du potentiel de cette énergie au sein des pays de l'océan Indien tant sur le plan environnemental que sur le plan économique. Le Forum a également permis de faire un état des lieux des ressources et des capacités disponibles, de celles qui sont nécessaires pour y accéder ainsi que les contraintes à lever au niveau institutionnel, de la gouvernance, du financement et de renforcement des capacités pour permettre aux pays de la région d'être moins dépendants des énergies fossiles.

Enfin, le Forum a confirmé l'intérêt de cette manifestation comme un outil indispensable pour faire avancer la cause de l'énergie renouvelable dans les Etats membres de la COI. Ces derniers, bien que riches en ressources énergétiques propres, sont encore trop dépendants des énergies fossiles, ceci au détriment de leur environnement et de leurs économies. Ce constat est le moteur même du partenariat de l'UE avec les Etats membres de l'océan Indien dans ce secteur et se matérialise déjà à travers le Programme Régional Energies Renouvelables et Efficacité Energétique. Tout en étant en ligne avec sa politique de développement et son action climatique au niveau mondial.

Je souhaite donc que cette première édition prenne son envol de façon autonome et débouche sur une manifestation pérenne qui contribuera à relever défi de la transition énergétique à travers des échanges d'expériences, le développement d'une intelligence régionale dans le secteur, et surtout d'un marché régional en matière d'énergie durable et d'efficacité énergétique.

L'Union européenne, s'est déjà engagée auprès de la Commission de l'océan Indien pour l'organisation d'une deuxième édition en 2019 à La Réunion. Le thème central de cette prochaine édition sera l'efficacité énergétique qui représente, avec les énergies renouvelables, une des priorités stratégiques de l'Union européenne.

J'encourage tous les acteurs du secteur de l'Energie à participer à cette deuxième édition.

Cette fois encore, l'Union européenne sera à vos côtes !

INTRODUCTION

En raison de leur histoire et de la diversité de leurs peuplements, en raison de leur taille comme de leur aménagement spatial, de leur cadre juridique ou de leurs ressources en vue d'investissements productifs, les pays membres de la Commission de l'océan Indien (COI) ont été amenés à adopter des politiques et des pratiques parfois fort différentes d'un territoire à l'autre. Cela se reflète sur leurs économies respectives. Face à un enjeu planétaire comme celui du climat, ce qu'entreprend un territoire a des incidences partout ailleurs. Lorsque cet Etat est également lié à d'autres au sein d'une communauté régionale, cette dernière ne peut se soustraire au plaidoyer et à l'action en vue d'harmoniser les pratiques de ses membres.

Indianocéanie : hétérogénéité des secteurs de l'énergie

Les économies de l'Indianocéanie, fort différentes les unes des autres, ont des secteurs de l'énergie largement hétérogènes. Les Comores et Madagascar importent 90 % de leur énergie sous forme de combustibles fossiles. Ces derniers comptent pour 83,78 % de l'approvisionnement énergétique à l'île Maurice ; cette dépendance s'élève à 95 % pour les Seychelles. La Réunion, département français et région ultrapériphérique de l'Union européenne, jouit d'une politique dynamique en matière d'efficience énergétique (EE) et de développement des énergies renouvelables (EnR) ; cela lui a permis d'atteindre un niveau élevé dans ces domaines.

Dans le département français, les EnR représentaient 36 % de l'électricité en 2015 et 34,1 % en 2016, les variations dues aux conditions climatiques. Dans les autres îles, leur production à forte intensité d'intrants fossiles a de graves répercussions sur le coût de l'énergie (en particulier de l'électricité), la balance des paiements, la viabilité financière des compagnies électriques, le pouvoir d'achat des ménages, la santé et, cela coule de source, les budgets de l'Etat.

La combustion des énergies fossiles et les émissions de gaz carbonique (CO_2) que cela occasionne sont, par ailleurs, reconnues comme directement responsables du réchauffement climatique. Les pays membres de la COI subissent actuellement son impact. Avec trois territoires susceptibles d'être soumis à des conditions cycloniques, nos îles ont toujours été vulnérables face aux intempéries ; le changement climatique les y exposent davantage. Par ailleurs, des chocs externes, comme l'augmentation des prix des combustibles sur le marché mondial, freinent le développement économique, social et environnemental de la région.

C'est à la lumière des observations ci-dessus, en gardant à l'esprit la volatilité du marché du pétrole et du charbon, qu'il convient d'appréhender les grands enjeux pour nos Etats. L'un des plus vifs est de permettre à chacun d'accéder à l'énergie dont il a besoin tout en respectant l'environnement et en agissant pour le climat. La région dispose de grands gisements d'EnR - y compris en bio-carburants - et d'un important potentiel pour l'amélioration de l'EE. Toutefois,

au vu de la situation hétérogène des secteurs de l'énergie dans les divers Etats indianocéaniens, une approche régionale harmonisée est de rigueur.

Favoriser la transition énergétique

Au chapitre des EnR, quelques initiatives, à différents niveaux, ont été menées dans les pays de la COI. Cependant, le secteur, dans plus d'un pays de la région, est encore marqué par un manque de sensibilisation aux opportunités, par un environnement d'affaires qui doit être amélioré, un manque de capacité réglementaire, des compétences et des ressources limitées, un défaut de savoir-faire technique, de recherche et de développement. Avant d'être développés, tous ces domaines méritent d'être soumis à des normes communes.

La mise en commun de l'expertise et le développement des outils pour le transfert de savoir-faire et de technologie sont quelques-uns des principaux facteurs de valeur ajoutée régionale. Cela pourrait servir de stratégie de marketing pour la région COI, afin d'attirer des investissements dans un secteur qui a un immense potentiel de croissance économique, de création d'emplois et de réduction de la pauvreté.

C'est dans ce contexte que la COI met en œuvre sur financement de l'Union européenne (UE), depuis 2014 et jusqu'à juin 2019, le programme ENERGIES destiné à la promotion des EnR et de l'EE.

Financé par le 10e Fonds européen de développement (FED), ENERGIES dispose d'un budget de 15 millions d'euros. Les pays bénéficiaires sont l'Union des Comores, Madagascar, Maurice et les Seychelles. Territoire ultrapériphérique de l'UE, la région France/Réunion est associée étroitement au programme au moyen d'un financement du Fonds européen de développement régional (FEDER), instrument intra-communautaire de rééquilibrage des niveaux de développement.

Dans le cadre de ce programme, la COI compte pour partenaires des organismes chargés de l'énergie, des agences d'électrification rurale, des collectivités territoriales, des ONG, des universités et centres de recherche, le secteur privé, voire, directement, les citoyens.

L'objectif global du programme est de contribuer à l'amélioration de l'accès des Etats à des sources modernes, efficaces, fiables, diversifiées, durables et renouvelables d'énergie saine, à des prix compétitifs, contribuant ainsi au développement durable. De manière plus spécifique, le programme vise l'amélioration des conditions nécessaires pour le développement, l'investissement et la gestion durable de l'énergie renouvelable et l'augmentation de l'efficience des dispositifs de consommation d'énergie.

Le programme ENERGIES attend les résultats suivants :

- une stratégie régionale de la COI, agréée et initiée, focalisée sur le développement des compétences et des institutions ;
- l'élaboration, l'adoption et la mise en œuvre d'une campagne de sensibilisation aux EnR et à l'EE ;
- l'adoption d'un cadre réglementaire pour la composante affaires de la production d'électricité d'origine renouvelable, incluant une disponibilité améliorée des données sur les ressources solaires et éoliennes ;
- la définition et l'adoption de normes d'efficience énergétique en vue d'une mise en œuvre dans les pays membres de la COI pour i) toutes les catégories de bâtiments et ii) les appareils et équipements électroménagers ;
- des capacités de conception, d'ingénierie, de construction et de gestion de systèmes décentralisés de production d'EnR, développés par des organismes gouvernementaux et des investisseurs privés, ayant un impact positif sur la consommation électrique, entre autres aux heures de pointe.

Le programme ENERGIES est administré par un comité de pilotage qui se réunit une fois par an. Lors de sa dernière convocation, au siège de la COI, les 6 et 7 mars 2018, le secrétaire général de l'organisation, Son Excellence Monsieur Hamada Madi, s'est attardé sur les réalisations du programme depuis son lancement en 2014. Il a notamment fait référence aux seize projets d'efficacité énergétique ou de production de renouvelables, présélectionnés après appel à propositions et subventionnés. Ces activités ont démarré en 2017, aux Comores, à Madagascar et à Maurice/Rodrigues, pour un montant de 4,2 millions d'euros de subvention, contre 13 millions d'euros d'investissements.

Parmi les projets évoqués, on note celui présenté par WWF Madagascar, au sein duquel les femmes ont un rôle central. Il a pour objectif l'accès durable de populations rurales isolées de Madagascar à l'électricité et à l'éclairage. Ces « femmes ingénieurs solaires » ont participé à une formation de six mois au *Barefoot College* de Tilonia, en Inde. Ainsi, à Ambakivao dans le sud de Madagascar, au premier trimestre 2018, quatre femmes ont équipé leur village de 156 systèmes solaires domestiques et de 64 lanternes solaires portables, permettant aussi de fournir en électricité la maison communautaire.

L'une des actions les plus marquantes sera le Programme régional d'efficacité énergétique (PREE) qui permettra de réaliser des cartographies chez les grands consommateurs à Madagascar et aux Comores, définissant ainsi le potentiel d'économies énergétiques, réalisables dans différents secteurs de l'économie. Cela vaudra aussi au secteur des PME à Maurice une cartographie de son potentiel d'économie. Les Seychelles, quant à elles, disposeront d'une cartographie précise de leur usage du froid. Le partenaire de la COI, *Business Mauritius*, souligne les bonnes pratiques adoptées, à Maurice, dans le cadre du Programme national d'efficacité énergétique (PNEE). Le PREE est le prolongement au niveau régional de ce programme phare soutenu par l'Union

européenne et Sunref, le guichet de finance verte de l'Agence française de développement (AFD).

C'est également à l'occasion de ce comité de pilotage de début 2018 que fut annoncé l'organisation du premier Forum régional des énergies durables, cela perçu alors comme un tournant dans la mise en œuvre du programme ENERGIES, en termes de création et d'animation de réseaux sectoriels dans l'océan Indien.

A l'initiative de la COI, le Forum régional des énergies durables a pour but de créer, en Indianocéanie et au-delà, un réseau de partenaires réunissant autorités publiques, centres de recherche, universités, responsables des questions énergétiques et professionnels concernés pour se tenir au fait des dernières avancées dans le secteur. Ce réseautage a aussi pour but d'explorer des pistes de réflexion en matière de :

- Gouvernance : i) environnement réglementaire et climat des affaires pour l'accès à l'énergie ; ii) définition et mise en œuvre de stratégies énergétiques visant les EnR et l'efficacité énergétique ;
- Intégration des EnR dans les systèmes électriques ;
- Efficacité énergétique dans l'industrie et le secteur du bâtiment en particulier.

La rencontre de fin mai 2018 a été conçue, avant tout, pour tisser des liens entre tous les acteurs de l'énergie. Il s'agissait de favoriser un partage d'expériences et ainsi permettre la mise en œuvre d'un meilleur accès des populations indianocéaniennes à l'énergie. Ce forum avait pour but de faire dialoguer chercheurs, universitaires, industriels, praticiens et représentants des institutions publiques sur les questions d'énergie et de développement durable. Il a été conçu en vue de mobiliser les acteurs autour de la nécessité de prendre des décisions dans le domaine de la transition énergétique. Sa surface d'exposition visait, quant à elle, à faciliter des contacts B2B ainsi que la circulation d'informations sur les produits du marché des renouvelables et de l'efficacité énergétique.

Avant même sa tenue, une des ambitions de ce forum était d'être pérenne, avec des rendez-vous annuels. Il devait aussi fédérer les ressources pour permettre de suivre les évolutions majeures du secteur de l'énergie et d'analyser les scénarios énergétiques de la région, avec des thématiques et des angles spécifiques : territoire et développement durable ; mondialisation et nouveaux marchés de l'énergie ; marchés énergétiques et financement des investissements ; innovations technologiques, recherche et développement ; coopération régionale ; changement climatique...

RÉSUMÉ DE LA RÉUNION

Diverses personnes et organisations intéressées par la problématique des EnR, de l'efficacité et de la transition énergétiques comme du climat se sont réunies, les 28, 29 et 30 mai 2018, à l'Hôtel Ravenala Attitude, à Pointe-aux-Piments, île Maurice.

La rencontre a attiré quelque 250 participants, principalement des cinq îles de la région, dont les principaux acteurs des divers secteurs nationaux de l'énergie, mais également d'Europe, d'Afrique et d'Asie (Voir Annexe 1, la liste des participants).

Une soixantaine d'intervenants ont animé les ateliers et tables rondes sur les thématiques de la gouvernance énergétique, de l'intégration des énergies renouvelables dans les systèmes électriques insulaires et de l'efficacité énergétique. Par ailleurs, une centaine d'exposants - institutions et entreprises – étaient disponibles, à l'espace d'exposition, pour des informations où des échanges B2B.

La cérémonie d'ouverture a été marquée par les allocutions de Véronique Espitalier-Noël, chargée de mission auprès de la COI, ainsi que de Marc Buchmann, de la Direction générale de la coopération et du développement (DEVCO) à l'Union européenne.

Lors de son intervention, Mme Espitalier-Noël a fait valoir que :

1) les îles de l'Indianocéanie sont encore trop dépendantes des importations d'hydrocarbures pour leur fourniture énergétique, ce qui grève leurs budgets nationaux et augmente leur empreinte carbone ;

2) la région est riche en soleil, vent et biomasse. De fait, le potentiel d'énergie renouvelable et d'efficacité énergétique est immense ;

3) le partenariat entre la COI et l'UE dans le domaine des EnR vise à promouvoir les énergies propres et la rationalisation de l'énergie. Il s'agit d'écologie, d'économie, d'innovation et de progrès social, en bref, il est question de développement durable ;

4) ce premier Forum régional des énergies renouvelables dans l'OI entend mettre en réseau les entreprises, les techniciens, les chercheurs et les institutions, afin de promouvoir la transition énergétique en Indianocéanie ;

5) réaliser ces objectifs demande l'engagement de tous les acteurs du secteur et notamment celui des opérateurs privés ;

6) le hall d'exposition intégré au forum a été conçu pour permettre aux participants de découvrir les produits et services offerts par les entreprises de la région et au-delà.

Survolant les initiatives du programme ENERGIES, depuis son lancement en 2014, l'intervenante a évoqué i) les 16 projets co-financés sous l'appel à propositions à hauteur de 4,2 millions d'euros ; ii) le PREE inspiré du PNEE

cogéré par *Business Mauritius* et le ministère mauricien de l'Energie et des Utilités publiques (MEPU) ; iii) le Club des électriciens, regroupant les sociétés nationales d'électricité d'Indianocéanie ; iv) la formation de journalistes de la région aux enjeux de la transition énergétique.

Autour des thématiques de la gouvernance, de la planification énergétique, du climat des affaires et de la stimulation des marchés, la première journée du forum a valu aux participants de :

- corréler la tendance à la baisse observée du coût du photovoltaïque au développement même du parc, une multiplication par dix du nombre de panneaux installés ayant pour conséquence une division par deux de leur coût ;
- percevoir les énergies renouvelables et le numérique comme produits fonctionnellement associables d'une même génération technologique ;
- prendre la mesure du potentiel thermique de la biomasse ;
- prendre acte des différences entre les pays concernés par le programme Energies en matière de cadre régulateur ;
- comparer les objectifs et échéances des pays en matière de transition énergétique.

Autour de la thématique centrale des énergies renouvelables, cela incluant les opportunités comme les contraintes à lever, la deuxième journée du forum a valu aux participants de :

- mesurer l'expansion actuelle du photovoltaïque dans l'océan Indien et prendre connaissance des outils de prévision du productible solaire ;
- faire le point sur les technologies d'exploitation énergétique i) des courants marins froids et ii) des différentiels de température selon la profondeur d'une étendue marine ou lacustre ;
- prendre connaissance i) des projets d'électrification rurale en cours à Madagascar ainsi que ii) des initiatives permettant de remplacer l'éclairage domestique à la bougie ou au pétrole par des petites lampes électriques portables, rechargeables à proximité à une borne photovoltaïque mutualisée ;
- prendre connaissance des produits de financement destinés à la transition énergétique et à l'innovation cleantech, notamment ceux de Sunref, le guichet de finance verte de l'AFD ou du fonds de capital-risque Compass, initiative du groupe mauricien ENL.

Autour de la thématique de l'efficacité énergétique, soit des perspectives de réduction des consommations d'énergie et d'émissions de CO2, la troisième et dernière journée du forum a valu aux participants de prendre connaissance :

- du bilan du programme d'efficacité énergétique proposé aux entreprises à Maurice, modèle d'audit appelé à être reproduit ailleurs en Indianocéanie ;

• des initiatives de fournisseurs d'énergie comme de sociétés spécialisées pour réduire la demande d'énergie et améliorer l'efficacité énergétique ;

• de la démarche adoptée dans plusieurs pays tropicaux et riverains de l'océan Indien en matière d'architecture raisonnée, d'intégration d'espaces végétalisés, de choix de matériaux et de prise en compte de l'orientation des vents pour assurer le confort thermique tout en réduisant la facture énergétique ;

• de la chaîne de valeur développée par le groupe Omnicane, toujours productrice de cannes et de sucre, mais également d'énergie et d'éthanol, cette dernière production lui laissant de la vinasse qu'il est possible, dans un digesteur anaérobique, de méthaniser, le biogaz produit devant alimenter une turbine de production électrique ;

• des investissements consentis pour une efficacité énergétique innovante par deux acteurs économiques mauriciens, l'un dans la grande distribution, l'autre dans l'hôtellerie de tourisme ;

• de l'organisation horaire et des dispositifs requis pour que l'utilisation de véhicules électriques produise effectivement le bilan carbone recherché.

SÉANCE CONCLUSIVE

Dans son discours de clôture, le mercredi 30 mai, la chargée de mission Véronique Espitalier-Noël devait remercier les partenaires de la Commission de l'océan Indien, particulièrement l'Union européenne et l'ADEME, les participants, les intervenants et exposants, les États membres de l'organisation, présents et actifs, de même que l'équipe d'ENERGIES et tous ceux qui ont contribué à faire de ce forum une réussite.

Soulignant tant le nombre de participants – quelque 250 auditeurs – aux séances plénières et ateliers, pour près de 60 personnes intervenants sur les thématiques de la gouvernance énergétique, de l'intégration des énergies renouvelables dans les systèmes électriques insulaires et de l'efficacité énergétique, Mme Espitalier-Noël a aussi fait valoir qu'une centaine d'institutions et entreprises étaient présentes comme exposantes.

Se livrant à un premier bilan des trois jours et entrevoyant les perspectives d'avenir, la chargée de mission invite à retenir que :

• l'organisation et le timing des interventions ont permis d'avoir de vrais échanges entre les intervenants et les participants dans la salle, ce qui n'est pas toujours le cas. L'exemple étant l'atelier sur les financements durant lequel le temps des échanges a supplanté largement celui des présentations ;

• le Forum a été l'occasion de réunir les représentants des ministères de l'Energie, les régulateurs et les sociétés d'électricité. La décision a été prise de créer l'Association des régulateurs d'énergie des pays de l'océan Indien. Association auprès de laquelle la COI s'est engagée à apporter son soutien à travers son programme ENERGIES.

• l'intensité des échanges tant au niveau des interventions que sur la partie salon amène l'organisation à proposer aux parties prenantes de transformer l'an prochain cet essai en organisant en partenariat avec les représentants des Etats membres de la COI la deuxième édition de ce Forum. La Réunion souhaite que cette édition 2019 ait lieu chez elle.

• l'enjeu essentiel sera de mettre en place d'ores et déjà les conditions pour que cette manifestation puisse se dérouler dans une logique de pérennité de développement des échanges entre acteurs, institutions, professionnels et porteurs d'innovation. Cela afin de favoriser le développement des énergies renouvelables et l'amélioration de l'efficacité énergétique de nos territoires.

Un souhait a également été formulé à l'effet que la pérennité du forum puisse s'étendre au-delà de la durée de financement du programme Energies par le 10e FED.

Jour 1 : Gouvernance / Planification énergétique / Climat des affaires / Stimulation des marchés

Conférence Introductive – Salle plénière

Développement et mise en place du consensus européen en matière de collaboration dans le secteur de l'énergie

***Marc Buchmann**, de la Direction générale de la coopération et du développement international (DEVCO), auprès de l'Union européenne.*

L'accès à l'énergie et la qualité des énergies utilisées sont des marqueurs de pauvreté.

- 1,2 milliard de personnes n'ont pas accès à l'électricité ;
- 3 milliards de personnes cuisinent et se chauffent en faisant brûler de la biomasse ;
- Plus de 4 millions de personnes meurent prématurément chaque année de maladies imputables à la pollution de l'air causée par les combustibles solides dans les cuisines ;

Pour la période 2010-2030, les besoins financiers annuels pour l'énergie sont :

- 50 milliards de dollars, contre 9 milliards de dollars actuellement, pour atteindre l'accès universel ;
- 442-650 milliards de dollars, contre 258 milliards actuellement, pour les EnR ;
- 560 milliards de dollars (contre 130 actuellement) pour l'EE.

Pour libérer le potentiel du secteur énergétique, un certain nombre d'éléments sont nécessaires : i) la consolidation du cadre juridique et des capacités institutionnelles ; ii) la motivation du secteur privé ; iii) la redevabilité des institutions et des opérateurs ; iv) l'accès au crédit ; v) la sensibilisation au potentiel de l'EE ; vi) l'encouragement à la recherche et à l'innovation.

Facette pratique du *Nouveau consensus européen pour le développement*, signé le 7 juin 2017, la coopération européenne dans le secteur de l'énergie est aussi tributaire de plusieurs autres accords, dont i) l'Agenda 2030 pour le développement durable ; ii) l'Accord de Paris ; iii) le Programme d'action d'Addis-Abeba ; iv) le Partenariat Afrique-UE pour l'énergie.

Addis-Abeba, a changé les modalités de financement, observe l'intervenant. Tout en incorporant un rigoureux mécanisme de reddition des comptes, favorisant la redevabilité, le programme d'Addis-Abeba mobilise les fonds nécessaires, jusqu'à 2030, pour les 17 objectifs de développement durable. Tous les Etats membres se sont engagés à améliorer leur administration fiscale et à renforcer la mobilisation des ressources publiques. Les pays développés ont réaffirmé leur engagement de consacrer 0,7 % de leur PIB à l'aide publique au développement, dont 0,15 à 2 % pour les PMA.

Entre 2014 et 2020, 3,7 milliards d'euros des fonds de développement de l'UE auront été alloués à des pays en développement pour les EnR.

La mise en œuvre du nouveau consensus européen pour le développement impliquera aussi, pour ce qui est des EnR, une implication égalitaire des femmes. Utilisatrices d'énergie à des fins domestiques et productives, elles doivent trouver des occasions d'entreprendre dans le secteur de l'énergie. Cela nécessite de réduire les inégalités d'accès au crédit et aux ressources énergétiques.

L'UE a pris l'engagement de faire atteindre les composantes de l'ODD 7 à ses partenaires. Cela se fera à travers trois paris ambitieux : i) l'accès à l'énergie ; ii) la production d'énergie renouvelable et l'efficience énergétique ; iii) la lutte contre le changement climatique – ainsi que trois déclencheurs : i) la promotion de l'appropriation politique et les partenariats pour la mise en œuvre ; ii) l'amélioration de la gouvernance et la réforme des secteurs de l'énergie ; iii) la promotion des investissements au moyen d'instruments financiers innovants.

Rayonner dans un monde numérique

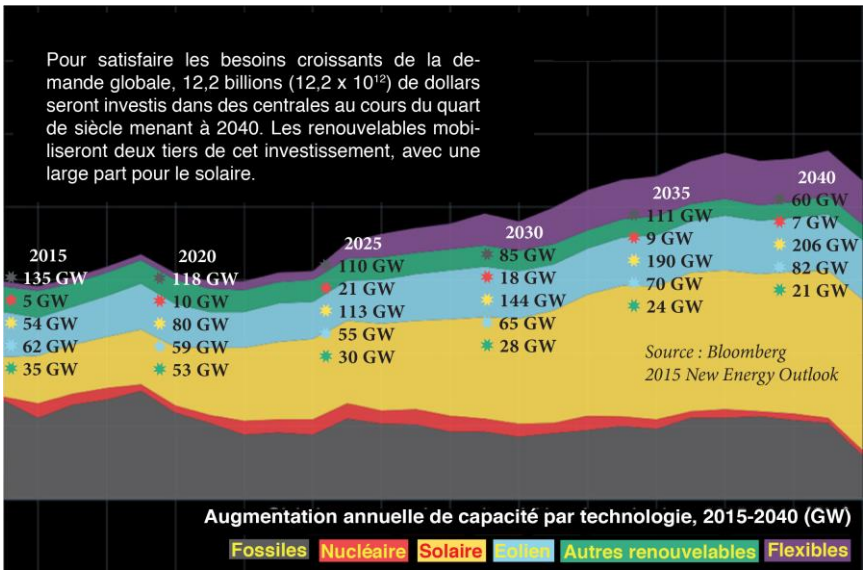
André Joffre, *Président de TECSOL, France*

Postulant que chacune des précédentes révolutions industrielles ou technologiques fut associée à une source particulière d'énergie – les machines à vapeur au charbon ; l'automobile au pétrole ; l'informatique au nucléaire, l'intervenant fait valoir que les EnR seront celles du numérique, Internet des objets, réseaux intelligents, etc. Blockchain, système mutualisé de certification de données, permettra entre autres une traçabilité des énergies propres et une comptabilité précise et infalsifiable de leurs échanges entre parties prenantes.

L'intervenant – depuis 35 ans engagé dans le solaire – établit d'emblée un parallèle méthodologique entre a) la conjonction d'effets qui occasionne la baisse du coût des panneaux photovoltaïques et b) la conjecture de Moore (pour prévoir le nombre de transistors dans un circuit intégré). Cela permet de formuler que lorsque le parc photovoltaïque est multiplié par 10, le prix des panneaux baisse de moitié. Cette corrélation entre l'étendue du parc et l'accessibilité économique des dispositifs de production photovoltaïque se reflétera sur les coûts en 2025, en comparaison de ceux de 2015. Déjà, sans projection dans l'avenir, en comparant seulement des chiffres déjà vérifiables, on peut noter que l'installation pour produire 1 kWh d'électricité de source

photovoltaïque coûtait 1 000 US dollars en 2010 alors que cela ne coûte plus que 250 US $ à la mi-2018.

Le coût, par ailleurs, des batteries lithium-ion servant à stocker l'électricité produite est également à la baisse. Bloomberg relève que le prix de ces batteries, de 2010 à 2016, a baissé de 73 %. D'autres projections établies, par ailleurs, en 2015, toujours par Bloomberg, permettent entre autres de comparer, année après année, jusqu'à 2040, les progressions entrevues de la puissance installée des centrales, selon les technologies privilégiées.



Comme indiqué ci-dessus, l'augmentation globale de puissance installée à base d'énergies fossiles, de 135 GW en 2015, descend à 118 GW en 2020, à 110 GW en 2025, à 85 GW en 2030, remonte à 111 GW en 2035 et redescend à 60 GW en 2040. En comparaison, le solaire, à 54 MW en 2015, présente pour ces mêmes années, des hausses de capacité lui faisant atteindre 80, 113, 144, 190 et 206 GW.

Ceux qui s'équipent ont aussi la possibilité d'équilibrer les coûts, la production électrique du composant choisi au mètre carré et la surface dont ils disposent. Le silicium monocrystallin HP (à haute performance, haut rendement), le plus coûteux, offre une puissance de 180 W/m^2. Le monocrystallin ordinaire installe 150 W/m^2, le silicium polycristallin 130 W/m^2. Le silicium amorphe offre, quant à lui, une puissance installée de 75 W/m^2. Ceux qui disposent d'une grande surface s'équiperont à moindre coût que ceux qui doivent disposer de la même puissance installée sur une petite surface. En France, lorsque sont apparus les producteurs privés d'électricité, le fournisseur historique, l'EDF, a dû créer une filiale distincte pour gérer la distribution. Renommé Enedis en 2016, ce service est l'interlocuteur et le partenaire des producteurs d'électricité photovoltaïque.

Cela s'effectue selon plus d'une modalité :

- La vente totale de la production au réseau, l'installation photovoltaïque connectée directement au réseau d'Enedis ;
- La vente du surplus au réseau, la production injectée dans le réseau d'Enedis après l'autoconsommation du producteur.

Pour ce qui est de l'autoconsommation, outre celle du producteur individuel disposant de panneaux photovoltaïques sur son logement, divers autres modèles ont été mis en œuvre :

- L'autoconsommation en logements collectifs, devant gérer les consommations différenciées des divers occupants/partenaires ainsi que la vente des surplus au réseau de distribution ;
- L'autoconsommation itinérante, permettant à un producteur d'énergie photovoltaïque d'avoir accès à une énergie propre, garantie, même en déplacement. Cela grâce à la technologie Blockchain.

Technique numérique de sécurisation mutualisée de données, Blockchain permet la gestion de dispositifs d'autoconsommation collective d'énergie photovoltaïque. En France, c'est Sunchain, une spin-off du bureau d'étude Tecsol, qui a mis au point les protocoles permettant de rassembler consommateurs, particuliers occupant un même immeuble, des bâtiments tertiaires, des entreprises qui se partagent l'électricité qu'ils produisent.

Ce modèle de production et de consommation requiert que soient consignés les flux d'énergie et d'argent. Transparente, sécurisée, et fonctionnant sans organe central de contrôle, Blockchain permet de stocker et de transmettre des informations, entre autres l'énergie consommée par chaque utilisateur membre du réseau. A terme, si les lois le permettaient, la technologie permettrait à un utilisateur de recharger la batterie de sa voiture en ayant accès, sur une borne collective, à sa propre énergie.

Atelier 1 : Environnement institutionnel et énergétique (planification énergétique 2025-2030)

Témoignage : la biomasse au centre des enjeux à La Réunion et à Maurice : quelle contribution à la planification énergétique ? Le recours à la biomasse locale en substitution au charbon dans les centrales thermiques, lien avec le contexte réglementaire et la gouvernance énergie (Maurice et Réunion)

***Eric de Bollivier**, directeur général d'Albioma, France*

***Jean-Michel Gérard**, directeur général de Terragen, Maurice.*

Avec une empreinte géographique allant des Antilles à l'océan Indien, pour une capacité installée de 753 MW, Albioma assure 48 % de l'électricité produite à La Réunion, 42 % de celle produite à Maurice et 31 % de la production en Guadeloupe.

En 2016, à La Réunion, 66 % de la production d'Albioma était d'origine fossile, 16 % hydroélectrique, 10 % provenait de renouvelables divers (photovoltaïque, éolien et biogaz), 8 % de la bagasse et un très faible pourcentage – même pas un centième de la production bagasse - au moyen d'accumulateurs soufre-sodium (Na-S).

Avec pour objectif de substituer à terme la biomasse au charbon, Albioma produit du renouvelable essentiellement non intermittent, sécurisant le système électrique. Cela permet de valoriser la biomasse locale - autre que la bagasse, sans conflit d'usage et en permettant le développement d'une économie circulaire. Des essais sont en cours dans les centrales, avec divers combustibles disponibles localement, dont la paille de canne, les résidus forestiers, les déchets verts, les broyats de palettes usagées…

Egalement envisagé : utiliser de la biomasse importée comme complément, la traçabilité de leur origine renouvelable assurée par des systèmes de certification et des contrôles d'organismes tiers.

Selon Albioma, la biomasse valorisable sans conflit d'usage, en mesure moyenne, est de 25 000 tonnes brutes par an (Tb/an) pour la paille de canne, de 25 000 Tb/an également pour les broyats verts, de 6 000 Tb/an pour le bois d'emballage et 4 000 Tb/an pour les autres bois. Les masses maximales exploitables seraient respectivement de 40 000, 40 000, 10 000 et 10 000 tonnes brutes par an.

Etant passé d'une utilisation de 30 % de combustibles renouvelables en 2013 à 50 % en 2016, Albioma entend atteindre la barre des 80 % en 2023, cela inscrivant la transition énergétique comme axe stratégique.

*

Soutenant une production de 4GWh en 2016 et 7,5 GWh en 2017, le projet Paille-en-Canne, initié en 2015, présente plusieurs avantages :

- Il exploite une énergie verte déjà présente mais jusqu'alors inutilisée, ne nécessitant pas de superficies supplémentaires pour sa culture ;
- Il s'agit d'une source d'énergie stable ;
- Elle participe à la durabilité de la filière canne ;
- Elle créé et maintient des emplois ;
- Outre de valoir divers gains en matière de bilan carbone, elle permet des économies directes de devises par rapport à l'importation de charbon.

A la mi-2018, le projet Paille-en-Canne était encore en attente de l'aboutissement des discussions en cours avec le MEPU et le *Central Electricity Board* (le CEB, le fournisseur historique d'électricité, faisant office de régulateur en attendant la montée en puissance de la *Utilities Regulatory Authority*, URA). Les parties – puissance publique, CEB et producteur, en l'occurrence Terragen – sont en attente d'une formule tarifaire convenant à tous. Ayant déjà investi 85 millions de roupies, dont 20 millions en subventions, la société attend ces tarifs équitables pour envisager des investissements supplémentaires. Cela devrait conduire à des objectifs ambitieux mais non moins réalistes : 20 GWh, puis 40 GWh.

Deux organismes publics - le régulateur des services publics (URA) et l'agence de développement du renouvelable (*Mauritius Renewable Energies Agency*, MARENA) - sont en phase de mise en place. On attend de ces organismes une stratégie, des arbitrages. Lorsqu'ils seront opérationnels, ils pourront :

- Définir clairement les missions et les chantiers prioritaires ;
- Assurer des arbitrages ;
- Eclairer les décideurs, encourager la volonté politique et s'appuyer sur les décisions prises ;
- Proposer des tarifs de rémunération basés sur des coûts transparents.

La gouvernance énergétique recherchée permettra aussi une vue générale et globale. Elle intégrera l'aspect environnemental mais également les aspects éthiques, sociaux, économiques, géographiques et de durabilité.

Cadre réglementaire dans les domaines EE/EnR : contribution de la FSR – Ecole de régulation de Florence – dans le cadre du programme Energies

***Jean-Michel Glachant**, directeur de l'Ecole de régulation de Florence (FSR), Italie.*

Etablie comme centre de recherche et d'excellence en matière de stratégie et de régulation en Europe, l'Ecole de régulation de Florence (ERF), dirigée par Jean-Michel Glachant, intègre une formation innovante, des débats et la recherche appliquée. Pour moitié, cela se passe en présence des apprenants, pour moitié en ligne.

En vue de renforcer les compétences des Etats membres de la COI en matière de régulation de l'électricité, l'ERF a assuré une formation, en trois phases, la triple démarche de l'école étant proposée aux stagiaires.

L'école de régulation de Florence réunit dans un forum unique en son genre des régulateurs, des décisionnaires, des chercheurs académiques et des représentants de l'industrie. En schématisant le modèle de la FSR pour l'énergie, la plaque tournante de connaissances (*knowledge hub*) est représentée à l'intérieur d'un triangle dont les trois pointes représentent i) la formation (*training*) ; ii) la discussion sur les pratiques (*policy dialogue*) et iii) la recherche. Ce schéma triangulaire illustre le choix d'intégrer la formation professionnelle et le dialogue entre décideurs publics et l'industrie. Cette démarche, selon l'intervenant, ressemble à celle de la COI. Cette dernière et la FSR ont engagé un partenariat de deux ans dont un peu plus de la moitié du contenu a été proposé.

En matière de formation, les offres sont de trois types : en ligne ; résidentiels et mixtes.

La discussion des pratiques a lieu à Florence, à travers l'Europe et toujours en ligne. La FSR propose une large gamme d'occasions pour la délibération ouverte et l'échange de connaissances.

La recherche appliquée est une mission dont l'école s'acquitte dans le but de développer une régulation énergétique et des pratiques pertinentes aux plans économique, juridique et social.

Au cœur du système solaire, le *Knowledge Hub* compte trois planètes : *Innovative Training*, *Applied Research* et *Policy Dialogue*, chacune ayant ses lunes, trois pour la formation, chaque lune indiquant une des offres évoquées plus haut.

La discussion des pratiques compte quatre liens, vers les outils permettant d'élargir le dialogue : ateliers ; conférences & forums ; webinars & débats ; vidéos et podcast.

La recherche appliquée, quant à elle, s'appuie aussi sur quatre moyens de dissémination : documents d'orientation, rapports, livres et journaux scientifiques.

La FSR a développé un système mondialisé de développement des compétences. Cela est illustré en prenant le cas de figure de la COI.

En revenant au triangle du *Knowledge Hub*, son sommet, la formation innovante, a requis un engagement à long terme auprès des Comores, Madagascar,

Maurice, La Réunion et les Seychelles, pour une offre mixte de formation, en présentiel et en ligne.

La pointe du triangle, évoquant la discussion des pratiques, a requis de faciliter des discussions sur des sujets spécifiques liés à la recherche.

La pointe évoquant la recherche invite à effectuer des cartographies comparatives de la régulation dans les différents pays, s'engageant profondément à travers un projet de recherche tel que les meilleures pratiques en matière d'EnR au sein de la COI.

La sollicitation du réseau FSR et le partenariat avec lui pour des activités mondialisées facilite l'apprentissage mutuel au niveau global.

Le cycle de formation mixte de la COI comportait trois modules conçus sur mesure pour les participants indianocéaniens.

Le premier module fut une formation de lancement de trois jours, en présentiel et résidentiel. Il proposait une introduction au système énergétique et à la régulation des réseaux, à l'énergie renouvelable et à son mode d'introduction dans les systèmes énergétiques, également à l'optimisation de l'EE.

Le deuxième module fut une formation en ligne de huit semaines, concentrée sur la régulation du secteur énergétique, permettant aux participants de se concentrer sur les principaux défis de leur territoire.

Le troisième et dernier module fut une formation résidentielle de deux jours qui permit aux participants de présenter la situation de leurs pays respectifs et de discuter de la régulation des EnR et de l'EE dans leurs pays.

Les formations peuvent être engagées à divers niveaux :

- *Investigator*, en vue de découvrir et de comprendre le contenu du cours ;
- *Advocate*, en vue, de surcroît de discuter et de débattre avec ses pairs ;
- *Master*, en vue de pouvoir aussi se livrer à de la recherche et analyser les données obtenues.

Evolution du cadre institutionnel et régulateur aux Seychelles : challenges et perspectives

Tony Imaduwa, *directeur général de la Commission énergie des Seychelles*

Les Seychelles dépendent lourdement de combustibles fossiles importés. L'isolement de l'archipel dans l'océan et son éloignement ajoute au coût d'importation d'hydrocarbures.

Le caractère intermittent des EnR rend difficile leur intégration au réseau national. Néanmoins, la crise du pétrole de 2007/08 a été une sonnette d'alarme, un groupe de travail (Task Force) étant alors constitué pour revoir le secteur énergétique.

La *Seychelles Energy Commission* fut établie en 2009, en remplacement du Energy Bureau, avec pour mission de superviser et de planifier l'approche du gouvernement en matière d'énergie.

La *Seychelles Energy Policy 2010-2030* (SEP 2010-2030, Politique énergétique des Seychelles, 2010-2030), rendue publique en 2010, a pour but principal de développer un secteur des EnR. Les objectifs clés sont i) de réduire la dépendance des carburants fossiles importés ; ii) d'améliorer l'EE et iii) de diversifier le mix énergétique à travers le développement des EnR.

Le SEP 2010-2030 a fixé à 15 % la part des EnR dans le mix énergétique des Seychelles en 2030.

Une nouvelle législation, la *Seychelles Energy Act 2012*, en vigueur depuis 2013, a institué un poste de régulateur de l'électricité et ouvert le marché de la production d'électricité à des participations privées.

Un programme de rééquilibrage des tarifs a été lancé en 2012, sur une période de dix ans. Ils seront graduellement ajustés afin d'atteindre des niveaux permettant le recouvrement des coûts ainsi que des structures tarifaires selon les activités.

Les engagements des Seychelles – petit Etat insulaire en développement - auprès de SIDS DOCK comprennent, entre autres, une étude de l'absorption du réseau d'EnR variables ; l'établissement d'un code de réseau pour les EnR ; un *Purchasing Power Agreement* (PPP, protocole pour l'achat d'énergie à des producteurs privés).

Aux Seychelles, il existe cinq institutions liées aux hydrocarbures, chacune ayant son rôle :

- Le ministère de l'Environnement, de l'Energie et du Changement climatique (MEECC) est responsable de la formulation des politiques, stratégies et plans d'action. C'est le ministère de tutelle de la *Seychelles Energy Commission* et de la *Public Utilities Corporation*.
- La *Seychelles Energy Commission* (SEC), instituée en juillet 2009, supervise et planifie l'approche du gouvernement en matière énergétique. L'adoption de la *Energy Act*, en 2012, a valu à la SEC de devenir l'organisme responsable de la définition et de la mise en œuvre de la politique énergétique nationale ainsi que le régulateur du secteur de l'électricité. La fonction de conseil auprès du MEECC et du gouvernement des Seychelles en matière d'énergie sont aussi conférées à la SEC par la loi.
- La *Public Utilities Corporation* (PUC) est un corps paraétatique constitué le 1er janvier 1986, responsable sur les trois principales îles des Seychelles i) des production, transmission, distribution et vente de l'électricité ; ii) des travaux liés à l'eau, à son traitement et à sa distribution et iii) des eaux usées, de leur collecte et assainissement.
- La *Seychelles Petroleum Company* (SEYPEC) s'occupe d'activités pétrolières en aval : importation, réexportation, stockage et distribution de produits pétroliers ; gestion des navires pétroliers.
- Petro-Seychelles promeut la prospection pétrolière et gère les activités pétrolières en amont.

A ce jour, la régulation du secteur de l'électricité relève des dispositions de la *PUC Act 1986*. La régulation pour l'électricité n'est pas encore rédigée. Il n'existe pas de règlement pour la connexion de production distribuée, cela est géré en interne entre la SEC et la PUC.

La *Energy Act 2012* requiert l'obtention d'une licence, entre autres pour la production distribuée. Cela est régi par les *Energy (License) Regulations 2016* et administré par la SEC. La loi de 2012 prévoit également l'adoption de règles pour la comptabilité, les frais de connexion au réseau et la qualité des services.

Le secteur énergétique aux Seychelles est confronté à des défis.

Il existe des manquements juridiques et de politique qui doivent être examinés

- Révision de la *Energy Policy 2010-2030*, des *Energy Act* et *PUC Act* ;
- Règlements techniques à adopter ;
- Elaboration d'un plan stratégique pour les EnR et l'EE (incluant un audit des ressources).

Les défis techniques sont les suivants :

- Capacité humaine limitée ;
- Déficit d'infrastructures (vétuste, faible capacité d'absorption du réseau en présence d'une abondance d'énergie renouvelable variable, notamment solaire) ;
- Les défis financiers sont, eux, tributaires d'un budget limité et du manque de fonds pour les études/activités majeures.

Les Seychelles ont largement avancé au cours des dix dernières années mais l'environnement régulatoire est encore naissant. Les cadres institutionnel et juridiques nécessitent d'être établis de manière appropriée et d'être respectés. L'accent doit être mis sur le développement de compétences, pas seulement du régulateur mais de toutes les parties prenantes. Le cadre économique également devra assurer la viabilité économique et la durabilité du secteur.

La régulation de l'électricité à Madagascar : vers un nouveau cadre juridique et institutionnel

Aimée Andrianasolo, *présidente exécutive du Conseil de l'électricité de l'Office de régulation de l'électricité (ORE), Madagascar*

En moins de 20 ans, Madagascar a connu une évolution significative de son secteur électricité. Monopole d'Etat jusqu'à 1999, l'électricité dans la Grande Île a connu par la suite une libéralisation de son marché d'approvisionnement, avec plus d'une trentaine d'opérateurs privés, le taux d'électrification passant de 10 à 15 %. A partir de 2018, au titre de la Nouvelle politique énergétique (NPE) et des dispositions de son Code de l'électricité, Madagascar se donne pour objectif un accès de 70 % de la population à l'électricité. La Grande Île vise un apport de 50 % de renouvelables, dont trois quarts en hydro, un vingtième en éolien et encore un vingtième en solaire.

En prévision de la période 2015-2030, il est entrevu que la NPE pose les défis suivants :

- pour ce qui est de l'électricité, outre le pourcentage d'accès et la nature du mix (70 % d'accès ; 37,5 % en hydro, 5 % en PV et éolien), le développement du réseau interconnecté ;
- au chapitre de la biomasse, il faudra une délimitation territoriale des zones d'exploitation du bois-énergie ;
- le reboisement vise une surface de 35 000 à 40 000 hectares par an ; reboisement aussi à des fins de production de bois-énergie ; pour la gestion forestière, il importe de protéger les bassins versants ; les pouvoirs publics évoquent aussi une fiscalité incitative et limitative ;
- pour ce qui est de l'énergie domestique, il est prévu de réduire la consommation pour la cuisine grâce aux foyers économes. Pouvant servir de réchaud, de four ou de barbecue, ces dispositifs efficaces de combustion devraient permettre, en 2030, une économie de 40 000 TJ (l'équivalent d'environ 11 100 GWh) ;

La loi de 2017 établissant un nouveau code de l'électricité prévoit :

- l'intégration des sources d'EnR dans la législation ;
- la définition de nouveaux seuils pour les contrats ;
- la clarification des attributions des acteurs du secteur : ministère de l'Eau, de l'Energie et des Hydrocarbures (MEEH), Autorité de régulation de l'électricité (ARELEC), Agence de développement de l'électrification rurale (ADER), Fonds national de l'énergie durable (FNED) ;
- l'allègement des procédures d'autorisation, de concession et de déclaration ;
- la création de la licence de fourniture à label « Fournisseur Vert » ;
- le renforcement des pouvoirs du régulateur (ARELEC) ;
- l'élaboration d'un Grid Code sous la supervision de l'ARELEC.

Les Assises de l'énergie : propositions concernant le contexte institutionnel et la gouvernance de la politique énergétique avec quels objectifs pour 2025

Djanfaar Abdouroihamane*, secrétaire général à la Vice-Présidence en charge de l'énergie, Union des Comores*

Le profil énergétique actuel de l'Union des Comores laisse entrevoir des infrastructures de production électrique et de distribution vétustes ; une dépendance totale des énergies fossiles et du bois ; un potentiel d'EnR faiblement exploité ; un taux d'accès très faible, malgré un taux de couverture géographique élevé ; un coût de production de l'électricité jugé élevé ; un capital humain insuffisant en quantité et en qualité ; une gouvernance du secteur marquée par l'absence de cadre légal, réglementaire et institutionnel adapté.

La nouvelle politique énergétique, appliquée à l'horizon 2030, a pour objectif global de contribuer au développement durable du pays, à travers la fourniture de services énergétiques accessibles au plus grand nombre, à moindre coût et favorisant la promotion des activités socioéconomiques.

De manière plus spécifique, les objectifs pour 2030 sont :

- la maîtrise du niveau de dépendance énergétique ;
- le développement de l'accès à l'énergie ;
- l'inscription dans une logique économique viable et pérenne ;
- l'inscription dans une logique de développement durable.

Pour atteindre ces objectifs, les principaux leviers seront le cadre réglementaire et institutionnel ; l'exigence éthique de la gouvernance ; le financement ; les compétences ; la fiabilité de l'outil industriel ; la communication et la mobilisation ; le secteur privé et les partenariats.

En route vers 2030, les principaux axes stratégiques seront :

- le développement et la diversification de l'offre énergétique sur les îles ;
- le développement et la promotion des initiatives de maîtrise de l'énergie ;
- l'élaboration et la mise en œuvre d'un observatoire et le pilotage de l'énergie ;
- la définition d'une politique tarifaire en appui à la politique d'accès à l'énergie ;
- l'amélioration du cadre institutionnel, législatif et réglementaire ;
- le renforcement des capacités de tous les acteurs (privés, publics et parapublics).

En vue d'une nouvelle politique de l'énergie à l'horizon 2030, les Assises de l'énergie de 2017 ont recommandé :

- une sécurité énergétique garantie pour tous ;
- un mix énergétique exploitant les ressources renouvelables ;
- le déploiement d'un plan national d'efficacité énergétique et le développement du capital humain nécessaire ;
- la compétitivité du secteur où devront apparaître un entrepreneuriat dynamique et les conditions de la croissance.

Dimension d'un cadre régulateur opérationnel : évaluation d'un contexte régulateur pour le secteur électrique

***Alfred D. Byigero**, directeur général de l'Autorité de régulation des services publics (URA), Maurice*

Un cadre régulatoire effectif comprend deux composants principaux : la gouvernance de la régulation et sa substance. Ce sont les deux piliers de l'indice de gouvernance, norme d'évaluation comparée des instances de régulation.

Le premier pilier, la gouvernance de la régulation i) comprend la conception institutionnelle et juridique du cadre réglementaire et ii) définit le cadre dans lequel le régulateur effectue ses arbitrages.

La gouvernance de la régulation comprend des attributs formels :

- le mandat juridique, soit l'existence d'une législation régulant le secteur de l'électricité ou de l'énergie ; le régulateur également tient son mandat d'un acte législatif ;
- la clarté des rôles et des objectifs : les devoirs, pouvoirs et fonctions du régulateur sont clairement énoncées par le droit primaire ; les obligations des services et les fonctions du régulateur sont codifiés dans une licence ou un contrat ;
- l'indépendance : cela implique son inscription formelle vis-à-vis du gouvernement et du législatif, se déployant également vis-à-vis des parties prenantes du secteur, mise en valeur dans le processus de décision et pertinente également en matière financière et budgétaire ;
- la redevabilité, nécessitant la présentation d'un rapport annuel et de comptes audités. Cela consiste aussi à offrir au service soumis à régulation et aux parties prenantes de contester les décisions du régulateur devant la justice, faire appel au régulateur ou à une instance spécialisée.

Il est essentiel que le mandat juridique soit clair, les devoirs, pouvoirs et fonctions du régulateur définis par les dispositions de la législation. Les

décisions de l'instance d'appel doivent également être motivées, cela en vertu des dispositions de la loi.

La participation des parties est facilitée, notamment à travers leur consultation avant les décisions majeures, selon diverses formules : audiences publiques, procédés ad hoc, panels de consommateurs. Par ailleurs, pour ce qui est de l'accès à l'information, la législation, les formulaires de demandes d'agrément, les commentaires lors des consultations sont accessibles aux parties, de même que les décisions prises, dont celles portant sur des services régulés.

Le deuxième pilier, la substance de la régulation i) se réfère au contenu effectif et à la pratique de la régulation et ii) évalue les décisions mises en œuvre par le régulateur et la logique de ses décisions.

Le contenu de la régulation comporte des aspects économiques, techniques et qualitatifs, relevant aussi du cadre d'accréditation.

- la régulation économique nécessite des directives sur la fixation des tarifs, le cadre régulateur comprenant les EnR connectées au réseau, les systèmes de miniréseaux et les systèmes autonomes.
- la régulation technique porte sur la qualité du service et le signalement, les miniréseaux et le cadre d'EE, dont la surveillance des gaz à effet de serre et l'application de la taxe carbone.
- pour ce qui est de la qualité de l'électricité commerciale… s'assurer que les régulations quant à la qualité du service recouvrent la qualité commerciale ; identifier les secteurs commerciaux clés régulés sous l'angle qualitatif.
- pour la mise en place du cadre d'accréditation, des modèles différents seront adoptés, en fonction de la taille des systèmes ; les domaines couverts par l'accréditation seront arrêtés avec précision ; des cadres simplifiés seront préférés pour les petits systèmes ; une régulation douce sera mise en œuvre.

Planification énergétique à Maurice pour 2030 : objectifs en faveur de la contribution des EnR

***Hemant Muntra**, de la direction technique, ministère de l'Energie et des Utilités publiques*

La puissance installée en 2016 était de 468 MW, soutenant une consommation de 2 788 GWh. Une étude de la demande fait apparaître la nécessité, en 2030, d'une puissance installée de 599 MW, en prévision d'une consommation de 3 497 GWh, une hausse de 28 % par rapport à la puissance installée en 2016 et de 25,4 % par rapport à l'énergie consommée 14 ans plus tôt. Pour 2020 et 2025, respectivement, le MEPU prévoit des capacités de 523 et 565 MW, pour une consommation de 2 974 et 3 240 GWh.

La planification en vue des objectifs arrêtés nécessite une méthodologie rigoureuse. Cela implique la définition d'un outil d'analyse à critères multiples, pour corréler divers objectifs potentiels :

- la maturité de la technologie :
- le coût actualisé de l'électricité (LCOE) ;
- les incidences environnementales ;
- l'intermittence énergétique ;
- l'incidence sur l'utilisation des terres.

La pratique à Maurice requiert quatre étapes, la première étant la reprise de l'analyse, en mode itératif, des options en matière de pourcentage de renouvelables dans le mix énergétique.

Ces itérations à critères multiples ont porté sur un pourcentage d'EnR de 35 % en 2025, également sur des niveaux arrêtés théoriquement à 40 %, 50 % et 60 % en 2030.

L'option retenue en 2008 et réaffirmée en 2015, soit de 35 % d'EnR en 2025, est retenue. Pour 2030, divers niveaux d'ambition sont plausibles.

Les trois autres étapes du protocole d'analyse impliquent de :

- comparer les chiffres ci-dessus, ainsi que ceux des rapports de R. Shea, du cabinet Maxwell Stamp, des énergiciens australiens de Carnegie Clean Energy, aux courbes prévisionnelles de durée de charge en 2025 et 2030, pour s'assurer qu'il n'y a pas de conflit.
- déterminer la moyenne annuelle des coûts actualisés de l'électricité, pour les renouvelables et pour l'ensemble du système, en s'assurant que l'objectif ne soit pas en conflit avec la courbe prévisionnelle de durée de charge pour l'année appropriée.
- effectuer l'analyse de demande et d'offre énergétique.

Le MEPU observe que, en 2016, les renouvelables contribuaient à hauteur de 19,1% au mix énergétique, ce pourcentage décomposé comme ci-dessous :

- éolien terrestre (0,5 % du mix énergétique) ;
- solaire (total de 1,06 %) ;
- biomasse, 13,3 % ;
- gaz de décharge, 0,7 % ;
- hydroélectricité, 3,6 %.

En 2020, l'ensemble des EnR devrait avoir atteint 29,7 % de la consommation énergétique, cela décomposé comme suit :

- éolien terrestre (2,2 % du mix énergétique) ;

• solaire (total de 7,2 %) ;

• biomasse, 11,8 % (en baisse de pourcentage par rapport à 2016 mais pour une production inchangée) ;

• gaz de décharge, 0,8 % ;

• valorisation énergétique et déchets solides, 4,7 % ;

• hydroélectricité, 3 %.

Analysant les propositions des divers rapports soumis, et leurs feuilles de route pour atteindre les objectifs de 2025, le MEPU observe que :

• pour atteindre son objectif de 40 %, Maxwell Stamp occasionne une charge de base excessive mais aussi un déficit de 146 GWh dans la semi-base ;

• pour atteindre son objectif de 34 %, Carnegie Clean Energy occasionne un déficit de 100 GWh en semi-base, nécessitant d'être compensé avec des sources fossile, ce qui est indésirable.

• pour atteindre son objectif de 33,1%, R. Shea s'appuie sur des quantités irréalistes de bagasse.

L'analyse des objectifs en matière d'EnR pour 2030 est en cours et, à cet effet, une feuille de route devrait bientôt être approuvée par l'exécutif.

Planification énergétique de la Réunion pour 2030 : quelle vision et quels objectifs ?

***Alain Guezelo**, Représentant du Conseil régional Réunion*

Dans toutes les régions de France, dont La Réunion, le Schéma régional climat air énergie (SRCAE), est l'un des outils créés à la suite du Grenelle de l'Environnement de 2007. Il décline aussi aux échelles régionales une partie du contenu de la législation européenne sur le climat et l'énergie.

Créée par loi no 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte (LTECV), la Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) identifie les actions publiques prioritaires pour la gestion de l'ensemble des formes d'énergie.

• la PPE devient le volet énergie du SRCAE ;

• elle est définie sur la période 2016/2023.

Publiée en avril 2017, devant être révisée d'ici à fin 2018 pour les périodes 2019-2023 et 2024-2028, la PPE à La Réunion comprend six grands volets :

• la sécurité d'approvisionnement et la sûreté du système énergétique ;

• la baisse de la consommation et l'efficacité énergétique ;

• le développement des renouvelables et de la récupération ;

• la gestion des réseaux, du stockage, de la transformation des énergies et du pilotage de la demande ;

• la compétitivité des prix ;

• le coût des compétences et des ressources humaines.

L'ensemble du parc de production des EnR comportait, à fin 2017, une puissance installée de 342 MW. La PPE prévoit que cela atteigne 574 MW en 2023. Une baisse de 4 % de la consommation d'énergies fossiles est prévu pour 2018. Cela baissera de 10 % en 2023 (sur la base de 2014) et de 23 % en 2028.

A échelle réunionnaise, la définition et la mise en œuvre de la PPE a nécessité, en janvier 2014, la mise en place d'une gouvernance énergie qui réunit les décideurs suivants :

• la Région Réunion en tant que chef de file ;

• l'Etat ;

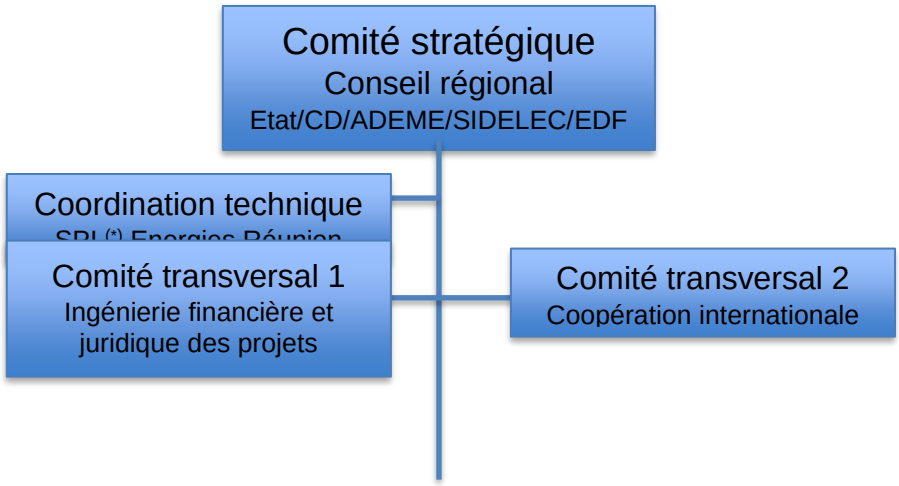
• le Conseil départemental (CD) ;

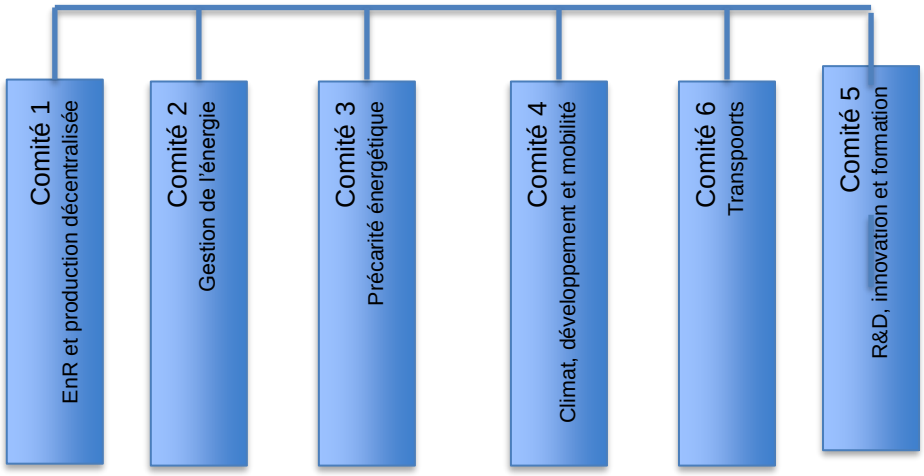
• l'Agence de l'environnement et de maîtrise de l'énergie (ADEME) ;

• le Syndicat intercommunal d'électricité (SIDELEC), et ;

• Electricité de France (EDF).

Pour la mise en œuvre et le suivi des décisions, un comité stratégique de pilotage s'appuie sur huit comités techniques (deux transversaux et six thématiques techniques).





* SPL – Société publique locale. Il s'agit de sociétés anonymes à la disposition des collectivités locales françaises pour la gestion de leurs services publics

La PPE a pour objectifs :

- d'atteindre l'autonomie électrique en 2030, en développant les EnR et en initiant des actions en faveur de la maîtrise de la demande d'énergie ;
- de réduire la consommation d'énergies fossiles dans le secteur du transport et d'encourager les modes doux de mobilité ;

Pour atteindre ces objectifs, la PPE est en lien avec :

- le Schéma régional de raccordement au réseau des EnR (S3RenR) ;
- le Schéma régional biomasse ;
- le Plan régional de prévention et de gestion des déchets ;
- le Schéma régional des infrastructures et des transports.

À partir d'un état des lieux dressé en 2013, la PPE actuelle établit les conditions permettant entre 2016 et 2023 :

- d'augmenter les gains annuels d'efficacité énergétique pour atteindre, à l'année 2023, 360 GWh électriques économisés ;
- de développer massivement les EnR garanties (+190 %) dans le mix électrique ;
- de poursuivre le développement (+44 %) à partir de sources d'énergies renouvelables intermittentes ;
- de faire évoluer le seuil de déconnexion des énergies intermittentes : de 30 % en 2014 à 35 % en 2018 puis viser une fourchette de 40 % à 45 % à échéance 2023 ;
- d'initier la transition vers un système de transport propre et efficace.

Les objectifs de la nouvelle PPE sont :

- 492 GWh évités en cumulé sur 2019-2023
- 785 GWh évités en cumulé sur 2024-2028

Ces objectifs seront tributaires, entre autres, des actions de maîtrise de la demande d'énergie (MDE) ci-dessous :

- développement de compteurs numériques ;
- apparition de la Sea Water Air Conditioning (SWAC, la climatisation au moyen de l'eau de mer à basse température) au Sud à partir de 2021 et au Nord à partir de 2022 ;
- le soutien du FEDER pour l'éclairage public ;
- la MDE dans le tertiaire, le commerce, l'industrie.

Filière	Puissance installée (MW)			Objectif révision PPE (MW supplémentaires)	
	Bilan à fin 2017	2018 Objectif PPE en vigueur	2023 Objectif PPE en vigueur	2023	2028
Combustion biomasse		-	-	-	-
Méthanisation	4,4	6,9	10,4	2,2	4,4
Gazéification		1	4	1	4
PV avec stockage	19	47,5	77,5	150	250 à 350
PV sans stockage	168,9	193,6	231,6		
Hydraulique	133,2	134,1	173,1	6	7
Éolien	16,5	24,5	41,5	25	65 à 85
Déchets / UVE		0	16	NC	NC
Éolien Offshore		0	5	0	0 à 40
Autres énergies marines				2	2 à 10
Géothermie		0	5	5	5
Récupération : ORC		5	9,7	1,5	1,5
Parc de production ENR	342	413	574		

Pour les transports, les objectifs sont :

- 1) l'augmentation significative de la part modale des transports en commun : 8 % en 2018 ; 11 % en 2023 ; 15 % en 2030 ;
- 2) la baisse de consommation d'énergies fossiles : 4 % en 2018 ; 10 % en 2023 (en partant de 2014) ; 23 % en 2028.

Planification énergétique : jeu d'acteurs et projets

Mamy Razanajatovo, *ingénieur principal en charge de la planification énergétique et de la mise en œuvre de la politique de l'énergie à la Commission Energie des Seychelles (SEC) et Point focal national COI, Seychelles*

Les Seychelles ont compté une unité de planification énergétique depuis 1987, profitant de diverses formations, sur place et hors de l'archipel, pour développer les capacités de leurs ressources. En 2015, la consommation annuelle d'électricité fut de 407 GWh. L'accès est à 100 % et la demande croît de 5 % annuellement.

Les EnR comptent pour 2,3 % du mix énergétique. Très largement tributaire de leurs importations d'énergie fossile, les Seychelles se sont données, comme

objectif pour 2020, un recours de 5 % aux EnR, les seules disponibles étant l'éolien, le solaire et la biomasse.

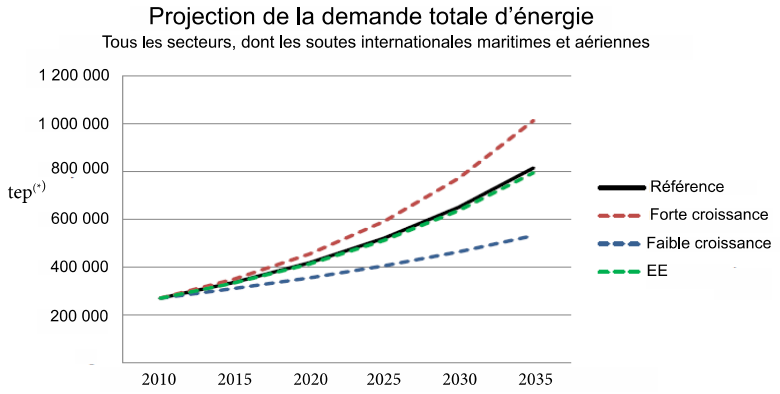
Pour 2030, l'objectif avait été arrêté à 15 % mais la nouvelle intention serait d'atteindre 25 %. Une fourchette entre 50 et 90 % est évoquée pour 2050. Dans la configuration actuelle, les capacités d'absorption d'une production photovoltaïque par le réseau restent limitées.

En 2015, l'assistance de la Banque mondiale fut sollicitée pour une étude en vue d'un plan à moindre coût de développement énergétique, cela en vue de se prémunir contre des offres non sollicitées d'investisseurs.

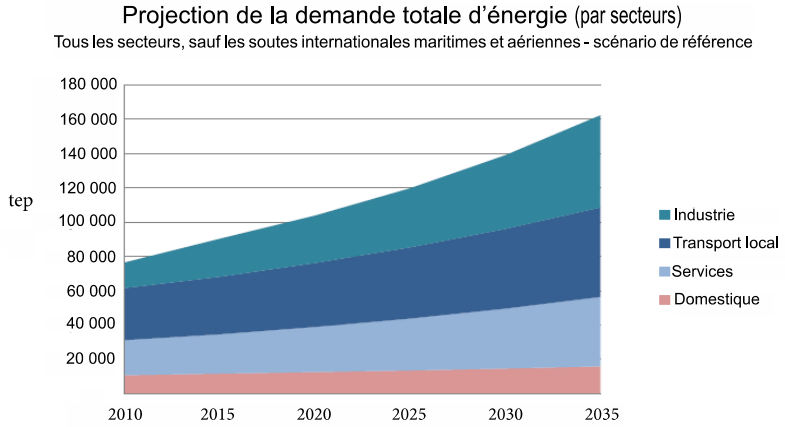
Seypec, la compagnie pétrolière nationale des Seychelles et Petro Seychelles, organisme de prospection pétrolière, opèrent sous la tutelle directe de la présidence de la République. C'est le ministère de l'Energie, de l'Environnement et du Changement climatique qui exerce la responsabilité de tutelle vis-à-vis de la Public Utilities Corporation et la Seychelles Energy Commission, respectivement service public de l'eau et de l'électricité et commission de régulation du secteur énergétique. Les producteurs indépendants ne sont en rapport qu'avec la SEC.

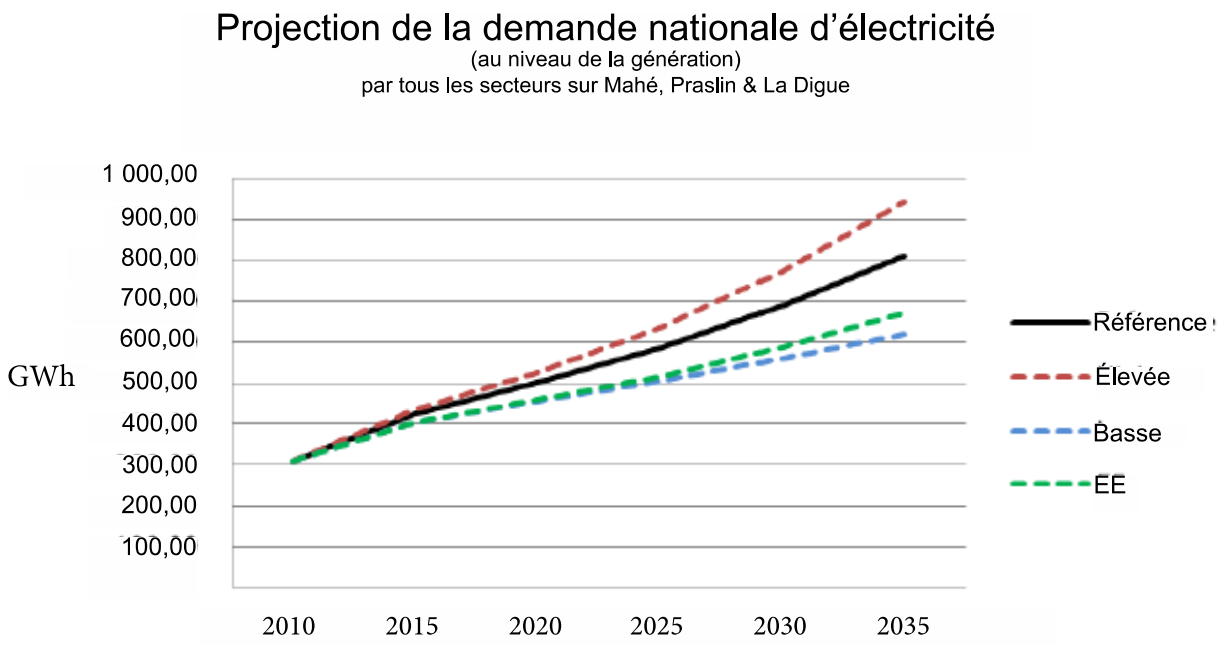
Pour sa planification énergétique, la SEC a adopté une approche en six étapes :

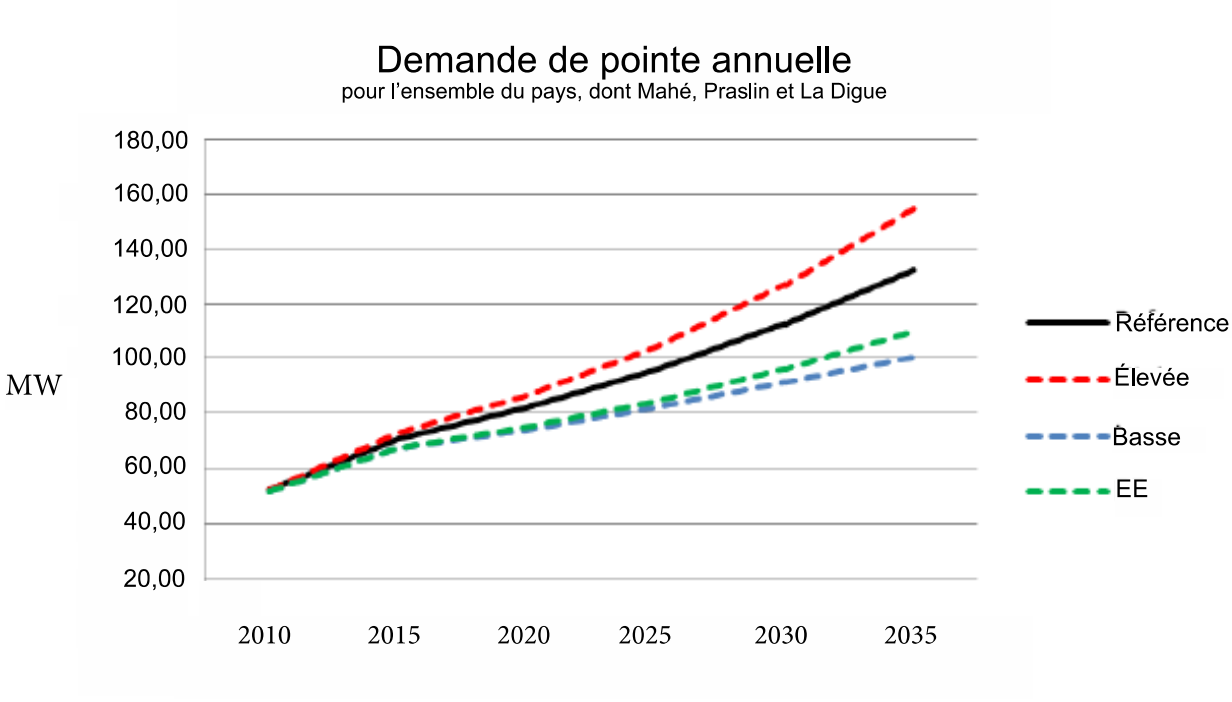
- le diagnostic du système énergétique. Pour appréhender toutes les infrastructures physiques liées à l'énergie ; l'importation de carburants, son stockage et son réseau de distribution ; les centrales, les lignes de transmission et les dispositifs d'énergie renouvelable ;
- la constitution de base de données énergétiques, notamment temporelles, sur tout ce qui relève de l'importation et la réexportation de carburants, la consommation nationale, la génération d'électricité, la production de renouvelables ;
- la comptabilisation du solde énergétique national annuel. Un système de comptabilité nationale de l'énergie, procurant un tableau détaillé de l'offre et de la demande énergétique, par type d'énergie et par secteur, pour une année donnée ;
- la modélisation de la demande d'énergie. En utilisant un modèle simple tel que $E = k. (Pop)^a \times (PIB)^b \times (Coût\ de\ l'énergie)^c$ Il est aussi possible d'utiliser une solution informatique telle que MAED (*Model for Analysis of Energy Demand*) qui évalue les demandes futures d'énergie en s'appuyant sur des scenarios de développement socioéconomiques, technologiques et démographiques à moyen et long termes ;
- la prévision des demandes futures d'énergie. En utilisant tout à la fois des modèles validés et une combinaison de divers scénarios et postulats par rapport à certains paramètres ;
- la modélisation de la fourniture d'énergie. Identifier et déterminer les options d'approvisionnement qui peuvent satisfaire à coûts minimaux la demande pour une période. Cela peut se faire en utilisant un tableur tel que Excel ou avec des solutions dédiées tels que WAsP (*Wind Atlas Analysis and Application Program*) ou MESSAGE (*Model for Energy Supply System Alternatives and their General Environmental Impacts*).



* tep : tonne équivalent pétrole, correspondant à 11 630 KWh







Les Seychelles sont confrontées à certains défis, liés à/aux :

- objectifs arrêtés pour les pourcentages d'EnR dans le mix énergétique : 5 % en 2020 ; 15 % en 2030. La nouvelle intention est d'atteindre 25 % en 2030 et entre 50 et 90 % en 2050 ;
- des ressources renouvelables limitées, à l'exception du solaire et de la biomasse ;
- de faibles capacités d'absorption du réseau à ce jour pour le photovoltaïque et l'éolien.

Une plus forte pénétration des EnR ne signifie pas nécessairement, par ailleurs, un système énergétique optimisé du point de vue économique. Les nouveaux parcs photovoltaïques doivent être équipés de batteries de stockage. Les EnR marines, telles que les vagues, l'énergie thermique des mers (ETM), l'éolien offshore… seront très pertinentes pour des pays insulaires dans le futur mais ne sont pas encore au point.

Pour résumer et conclure au sujet de la planification énergétique aux Seychelles :

- actuellement, la SEC est pratiquement la seule institution du pays qui compte une unité dédiée à la planification énergétique ;
- il est nécessaire dans un proche futur de constituer et coordonner un groupe national de travail (une équipe de chercheurs) sur la planification énergétique ;
- les compétences requises pour cette équipe de chercheurs doivent être consolidées ;
- l'analyse de la demande énergétique, la logique économique des options d'approvisionnement énergétique constituent des champs à étudier.

Planification énergétique à Madagascar : quelles options pour 2025 ?

Augustin Randrianarivony, *directeur des énergies alternatives au Ministère de l'Eau, de l'Energie et des Hydrocarbures et Point focal national COI, Madagascar*

Disposant aujourd'hui d'un accès à l'électricité de 15 %, Madagascar entend jouer sur plusieurs palettes - connexion au réseau et interconnexion, miniréseaux, solutions individuelles - pour électrifier 70 % des ménages d'ici à 2030. Avec un fort potentiel hydroélectrique - 75 % du réseau national - et une politique incitative pour ce qui est du photovoltaïque, la planification entrevoit 692 MW de puissance installée supplémentaire en hydroélectrique et 83 MWc de photovoltaïque. La nouvelle politique de l'énergie 2015-2030 s'est donnée pour objectif 85 % d'EnR dans le mix national de production. L'accès à l'énergie sera aussi tributaire de solutions innovantes et solidaires, largement basées sur le solaire.

L'intervenant a choisi de placer sa présentation dans un cadre de référence constitué par i) la politique nationale, dont le Plan national de développement (PND) 2015-2019 et ii) la Contribution déterminée au niveau national (CDN) de Madagascar sous l'Accord de Paris sur le climat.

Au plan des engagements politiques, Madagascar est signataire de l'Agenda 2030 des Nations unies et de ses 17 objectifs de développement durable. Deux d'entre eux sont directement liés à la thématique des EnR et de la transition énergétique :

• l'objectif 7 : garantir l'accès de tous à des services énergétiques fiables, durables et modernes, à un coût abordable ;

• l'objectif 13 : prendre d'urgence des mesures pour lutter contre les changements climatiques et leurs répercussions.

Au sujet des gisements renouvelables disponibles, le PND observe :

• *« Le système énergétique, dans son état actuel est axée sur la fourniture, et non sur les besoins en énergie, et manque par ailleurs de synergie intersectorielle ;*

• *« Les potentiels en énergie propre et renouvelable comme l'hydroélectricité ne sont pas assez valorisés. Il manque une vision de long terme et d'une manière générale, le financement a souvent été un problème ;*

• *« Madagascar dispose d'un potentiel géothermique et d'un grand potentiel en matière d'énergies renouvelables mais l'exploration est encore à un stade précoce voire même très peu exploité jusqu'à présent ;*

• *« En matière d'énergie solaire, de nombreuses régions du pays ont plus de 2 800 heures d'irradiance annuelle. Avec une moyenne de 2000 kWh/m²/an, Madagascar est parmi les pays les plus riches en potentiel d'énergie solaire en Afrique. L'insolation moyenne horizontale est 5,5 kWh/m²/jour, dans la majorité de la superficie du pays ;*

• *« En ce qui concerne le potentiel éolien, en général, la partie nord et la partie sud ont des vitesses de vent de plus de 7m/s (50 m de haut) favorables à la production d'électricité ;*

• *« Quant au potentiel hydroélectrique, il est estimé à 7 800 MW. Cependant, seulement 165 MW sont actuellement exploités ;*

• *« Madagascar compte actuellement sept centrales hydroélectriques, ainsi que 11 petites/microcentrales hydroélectriques. En termes de biomasse, celle dans le sud a été identifiée comme ayant un fort potentiel de production d'énergie ;*

• *« Les projets d'investissement dans le domaine des biocarburants sont également identifiés, favorisés par la loi régissant le secteur de l'éthanol qui a été adoptée en 2013 ».*

Pour ce qui est du climat, la Grande-Île s'est engagée, au titre de sa CDN sous l'Accord de Paris à :

• réduire de 14 % les émissions de gaz à effet de serre, soit 30 $MtCO_2e$ (tonne métrique équivalent gaz carbonique) ;

• augmenter de 32 % la capacité d'absorption des gaz à effets de serre, soit 61 $MtCO_2e$;

• atteindre au moins 79 % d'EnR dans le mix énergétique.

La stratégie en vue de l'accès, en 2030, de 70 % des ménages à l'énergie moderne reposera sur i) la multiplication des connexions au réseau et l'interconnexion ; ii) les miniréseaux et iii) les solutions individuelles.

Pour ce qui est du réseau national, les 85 % d'EnR entrevues seront constituées de 75 % d'hydroélectrique, de 5 % d'éolien et de 5% de solaire. 15 % du mix sera produit en thermique.

Distribuant seulement 75 % d'EnR, les miniréseaux seront alimentés, en moyenne, par 50 % d'hydroélectricité, 20 % de biomasse et 5 % de solaire, les 25 % restants venant de sources thermiques.

En 2018, pour soutenir l'accroissement de la puissance installée, de la connexion au réseau et de l'interconnexion des réseaux existants, on note cinq grands projets hydroélectriques :

- Ranomafana sur l'Ikopa : 80 MW
- Volobe Amont sur l'Ivondro : 90 MW
- Sahofika sur l'Onive : 300 MW
- Ambodiroka sur la Betsiboka : 42 MW
- Antetezambato sur la Mania :180 MW

Parallèlement, quatre grands projets solaires sont en chantier :

- Green Yellow - Ambatolampy : 20 MWc
- Lisoen - Amboanjobe : 28 MWc
- IFC Scaling Solar – Ambohitrabiby : 30 MW
- Canopy Nosy Be : 5 MWc

Les solutions individuelles, les lampes solaires et les systèmes solaires domestiques (SSD) seront soutenus par des formations comme celle procurée à des femmes malgaches au *National Barefoot College*, dans le Rajasthan, en Inde. Des initiatives comme celles de HERi et de JIRO-VE sont également notées.

HERi Madagascar et JIRO-VE sont des start-up sociales mettant à la disposition de villageois dans des zones non électrifiées des kiosques solaires, leur donnant accès à l'électricité pour divers usages de base.

Les moyens mis en œuvre pour assurer l'accès, en 2030, de 70 % des foyers malgaches à l'électricité sont :

- un cadre réglementaire ;
- des partenariats
- l'électrification rurale ;
- la coordination intersectorielle ;
- l'équilibrage de la tarification et les subventions ;
- la santé financière et les investissements

Atelier 2 : cadre de stimulation des marchés EE/EnR et retours d'expérience

Les EnR à Maurice : situation actuelle et actions mises en œuvre pour atteindre l'objectif de 35 % : aspects économiques et de régulation technique

***Shamshir Mukoon**, directeur général de la Société nationale d'électricité (CEB), Maurice*

En 2017 la part des EnR dans le mix énergétique de Maurice fut de 17,3 %. Les pouvoirs publics et les parties prenantes se sont engagées, dès 2008, à ce que le mix énergétique en 2025 compte 35 % de renouvelables, engagement confirmé en 2015.

En 2017, 488,9 GWh d'électricité propre, de sources renouvelables, furent injectés sur le réseau national mauricien. Cette même année, la production d'EnR était attribuable au CEB, le service public de production, distribution et vente de l'électricité et aux producteurs indépendants (*Independent Power Producers*, IPP, sucriers pour ce qui est des centrales thermiques). Les parts respectives de ces diverses productions se distribuaient comme ci-dessous :

- bagasse (IPP) : 330,2 GWh ; 67,54 % des EnR ; 11,9 % du total ;
- hydroélectricité (CEB) : 89,2 GWh ; 18,25 % des EnR ; 3,2 % du total ;
- photovoltaïque (IPP) : 30,1 GWh ; 6,16 % des EnR ; 1,1 % du total ;
- gaz d'enfouissement (IPP) : 16,9 GWh ; 3,46 % des EnR ; 0,6 % du total ;
- éolien (IPP) : 11,8 GWh ; 2,41 % des EnR ; 0,4 % du total ;
- déchets canniers (IPP) : 7,5 GWh ; 1,63 des EnR ; 0,3 % du total ;
- PV distribué (particuliers) : 3,2 GWh ; 0,65 % des EnR ; 0,1 % du total.

Plus de 80 % de l'énergie consommée à Maurice est produite de sources fossiles. En l'occurrence i) de l'huile lourde dans les centrales du CEB et ii) du charbon – mélangé à de la bagasse – dans les centrales thermiques des IPP.

Pour une puissance installée de 461,5 MW, l'ensemble du dispositif – fossile et renouvelable - a produit 2 800 GWh en 2017, dont 57 % en provenance des IPP, les trois-quarts à partir du charbon. Ce sont néanmoins également des privés qui sont en première ligne en production renouvelable, autre qu'hydroélectrique. Largement exploitées par le CEB et les sociétés productrices qui ont existé jusqu'à 1964, les ressources hydrauliques ont atteint leur seuil de capacité, leur part dans la production condamnée à réduire par l'effet de la croissance de la demande. L'hydroélectrique n'offre plus de potentiel de développement ; il est appelé à voir réduire sa part dans le mix,

alors qu'il est prévu que celle des autres sources renouvelables devrait nettement augmenter jusqu'à 2025, arrivant au mix ci-dessous :

- bagasse : 17 %
- hydroélectricité : 2 %
- valorisation des déchets : 4 %
- éolien : 2 %
- photovoltaïque : 8 %
- géothermie : 2 %
- Total : 35 %

Pour ce qui est des énergies fossiles, l'huile lourde contribuera, en 2025, à 25 % de la production électrique et le charbon à 40 %.

Lorsque le plan stratégique à long terme de réduction des énergies fossiles fut établi, il était prévu que la part des renouvelables dans le mix énergétique à Maurice serait de 20 % en 2010 et de 24 % en 2015. Pour ce qui est de 2020, la mesure annoncée est de 28 %.

Les parties prenantes estiment que, vers 2030, Maurice aura même dépassé le seuil de 35 % de renouvelables, s'établissant plutôt à 36 %. En route vers 2025 et les 35 % d'énergies propres, Maurice devra augmenter sensiblement sa puissance installée verte. Elle était en 2017 établie à 374,9 MW (314,16 MW pour les divers dispositifs des IPP et 60,74 MW pour les centrales hydroélectriques du CEB).

Suite aux appels à expression d'intérêt lancés en 2015 et 2016, six projets photovoltaïques privés ont été approuvés. Ils sont déjà en chantier et la première entrée en opération est prévue pour novembre 2018, la dernière pour mars 2019. Les six parcs photovoltaïques annoncent conjointement une puissance – de crête – de 63,36 MW.

Suite à un appel à expression d'intérêt lancé en 2010, un parc éolien de 29,4 MW, du consortium Suzlon and Padgreen, sera opérationnel en octobre 2018.

Le CEB s'attend par ailleurs aux montées en puissance suivantes :

- efficience accrue de la centrale d'Alteo (surcroît de 10MWh obtenus de la bagasse et de 24 MWh obtenus de la paille de canne, dès 2022) ;
- trois parcs photovoltaïques de 15 MW de puissance installée chacun (2022) ;
- une unité de valorisation des déchets de 20 à 30 MW (2022) ;
- un parc éolien terrestre 15 MW de puissance installée (2025) ;
- une centrale de combustion de biomasse de 10 MW (2025) ;
- un parc éolien marin de 30 MW de puissance installée (2030).

La nature d'un réseau insulaire, sans possibilité de recours à des réseaux voisins, nécessitera, entre autres mesures de stabilisation : i) dès 2020, une centrale à

turbine à gaz à cycle combiné pour suppléer à l'intermittence des sources renouvelables ; ii) entre 2022 et 2030, l'installation de trois dispositifs de stockage d'énergie au moyen de batteries, de 6 MWh pour les deux premiers et de 10 MWh pour le troisième.

Le retour d'expérience des mesures d'incitation mises en œuvre à la Réunion pour les EnR

***Vincent Levy**, chef du service système électrique à EDF Réunion, France/Réunion*

Le développement de la filière PV à La Réunion est lié aux conditions économiques et politiques, dont l'existence du tarif d'achat incitatif en comparaison des coûts d'achat et d'installation du marché, des appels d'offres et des incitations financières à l'autoconsommation.

La demande de raccordement en PV est plus importante depuis un an grâce à l'existence de nouvelles conditions incitatives. La puissance installée en PV à La Réunion est actuellement d'environ 230 000 kW et devrait atteindre 350 000 kW en 2025. La Réunion obtient principalement son électricité de sources non-renouvelables (40% du charbon et jusqu'à 25% du diesel). L'hydroélectrique représente 15% de la production, la bagasse 10% et les PV et éolien le reste.

Les relations contractuelles entre les producteurs et les distributeurs d'énergie électrique sont, en France, de trois sortes, relevant de trois modes de conclusion d'accord commercial :

- l'obligation d'achat au tarif réglementaire ;
- le choix du soumissionnaire au tarif le plus bas après appel d'offres ;
- le contrat de gré à gré.

Dans le cas de l'obligation d'achat, l'opérateur historique et les nouveaux distributeurs dans les régions où les conditions s'y prêtent y sont soumis vis-à-vis, entre autres, de la production d'énergie obtenue à partir de sources renouvelables. Les tarifs sont garantis sur une longue période ; ils sont révisables et sensiblement supérieurs aux prix de marché. Ils sont fixés par arrêtés ministériels après avis de la Commission de régulation de l'énergie (CRE).

Selon la CRE, *« le système des tarifs garantis ne permet pas de contrôler la quantité d'énergie qui bénéficie du soutien public. En effet, une éventuelle surestimation des coûts de production de la filière par les pouvoirs publics lors de la fixation du tarif assure aux investisseurs une rentabilité très élevée qui peut déclencher une bulle spéculative. La filière photovoltaïque [a illustré] cet inconvénient des tarifs garantis jusqu'à la prise de l'arrêté tarifaire du 5 mars 2011 ».* Ce dernier établit le principe d'une tarification en fonction d'un coefficient, cela calculé en intégrant la puissance de crête de l'installation concernée et celle de l'ensemble des installations raccordées ou en projet sur le même bâtiment ou la même parcelle cadastrale.

A La Réunion, les tarifs du photovoltaïque sont déterminés par l'arrêté du 4 mai 2017 fixant les conditions d'achat de l'électricité produite par des dispositifs solaires sur bâtiment d'une puissance de crête installée inférieure ou égale à 100 kilowatts. Dépendant aussi des dates, soit des saisons climatiques et de l'irradiance, le tarif varie entre 15,66 et 21,60 c€/kWh.

Selon la CRE, *« les appels d'offres (ou quotas avec enchères) permettent de fixer* ex ante *la quantité d'énergie renouvelable bénéficiant du soutien public. Sous cette contrainte globale, les projets sont sélectionnés notamment en fonction du prix d'achat proposé par les candidats. Le tarif d'achat correspond à celui proposé par le candidat dans son offre. La procédure d'appels d'offre permet de maîtriser la production d'énergie renouvelable qui bénéficie du soutien public ».*

La CRE relève certaines raisons occasionnant d'importants coûts de transactions aux appels d'offres :

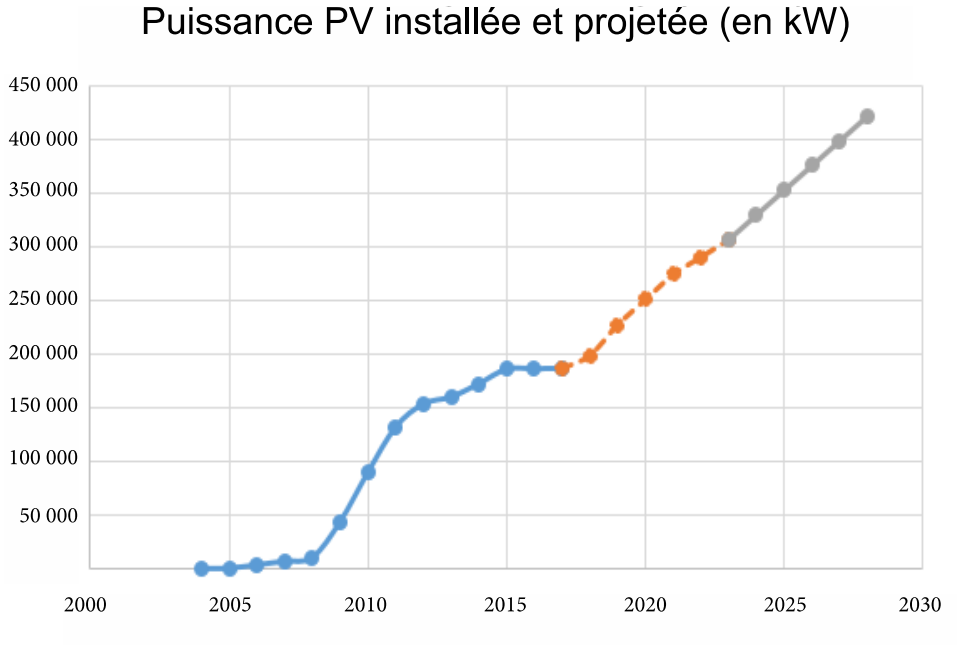
- la concertation préalable sur les conditions générales ;
- la rédaction d'un cahier des charges de plusieurs dizaines de pages ;
- la multiplicité d'acteurs ;
- l'étalement des procédures sur plusieurs trimestres.

Les appels d'offres peuvent aussi être infructueux si les conditions économiques ou juridiques ne permettent pas l'émergence d'une candidature satisfaisant le cahier des charges.

La CRE organise les appels d'offres de l'Etat en matière d'EnR. Elle rédige les cahiers des charges, analyse les offres, les classe et donne au gouvernement un avis, publié au Journal Officiel, sur le choix des candidats par les pouvoirs publics.

Les opérations de gré à gré sont l'aboutissement de négociations directes – ou intermédiées - entre le producteur et l'acheteur unique (EDF), leur contrat validé par la CRE. Découlant des besoins du système électrique, cela est tributaire du croisement des volontés politiques énoncées dans les plans de développement et des porteurs de projets. D'actualité pour les centrales thermiques, la biomasse, les grandes installations hydroélectriques ainsi que pour des filières telles que les déchets, la méthanisation, la géothermie.

Le PV a connu un fort développement au cours de la période 2005-2010 grâce aux tarifs incitatifs, avant de stagner avec l'arrêt de ces conditions. Le nouvel arrêté de mai 2017 fixe des conditions réglementaires et tarifaires jugées très incitatives pour des installations inférieures ou égales à 100kW. La sélection de projets suite à appel d'offres (comprenant des unités de stockage) permettra la mise en service de nouvelles unités en 2019.



L'intervenant a aussi évoqué et évalué les autres filières renouvelables d'actualité à La Réunion :

- l'éolien onshore : à ce jour, le tarif d'achat est intéressant. Le développement de nouvelles éoliennes plus puissantes et résistantes aux conditions cycloniques rend certains porteurs de projets optimistes ;
- la géothermie : selon le gisement exploitable (qui reste assez faible à la Réunion) ;
- la micro-hydraulique : à ce jour, il existe un tarif d'achat incitatif. Certaines collectivités créent les conditions pour valoriser énergétiquement les réseaux d'eau existants ;
- la méthanisation : des petits projets, dont la réalisation est rendue compliquée par le manque de visibilité en termes de valorisation énergétique (absence de tarif d'achat) ;
- l'énergie thermique des mers (ETM) : en attente de maturité technique et économique.

La stimulation de l'efficacité énergétique par la création d'un écosystème à Maurice

***Mickael Apaya**, chargé de mission énergie-environnement et coopération internationale à Business Mauritius, Maurice*

Association indépendante représentant quelque 1 200 entreprises mauriciennes, *Business Mauritius* encourage activement les économies d'énergie dans les divers secteurs d'activité à Maurice.

En soutien à cette démarche, l'engagement du secteur privé mauricien et de ses principales organisations sectorielles a été soutenu et résolu. Fédérés par *Business Mauritius,* l'*Association of Mauritian Manufacturers* (AMA), la *Mauritius Chamber of Agriculture* (MCA), la *Mauritius Chamber of Commerce and Industry* (MCCI), la *Mauritius Export Association* (MEXA) et l'Association des hôteliers et restaurateurs de l'île Maurice (AHRIM) ont constitué un comité de pilotage. D'emblée une perspective régionale fut adoptée, notamment à travers une coopération entre l'AMA et son homologue réunionnais, l'Association pour le développement industriel de la Réunion (ADIR).

Le premier projet mis en œuvre par le comité de pilotage fut, de janvier à mai 2012, la cartographie du potentiel d'efficacité énergétique dans les secteurs industriel et tertiaire. Financée par l'AFD et réalisée par la société de conseil AETS, cette étude a permis les observations suivantes :

- il existait, en 2012, au sein de la communauté des affaires, une perception négative de l'EE et des audits énergétiques ;
- il existait aussi un gisement de l'ordre de 40 à 50 MW d'économies possibles, soit une réduction de la facture énergétique, alors, de 30 millions d'euros (1,2 milliard de roupies) par an, économies réalisées au bénéfice du secteur privé ;
- pour le secteur public, cela se traduisait en réduction de 40 MW de capacité de production, accompagnée de la baisse d'investissements équivalente ;
- l'économie d'énergie permettrait d'éviter l'émission de 173 000 tonnes de gaz carbonique.

A la mi-juillet 2012, le comité de pilotage a adressé à tout le secteur industriel un appel d'expression d'intérêt pour un projet pilote sur la vapeur. Les huit entreprises finalement partenaires furent Innodis, Livestock Feed Ltd, Margarine Industries, Maurilait, Meaders Feed, T&T International Foods Ltd ; Quality Beverages Ltd. Une phase pilote réalisée en 2014 sur les systèmes de production de vapeur de ces entreprises a confirmé les estimations de 2012 : le potentiel d'économies d'énergie était de 10 à 40%, permettant des économies de Rs 800 000 à Rs 14 millions par an.

L'atelier de restitution des audits a rendu compte à la fois i) des économies évaluées pour l'ensemble des huit sites pilotes et ii) des recommandations techniques chiffrées à mettre en œuvre. La synthèse présentée par les

consultants a mis en évidence des gains encore plus importants et plus rentables que ceux préalablement identifiés lors de la cartographie.

En partenariat avec l'UE et l'AFD, *Business Mauritius* a identifié les étapes de la démarche : i) engager un audit énergétique spécialisé ; ii) assurer une liaison formation/action et iii) susciter une sensibilisation nationale. Le *Human Resource Development Council* (HRDC) fut mobilisé pour la formation alors que l'exercice de conscientisation fut assuré par le MEPU, la concertation de ces divers acteurs donnant naissance au PNEE.

L'expertise développée pendant trois ans, auprès de plus de 100 entreprises, a démontré un potentiel d'économie d'énergie de 30 %. Cette réussite a encouragé la COI à demander la mise au point d'un PREE, une déclinaison régionale de la démarche. A Madagascar et aux Seychelles, les comités de pilotage ont été constitués dès 2017, celui des Comores le sera dans le courant de 2018.

Priorités de La Réunion en matière de stimulation du marché de l'efficacité énergétique

***Philippe Beutin**, administrateur Temergie, France/Réunion*

La segmentation des marchés de la consommation d'énergie permet l'identification des priorités en matière de promotion de mesures d'efficacité énergétique. Distinguant les particuliers de l'industrie et du tertiaire, comme des grands consommateurs, cette démarche différenciée permet entre autres d'affiner l'approche de ces consommateurs et de déployer des actions d'efficacité énergétique mieux ciblées.

Pour ce qui est des particuliers, l'information des consommateurs, notamment au sujet des équipements qu'ils utilisent, le soutien qui leur est apporté (pour les chauffe-eau solaires, la pose d'isolants) sont essentiels à la démarche, de même que l'obtention de certificats d'économie d'énergie, de subventions régionales.

Il s'agira aussi d'optimiser le budget énergie, mesurer l'efficacité, comparer la consommation au résultat obtenu.

L'industrie et le tertiaire sont des secteurs-clé, porteurs de vifs enjeux d'efficacité énergétique liés aux usages du froid et de la climatisation. Ces cibles nécessitent des outils d'incitation dédiés, avec l'encadrement de la CRE.

La Réunion consomme 2 800 GWh d'électricité par an et vise une efficacité énergétique cumulée de 492 GWh sur la période 2019-2023.

Les particuliers constituent plus de 40 % des consommateurs d'énergie électrique à La Réunion et peuvent être réceptifs notamment à des actions d'information et de soutien à l'acquisition d'équipement permettant des économies d'énergie.

Consommation par type de client pour les années 2015 et 2016 en GWh

CATÉGORIE DE CLIENT	2015	2016	2016/2015
GROS CONSOMMATEURS	920	931	+ 1,2 %
COLLECTIVITÉ LOCALES	90	93	+ 3,3 %
PROFESSIONNELS	445	458	+ 2,5 %
PARTICULIERS	1 202	1 228	+ 2,2 %
TOTAL	2 657	2 708	+ 1,9 %

Source : EDF - Auteur : oer

Constituant l'autre segment important, l'industrie et le tertiaire incluent des secteurs à forts enjeux d'efficacité énergétique, sensibles à des outils d'incitation tout en étant encadrés par la CRE. Le tertiaire public et privé (regroupant les commerces, les bureaux, les écoles et les hôtels notamment) implique 4 000 sites de bureaux et 130 de grande distribution et de santé (qui consomment à eux seuls 30% de la production électrique totale, notamment avec le froid et la climatisation).

Un état des lieux est nécessaire, secteur par secteur, afin de développer les stratégies et les actions adéquates. Chaque secteur a ses particularités et les défis qui y sont associés : bureaux répartis sur des sites nombreux et différents et ayant des caractéristiques variées, campus universitaires et établissements hospitaliers ayant leurs situations et leurs besoins spécifiques.

Secteur	Conso. Eléc finale estimée (GWh/an)	Part du secteur suivant valeur retenue	Nombre de sites estimés
Grands Commerce alimentaire	230/250	20%	80
Grands Commerce non alimentaire	70/80	5/7%	1900
Petits commerces Dont alimentaire	80/110	8/10 %	3400 1000
Bureaux/administration/services	280/310	25/30%	4100
Hotel/restaurants	140/160	10/14%	1200
Univ/lycée/école	60/70	6%	200
Autres éducation	35/45	3%	600
Hopitaux/cliniques	80/90	6/9%	50
Autres santé	30/40	3 %	2500
Total	1100/1200	100% suivant valeur retenue	16 230

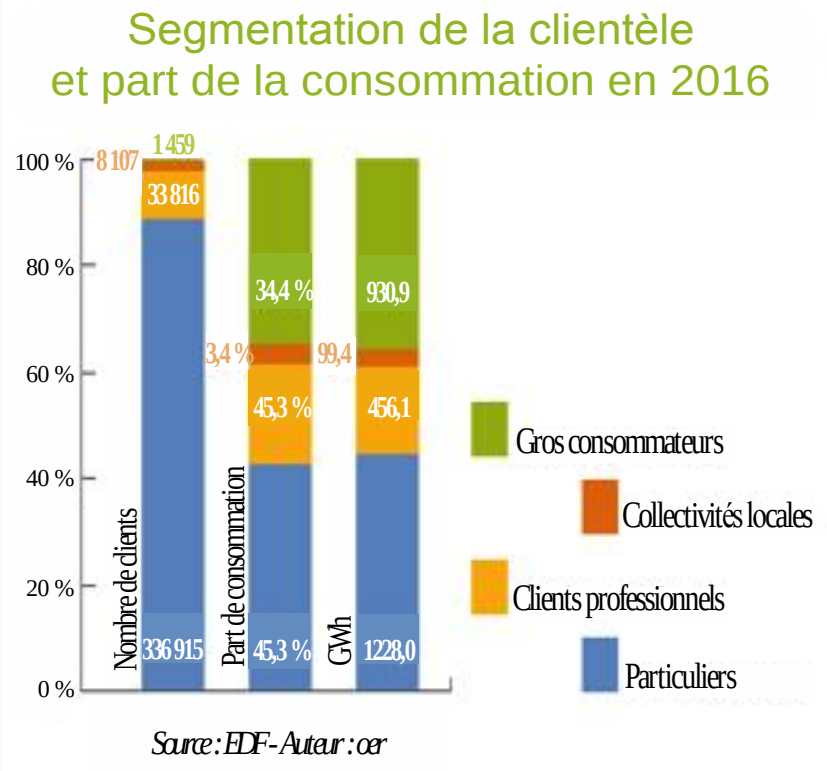
Les efforts d'efficacité énergétique, pour ce qui est du tertiaire public et privé, doivent être répartis de telle sorte qu'il y ait davantage de traçabilité

Les études de répartition de la consommation permettront une cartographie et la référence à un benchmark (par exemple pour les immeubles de bureaux), afin de caractériser la dispersion de la consommation au m^2.

Priorisation des 130 sites qui consomment près de 30% l'énergie totale (grande distribution alimentaire, établissements de santé).

La réhabilitation et l'extension de l'aéroport de Gillot avec ses caractéristiques bioclimatiques offrent par ailleurs un terrain intéressant à observer et évaluer.

Au final, le retour d'expérience offre d'identifier les actions les plus parlantes pour les consommateurs, les plus susceptibles d'installer une conscience réelle des enjeux de l'efficacité énergétique.



Pour la mise en œuvre des actions d'EE, il est pertinent, en matière de cibles, de distinguer les bâtiments neufs de l'existant.

Il importe également de favoriser la collecte instrumentée de données énergétiques sur sites, ciblant les applications du froid et de la climatisation. C'est l'occasion, sur la base des données recueillies, de susciter des sauts technologiques (entre autres pour ce qui est du froid) et de promouvoir les contrats de performance énergétique.

Outils d'attaque du marché en faveur de l'efficacité énergétique : un cadre de stimulation optimal pour promouvoir les solutions MDE en faveur des ménages

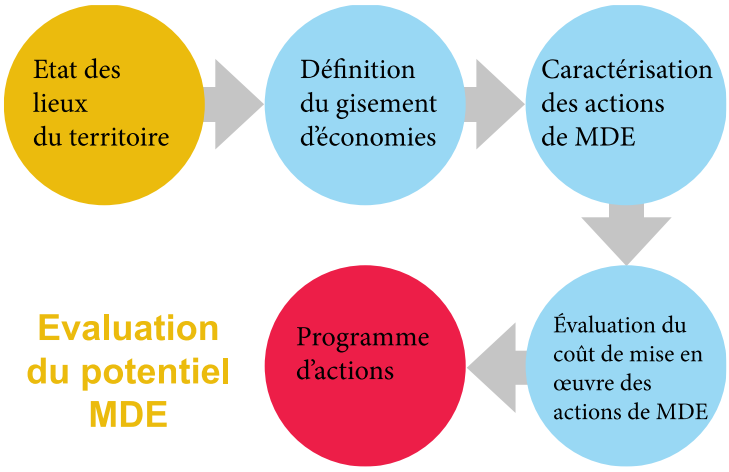
***Pierre Nolay**, président directeur général de Alphéeis, France*

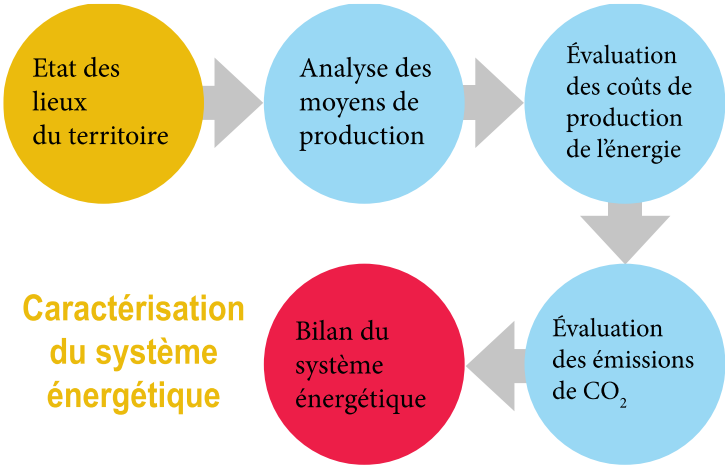
Cabinet d'étude et de conseil dans le domaine de l'énergie et de l'environnement, Alphéeis apporte une expertise et une méthodologie à la réalisation d'études et d'actions pour les parties prenantes du secteur.

En tenant compte de la consommation des ménages dans le bilan énergétique d'un territoire, la stimulation de ce segment de marché prend toute son importance.

Atteindre les objectifs désirés implique de renforcer le volet MDE de la PPE (2018-2023), également de tirer parti du dispositif mis en place par la CRE pour favoriser le développement de la petite MDE sur les territoires insulaires et de mettre en place un suivi des actions de MDE dans le temps.

L'adoption de solutions de MDE par les ménages, pour une meilleure efficacité énergétique de l'habitat, demande notamment une caractérisation du système énergétique et du potentiel des MDE sur chaque territoire.





Les mesures de stimulation du marché peuvent être de divers ordres, dont :

- des subventions ;
- la réduction du taux de TVA ;
- des certificats d'économie d'énergie ;
- des actions de sensibilisation ;
- l'accompagnement des bénéficiaires.

L'évaluation du plan d'action intégrera le calcul des économies d'énergie et de CO2 ainsi que celui des surcoûts de productions évités. Les diverses actions seront, par la suite, hiérarchisées en fonction de leur efficience. Cela permet alors de mettre en œuvre, en fonction des situations, un plan d'action pertinent.

Une étude réalisée sur des brasseurs d'air à La Réunion démontre qu'avec une prime de 250 euros par unité installée pour un coût de 356,54 euros par unité, les surcoûts de production évités sont de 843,90 euros par unité, avec un coût du MWh économisé à 61 euros et une efficience de 2,03.

Mise en œuvre d'une politique de promotion des équipements efficaces en faveur des ménages aux Seychelles

Cynthia Alexander, *officier principal de la Commission énergie des Seychelles (SEC)*

La *Seychelles Energy Act, 2012* dispose que la *Seychelles Energy Commission* « *développera des programmes nationaux d'information et d'éducation des consommateurs sur l'EE*[1] ». L'article 65 de la même législation, quant à lui, dispose que « *la commission facilitera et encouragera la coopération et des accords volontaires entre consommateur,*

[1] 64(1) The Commission shall develop National Information and consumer education programmes on energy efficiency.

producteurs, exploitants industriels et commerciaux, importateurs et autorités publiques pour améliorer l'EE[2] ».

Tenant pour quantité négligeable les 750 kW de puissance installée des éoliennes de Port Victoria, de même que les quelque 900 kW du parc photovoltaïque de l'archipel, l'intervenante note que les Seychelles dépendent, pour leur approvisionnement électrique, à 100 %, de produits pétroliers. L'objectif de ce petit état insulaire est d'atteindre, en 2030, 15% de production de sources renouvelables. L'archipel vise en parallèle une optimisation de l'efficacité énergétique dans tous les secteurs.

Les ménages sont les principales cibles de la sensibilisation au gaspillage occasionné par des appareils de qualité inférieure, de même que de la promotion d'appareils efficients, voire de l'installation d'unités photovoltaïques à domicile.

Selon une étude initiale effectuée en 2016, la consommation d'électricité des ménages seychellois se décompose comme suit :

- climatisation, 21 % ;
- chauffe-eau, 21 % ;
- réfrigération et congélation, 15 % ;
- éclairage, 12 % ;
- équipements de cuisine, 10 % ;
- appareils de loisirs, 7 % ;
- ventilateurs, 5 % ;
- lessive/nettoyage, 5 % ;
- cuisson, 4 %.

Le taux de pénétration des réfrigérateurs/congélateurs, des machines à laver et de l'éclairage électrique est de 100 %. Celui des chauffe-eau électriques est de 65 %, la climatisation étant installée dans 50 % des ménages.

Les mesures incitatives pour l'achat d'équipements électroménager recommandés sont au nombre de trois :

- l'exemption de TVA sur les appareils à plus haute efficacité énergétique ;
- une réduction de prix de vente atteignant 25% pour les particuliers sur les systèmes PV ;
- les prêts à taux bonifiés du *Seychelles Energy Efficiency and Renewable Energy Program* (SEEREP).

[2] 65. The Commission shall facilitate and foster co-operation and voluntary agreements between consumers, producers, industrial and commercial operators, importers and public authorities to improve energy efficiency.

L'objectif principal du SEEREP est d'encourager l'adoption d'équipements électriques efficients, de lampes à basse consommation, de dispositifs d'économie d'énergie tels que les chauffe-eau solaires, également des EnR. Cette initiative du gouvernement des Seychelles est soutenue par la Société financière internationale (IFM, *International Finance Corporation*), le guichet d'investissement privé du groupe de la Banque mondiale.

Les facilités de crédit du plan sont limitées à SCR 100 000 par ménage et sont affectées exclusivement à l'achat et l'installation d'appareils domestiques efficients, des dispositifs d'économies énergétiques et de technologies renouvelables.

Le taux d'intérêt est de 5 % jusqu'à SCR 100 000. Pour toute somme au-dessus de ce plafond, le taux d'intérêt sera négocié entre le client et la banque, en tenant en considération la situation de l'emprunteur.

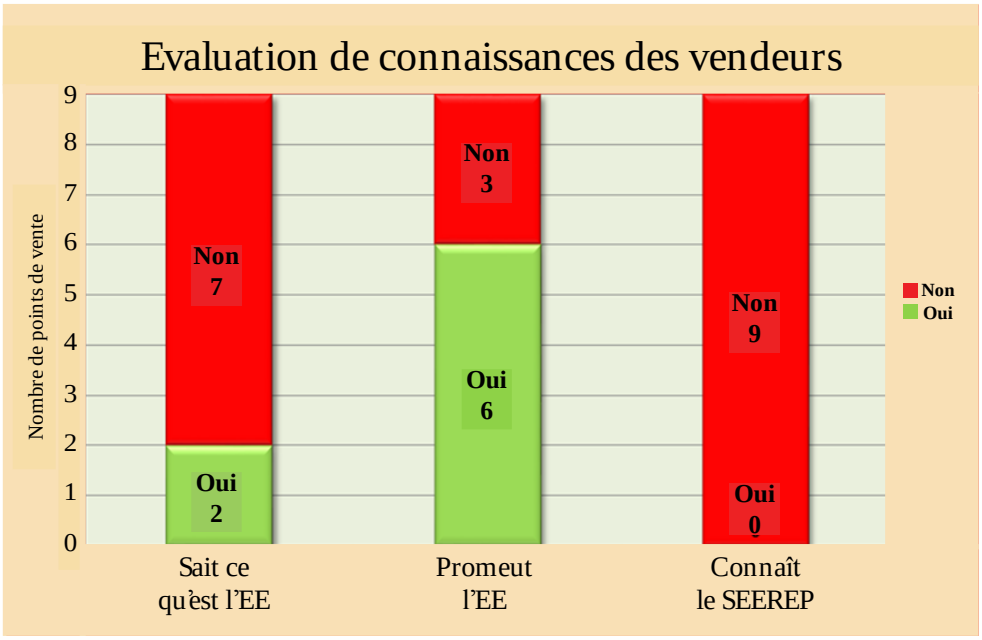
Pour mieux assurer la couverture des risques et aider les banques à abaisser leurs taux d'intérêts, le gouvernement fournit aux emprunteurs, dans le cadre du SEEREP, une garantie à hauteur de 50 % du montant de l'emprunt.

Une contribution personnelle de l'emprunteur, à hauteur de 2,5 % de la somme empruntée, est requise. Les prêts sont consentis sur une période d'un an à cinq ans.

Pour ce qui est des garanties, les propriétaires de leur logement n'auront pas à fournir de garantie supplémentaire s'ils ont déjà un emprunt résidentiel garanti. Pour ceux n'ayant pas un prêt résidentiel, la garantie requise sera à la discrétion de la banque.

Pour encourager davantage l'EE, les banques ne réclament pas les frais habituels de traitement de dossier.

Les actions réalisées comprennent aussi l'évaluation de la sensibilisation du public ainsi que celle des équipes de vente en matière de promotion d'équipements à faible consommation énergétique. Le changement d'attitude de l'individu est un facteur clé dans la poursuite des objectifs, chaque personne étant capable d'agir au niveau de son ménage mais également dans son milieu professionnel.



La disponibilité de données fiables, fournies par des études, le coût des technologies, l'absence de législation sur l'utilisation d'équipements ménagers à efficacité énergétique élevée et une plus grande coopération de partenaires économiques et sociaux (banques, instituts de formation et commerces notamment) sont autant de défis à relever dans le contexte seychellois.

L'intervenante suggère qu'une attitude responsable face au changement climatique et les changements à apporter au réseau électrique nécessitent un niveau d'EE au-delà des pratiques habituelles. On relève néanmoins déjà quelques réussites :

- l'usage sélectif d'énergie, avec cinq appareils ;
- la stratégie d'éducation énergétique ;
- un programme tel que la *Solar Water Heating Endorsement Initiative* (SWHEI) ;
- la stratégie éducative et de sensibilisation.

En vue de politiques et de stratégies produisant un résultat s'ajoutant à la réduction mondiale d'émissions de carbone, les Seychelles devront faire face à certains défis :

- la coopération avec les parties prenantes, banques, institutions éducatives, commerces ;
- des achats informés ;
- l'adoption par le marché d'équipements efficients ;
- le coût élevé des technologies nouvelles ;
- le manque d'études, de données d'audits des gains valus par ces technologies ;
- le manque d'expertise.

En comptant, pour l'EE, sur un soutien institutionnel et législatif résolu, la voie à suivre nécessitera :

- des encouragements financiers innovants ;
- des standards de qualité pour les équipements et services efficients ;
- des révisions régulières et la consolidation des règlements ;
- la collaboration des services ;
- la consolidation de la coopération internationale.



Unités de dessalement OSMOSUN et pouvoir régulateur de l'eau pour augmenter la part des EnR dans les systèmes électriques insulaires

***Marc Vergnet**, président directeur général de MASCARA Renewable Water, Maurice*

Fondé en 1989, le groupe Vergnet – unique fabricant français d'éoliennes - a bâti sa réputation, en France et hors de France, également sur sa maîtrise des EnR et ses solutions innovantes, éoliennes mais aussi solaires ou hybrides. Ingénieur, Marc Vergnet s'est associé à Maxime Haudebourg, venu du secteur agro-industriel, pour fonder la société *Mascara Renewable Water*.

Mascara a développé OSMOSUN®, la première technologie industrielle au monde de dessalement solaire photovoltaïque. Utilisant un procédé d'osmose[3]

[3] L'osmose est le passage de molécules d'un solvant, en général de l'eau, à travers une membrane semi-perméable, depuis le milieu le moins concentré en solutés vers celui le plus concentré.

inverse, le dispositif ne nécessite pas l'usage d'une batterie, l'alimentation de la pompe provenant des panneaux photovoltaïques. Cette solution est en mesure de procurer l'accès à l'eau potable à tous, partout et à un prix compétitif, sans aucune émission de CO_2.

Les options technologiques d'OSMOSUN® - osmose inverse pour séparer le soluté du solvant, photovoltaïque pour l'alimentation électrique – permettent un impact environnemental réduit, parce que :

- l'émission de gaz à effet de serre en production est nulle ;
- la salinité des concentrats rejetés est très faible.

L'unité de dessalement comprend un dispositif de stockage d'énergie hydraulique qui permet le lissage de la production (l'intermittence étant une des caractéristiques des systèmes d'EnR).

OSMOSUN® est également très compétitif du point de vue économique, en raison de coûts d'exploitation très bas. Malgré i) une durée de fonctionnement de huit à dix heures par jour, la durée de l'irradiance et ii) un coût d'investissement (Capex) plus élevé, occasionné par l'acquisition du générateur solaire, OSMOSUN® offre le coût de dessalement (Opex) le moins cher au monde pour les capacités moyennes, en raison du coût désormais très bas de l'énergie solaire. L'investissement capital est certes le double de celui requis pour une unité conventionnelle de production égale mais, le dispositif permettant de réaliser l'équivalent de 20 ans d'économies d'énergie, le différentiel est absorbé en 3 à 5 ans.

Le 10 juillet 2017, *Mascara Renewable Water* et son partenaire Quadran (responsable de l'aspect photovoltaïque) ont lancé le premier projet de dessalement solaire de l'océan Indien, pour le compte de l'Assemblée régionale de Rodrigues (ARR), avec une capacité de production, uniquement en photovoltaïque, de 80 m^3 par journée d'irradiance.

Rodrigues souffre d'un important déficit hydrique, le chef commissaire, Serge Clair, estimant à 12 000 m^3 les besoins quotidiens en eau.

Le projet Mascara/ARR à Rodrigues est mené avec la participation de l'UE, de la COI, de l'AFD et du Fonds français pour l'environnement mondial (FFEM). L'unité sera en opération à la mi-2018.

La production peut atteindre 240m^3 par jour si le dispositif est connecté, de nuit, au réseau.

Egalement batterie virtuelle, OSMOSUN® i) permet une synergie des techniques de production d'eau douce et d'énergie solaire ; ii) régule le réseau électrique et iii) assure une plus forte pénétration des EnR.

L'osmose inversé est le procédé permettant, en exerçant une pression, d'inverser la direction du mouvement de molécules du solvant.

Jour 2 : Les énergies renouvelables au centre du débat : les opportunités et les contraintes à lever

Table ronde 1 : compétitivité des énergies renouvelables – Salle plénière

Energies intermittentes : prévision solaire photovoltaïque, éolien

Les outils de prévision du productible solaire : pour une meilleure gestion des projets et de l'interface avec les réseaux

***Nicolas Schmutz**, président de Réuniwatt, France/Réunion*

Ayant pour cœur de métier la prévision de l'irradiance solaire, plus spécifiquement l'effet de la configuration nuageuse - à une localisation et à un moment précis - sur un dispositif photovoltaïque, Réuniwatt compte 20 salariés, ingénieurs et diplômés en sciences pures, dont cinq détenteurs de doctorats. Société par actions simplifiée (SAS), capitalisée à hauteur de €191 700, son siège est à La Réunion, avec des bureaux à Paris et Toulouse.

Leader du marché de la prévision solaire en milieu insulaire, spécialiste des réseaux à petite échelle comme des zones tropicales et intertropicales, la société est coordinatrice de la tâche 16 de l'Agence internationale de l'énergie pour l'évaluation des techniques de prévision. Réuniwatt a été l'objet d'une cinquantaine d'articles dans des publications scientifiques et détient quatre brevets industriels.

Réuniwatt fournit des analyses et prévisions, à échelles spatiales différentes et à différents horizons temporels – de dix ans à moins d'une heure. Cela a pour but d'aider le processus de décision des parties prenantes de l'énergie et du climat.

Pour assurer la plus grande précision de ses prévisions, Réuniwatt analyse diverses données :

- des séries temporelles ;
- des prévisions locales à court terme à base d'imagerie terrestre ;
- des prévisions globales à court terme à base d'observations de satellites géostationnaires ;
- des prévisions climatiques digitales à un jour d'avance ;

Réuniwatt propose un portefeuille complet de matériel et de solutions innovants de prévision d'irradiance.

SunSat™ est un outil de monitoring et de prévision d'ensoleillement tributaire de l'imagerie satellitale. Ce service en temps réel, disponible partout dans le monde, permet de suivre l'exposition à l'irradiance solaire d'une installation unique ou de tout un portefeuille de centrales, en utilisant des satellites météorologiques géostationnaires. Cela a pour avantage :

- une vision impartiale et indépendante de l'estimation d'irradiance au-dessus d'un dispositif PV ;
- une détection rapide de tout dysfonctionnement, par la disparité de la production mesurée au compteur et de l'estimation par satellite ;
- une mise en place immédiate et abordable (aucune installation matérielle) ;
- des champs de vue plus larges.

Solar InCell™ est une cellule solaire de référence connectée et autonome en énergie. Elle est utile tout au long de la vie d'une centrale photovoltaïque, de son développement à sa maintenance, en passant par son suivi quotidien.

Solar InCell™ fournit une mesure en temps réel de la ressource solaire, par la combinaison de diverses données : i) celles fournies par un dispositif IoT (Internet des objets) de mesure du rayonnement solaire sur site ; ii) celles d'une station météo autonome et connectée embarquant deux cellules de référence ; iii) celles de satellites météorologiques.

Les mesures de la station météo sont consolidées avec les données d'irradiance calculées par traitement des images satellites. Ce procédé permet de surmonter les problèmes de récolte des données rencontrés avec les capteurs météo traditionnels, cela produisant des jeux de données incomplets ou comportant des erreurs.

- Sky Cam Vision™ est une caméra au sol permettant d'effectuer des prévisions infrajournalières très précises, le dispositif prenant des photos du ciel toutes les 30 secondes.
- Sky InSight™ est une caméra tirant profit de la vision infrarouge, permettant de détecter les nuages avec une précision sans précédent.

Sky InSight™: une solution industrielle

• Images de tout le plafond nuageux grâce au miroir hémisphérique ;

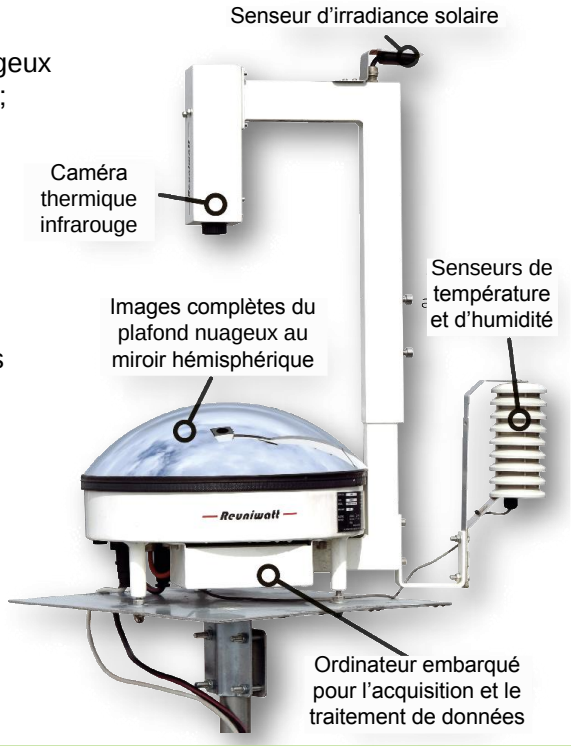
• Recueil de données : norme de téléphonie GPRS, Wi-Fi…

• Senseurs d'irradiance, de température et d'humidité ;

• Mode hors ligne pour les sites éloignés à couverture internet limitée ;

•Protocole de communication Modbus ;

• Compatibilité établie avec divers contrôleurs hybrides.



Couplée aux algorithmes de prévisions de Reuniwatt, Sky Insight permet de remonter des informations ultra-locales sur le passage des nuages au-dessus d'une centrale, la caméra infrarouge filmant un miroir hémisphérique de manière à observer la voûte céleste environnante avec un angle de 160°, jusqu'à 2 km à la ronde. La carte de température du ciel est ensuite traitée pour séparer les zones nuageuses (plus chaudes) du ciel clair (plus froid).

L'utilisation de la caméra infrarouge permet :

- de s'affranchir des problèmes liés aux variations de luminosité et de contraste, pour une performance stable dans toutes les conditions (aube, crépuscule, tempêtes…)
- d'éliminer la zone de surexposition autour du soleil, dite circumsolaire, qui entraîne des erreurs de segmentation avec les caméras classiques ;
- de récupérer des informations supplémentaires sur l'altitude et l'épaisseur optique des nuages, cela permettant de les classifier en fonction de leurs caractéristiques.



Au début de 2018, la société Réuniwatt était implantée sur les cinq continents. En bleu, des sites opérationnels, en rouge des projets en discussion.

HourCast™ est le produit de prévision infrajournalière de Réuniwatt. Basé sur l'observation directe de la couverture nuageuse, grâce aux images satellitales, cela permet d'améliorer la précision des prévisions pour les prochaines heures. HourCast™ est disponible mondialement grâce à la collecte d'image de cinq satellites géostationnaires.

Des prévisions infra-horaire à très haute résolution peuvent être fournies par IstaCast™. Capable de traiter des images prises sur place grâce à son logiciel intégré exclusif, le produit permet d'anticiper avec un degré inédit de précision des événements locaux des prochaines minutes.

Entreprise privilégiant la scientificité et la recherche, Réuniwatt dispose d'une expertise pertinente à tous les maillons de la chaîne de valeur solaire. La société est capable d'imaginer des solutions variées et de proposer à tous les secteurs sa gamme de services :

- développement de projets ;
- gestion d'actifs ;
- regroupement et commercialisation d'énergie ;
- gestion de réseau ;
- microréseaux et solutions hors réseaux ;
- réseaux intelligents & smart cities.

Réuniwatt accompagne ses partenaires / clients à toutes les étapes de leur chaîne de décision. Elle les aide à analyser, optimiser et sécuriser leurs ressources et leurs investissements ; elle sécurise leurs investissements.

Quelques exemples de partenariats :

• InstaCast™: prévisions à cinq minutes pour un miniréseau PV/diesel au Brésil i) servant une communauté de 24 000 habitants dans la forêt pluviale amazonienne ; ii) isolé du réseau national ; iii) avec une puissance installée de 4 MW PV + 12 MW en groupes électrogènes. L'offre de Réuniwatt permet d'atteindre une pénétration PV de 80 % ; elle est aussi directement responsable d'une économie de 5 % de diesel ;

•HourCast™: prévisions à 30 minutes pour dispositif PV lié au réseau en Nouvelle Calédonie, soit i) un parc PV de 11 MW ; ii) sa projection injectée dans un réseau territorial insulaire dont iii) l'opérateur réclame des prévisions de pics. Réuniwatt a créé un outil en mesure de détecter, au cours des 30 prochaines minutes, des pics de consommation supérieur à 5MW. La technologie adoptée utilise les données en temps réel du satellite japonais Himawari-8.

• combinaison de HourCast™+InstaCast™ : prévisions de 15min-24h pour un parc PV/stockage installé sur la toiture d'un centre commercial et lié au réseau à La Réunion i) 1 MW PV + 1,2 MWh de stockage d'ènergie par batterie au Li-ion ; ii) production injectée dans un réseau territorial insulaire (400 MW de charge moyenne). L'offre Réuniwatt permet de piloter le stockage afin de disposer d'un profil d'alimentation stable. Cela vaut aussi une augmentation de 8 % de l'estimation énergétique.

• Leader de la prévision à court terme, Réuniwatt a acquis, au •sein de l'industrie, en moins de dix ans d'existence, une réelle légitimité en matière de microréseaux. Son expertise est éprouvée en matière de réseaux insulaires dans la zone intertropicale. La société Réuniwatt a visé l'innovation et l'excellence dans plusieurs projets et partenariats : i) les imageurs thermiques, ceux de la société brevetés et fabriqués industriellement, pour des prévisions précises à très court terme ; ii) pour être leader de la prévision et de l'estimation solaire infrajournalières, à base satellitaire, avec couverture planétaire ; iii) partenaire principale du groupe de travail de l'AIE sur l'évaluation des techniques de prévision solaire ; iv) associée à des partenaires majeurs - Total, Voltalia, PowerWater Corporation – qui renouvellent leur confiance à ses produits et services.

Solaire photovoltaïque en pleine expansion dans l'océan Indien avec des exemples concrets et retours d'expérience : les conditions du succès (Maurice, Madagascar, Réunion…)

***Pierre Egot**, directeur général océan Indien et Afrique australe chez GreenYellow, océan Indien*

Soulignant que la première étape en matière de transition énergétique est la sobriété, la seconde l'efficacité, les renouvelables ne venant qu'après, l'intervenant juge quand même qu'il y a un très bel avenir pour le photovoltaïque dans la région océan Indien. Sa société, GreenYellow, y est depuis deux ans.

> La société a pris naissance et développé son savoir-faire en lien avec une enseigne de grande distribution, en France, cette dernière souhaitant exploiter ses surfaces exposées au soleil, sur 1 200 sites commerciaux.

Aujourd'hui, GreenYellow a développé plus d'une centaine de sites PV à travers le monde, en France, en Amérique latine et dans l'océan Indien.

L'entreprise compte, parmi ses références :

- La centrale de Sauvian en France, de 7 MWc, les panneaux PV installés sur plus de 37 000 m^2, en toiture ;
- La centrale de Mamoudzou, à Mayotte, de 1,8 MWc ;
- Les centrales de St-Benoît et de St-Paul, à La Réunion, respectivement de 2,1 MWc et 2,5 MWc.

A Maurice, GreenYellow développe actuellement, pour une puissance installée totale de 31,8 MWc, deux centrales de capacité sensiblement égale :

- 15,5 MWc à Fuel et 16,3 MWc à Solitude ;
- L'énergie des deux centrales sera achetée par le CEB, aux termes d'un accord d'achat de 20 ans.

Dans les deux cas, il s'agit, pour GreenYellow, de projets livrés clé en main. La société a assuré le développement des projets, leur montage financier, le génie, la passation des marchés et la construction. Elle assurera aussi l'exploitation et la maintenance.

Avec 20 MWc de puissance installée, le parc PV d'Ambatolampy, installé sur 30 hectares, prévu pour la mi-2018, sera la plus grande installation PV de l'océan Indien.

La nouvelle législation régulant la production et la distribution d'électricité à Madagascar pourrait bien être, observe l'intervenant, la plus favorable au PV dans l'océan Indien.

Solaire photovoltaïque : les challenges de déploiement dans l'Union des Comores et potentiel

***Hicham Allaoui**, directeur de Sunpower Energy, Union des Comores*

Un état des lieux permet de constater que la crise énergétique - qui perdure depuis 20 ans - est caractérisée par :

- des investissements d'urgence pour des solutions coûteuses et non durables ;
- des réseaux de distribution peu fiables avec un taux de perte de 40% dû à la vétusté du matériel, mais aussi aux fraudes et aux vols ;
- une insuffisance de l'offre occasionnant des délestages fréquents ;
- une dépendance à plus de 90% des énergies fossiles importées pour l'électricité et le transport ;
- un des coûts de l'électricité parmi les plus élevés d'Afrique (prix à la consommation de l'électricité 0,24€ le kWh) à cause du coût exorbitant de l'utilisation de générateurs diesel ;
- faible part des EnR dans le mix énergétique. En puissance installée, elles représentaient moins de 4% en 2016.

	Grande Comore	Anjouan	Mohéli	TOTAL
INSTALLÉ	38 400 kW	12 120 kW	8 568 kW	59 088 kW
EFFECTIF	22 000 kW	7 100 kW	1 000 kW	30 100 kW

Puissance du parc de production

Les gros consommateurs, aux Comores, pourraient trouver avantage à l'autoconsommation sans stockage.

- coût de production le moins élevé du marché (2 c€/kWh sur 30 ans comparé à 6 c€ pour le Gaz, 5 c€ pour le nucléaire et 4 c€ pour le charbon) ;
- l'énergie solaire est abondante, Moroni reçoit 45 % d'irradiance solaire de plus que Lyon, en France ;
- surface nécessaire déjà disponible car les installations se font sur des toitures de bâtiments existant déjà ;
- le coût de l'ingénierie, du terrassement, de la clôture, de la construction d'un local, pour l'ancrage des structures est supprimé.
- la stabilité du réseau n'a aucune importance car il n'y a pas d'injection d'électricité de source PV ;
- l'installation est de courte durée pour une très longue durée de vie ;

• simple à intégrer au réseau ;

• temps de rentabilité excellent (3 à 4 ans).

• réduction de la dépendance aux énergies fossiles ;

• création de richesse, d'emplois et de compétences.

Les petits consommateurs, en revanche, pourraient trouver avantage à l'autoconsommation avec stockage :

• la production solaire étant diurne, la consommation des ménages en grande partie nocturne, cela incite à stocker l'énergie solaire pour lisser les variations et déplacer l'énergie au moment le plus opportun ;

• le stockage étant très coûteux, l'énergie ne peut pas être facilement stockée à grande échelle ;

• Les mini centrales solaires décentralisées avec stockage pourront compenser l'absence d'énergie venant du réseau ;

• possibilité de réinjecter le surplus de production dans le réseau pour le soulager.

Le déploiement du photovoltaïque aux Comores confronte les parties prenantes à quelques défis et préalables :

- un environnement économique et juridique favorable ;
- la sensibilisation requise pour changer les mentalités ;

• l'accès au financement pour les projets de centrale d'autoconsommation de 100 kWc et plus.

• le besoin de fournir des garanties financières aux banques et aux organismes de microcrédit qui leur permettraient de proposer des prêts à des taux d'intérêt attractifs et d'offrir des formules de crédit-bail[4].

• la lutte contre l'informel car les produits et les installations défectueuses circulant sur le marché poussent les utilisateurs à ne pas faire confiance à la nouvelle technologie ;

Pour terminer sur une note plus positive: tous les indicateurs pointent vers une adoption massive de la technologie solaire dans le monde en développement et toutes les difficultés mentionnées ci-dessus peuvent être surmontées.

[4] Un premier crédit-bail est proposé depuis fin janvier 2017, un partenariat entre Sun Power Energie et la Banque Fédérale de Commerce, à 9% d'intérêt contre 14 à 17% pratiqués par les autres banques commerciales, sans pénalités ni agios.

Energie éolienne en océan Indien

***Olivier Gaering**, directeur des opérations à Quadran International, France*

L'état des lieux de l'éolien dans l'océan Indien fait apparaître d'incontestables réalisations mais aussi un potentiel encore mal exploité, en dépit du souffle dans la zone des alizés du sud-est.

Les territoires de l'Indianocéanie comptent six parcs éoliens, pour une puissance installée totale de 33 MW :

- trois parcs à Maurice, deux à La Réunion et un aux Seychelles ;
- des parcs déjà anciens (2004-2007) et certains plus récents (2015-2016)
- de technologies diverses, fournies par Vergnet, Unison et Gamesa, de 60kW à 850kW.

Qu'est-ce qui explique ce développement relativement faible ? Plusieurs motifs sont plausibles : i) la contrainte cyclonique ; ii) des gisements inégaux sur les îles ; iii) les contraintes insulaires (logistique, difficulté de maintenance, isolement, espace disponible) ; iv) l'acceptabilité, les conflits d'usage des sols ; v) la concurrence directe du solaire. Et pourtant l'éolien a une carte à jouer dans l'océan Indien. Le secteur est d'ailleurs en mouvement, engagé dans une course à la performance, accroissant sa puissance installée et proposant un kWh de moins en moins coûteux.

	2006	2016	2019	2025/30
Puissance installée	60 kW	850 kW	2 500 kW	8 000 kW
kWh	1 (base 2006)	4	20	100
LCOE*	100 (base 2006)	63	40	20

* Le coût actualisé de l'électricité, (LCOE, *Levelized Cost of Electricity*)

L'éolien présente l'avantage d'être prévisible et de se prêter au stockage. Les systèmes hybrides solaire/éolien sont prometteurs. L'intérêt de l'offshore flottant est réel : i) il permet d'exploiter le potentiel immense des zones maritimes ; ii) il n'y a pas de contraintes de profondeur ; iii) l'installation est dimensionnée par rapport aux cyclones.

Autoconsommation électrique : deux points de vue

Le développement de l'autoconsommation tertiaire et industrielle : une approche compétitive dans les pays insulaires

***Prakash Ramyeah**, Leal Energie, Maurice*

Leal Energie propose des solutions d'EnR ; fournissant le matériel, l'installant, le testant et le mettant en service. La société assure également des services de maintenance préventive et corrective pour obtenir les performance et rendement optimaux de l'unité PV.

A ce jour, la société a accompagné quelque 350 projets pour une puissance installée de 2,5 MW.

Des acheteurs potentiels bénéficieront des services de consultants pour la phase préliminaire et la conception en détail de leur projet de dispositif photovoltaïque.

Du module autonome léger et prêt à l'emploi aux parcs photovoltaïques pour exportation d'énergie vers le réseau national, la palette de prestations et services de la société est étendue et diversifiée.

En matière d'autoconsommation, note l'intervenant, le secteur avance avec prudence, la nécessité d'obtenir un permis étant toujours un frein. Par ailleurs, le taux de contribution mensuelle pour financer le coût d'intégration d'EnR intermittentes au réseau, ce qui s'applique aussi au photovoltaïque, est de Rs 120 par kW de capacité installée de production renouvelable. Ce taux sera en vigueur jusqu'au 30 juin 2020, devant être par la suite révisé par la Utility Regulatory Authority. Selon l'intervenant, le maintien de cette contribution dissuade de potentiels acheteurs de panneaux PV.

Autoconsommation électrique collective au profit du logement social (projet à la Réunion)

***Céleste Gras,** responsable océan Indien de TECSOL, France/Réunion*

Le coût du photovoltaïque diminue énormément - le prix des panneaux divisé par huit en dix ans, on va de plus en plus vers l'autoconsommation. Il est observé que le nombre de raccordements reste stable mais que, en revanche, la vente au réseau diminue.

A l'échelle d'un bâtiment, l'autoconsommation électrique implique la pose d'une application solaire de production dont l'électricité est distribuée aux différents logements. Cela permet d'optimiser le dimensionnement solaire.

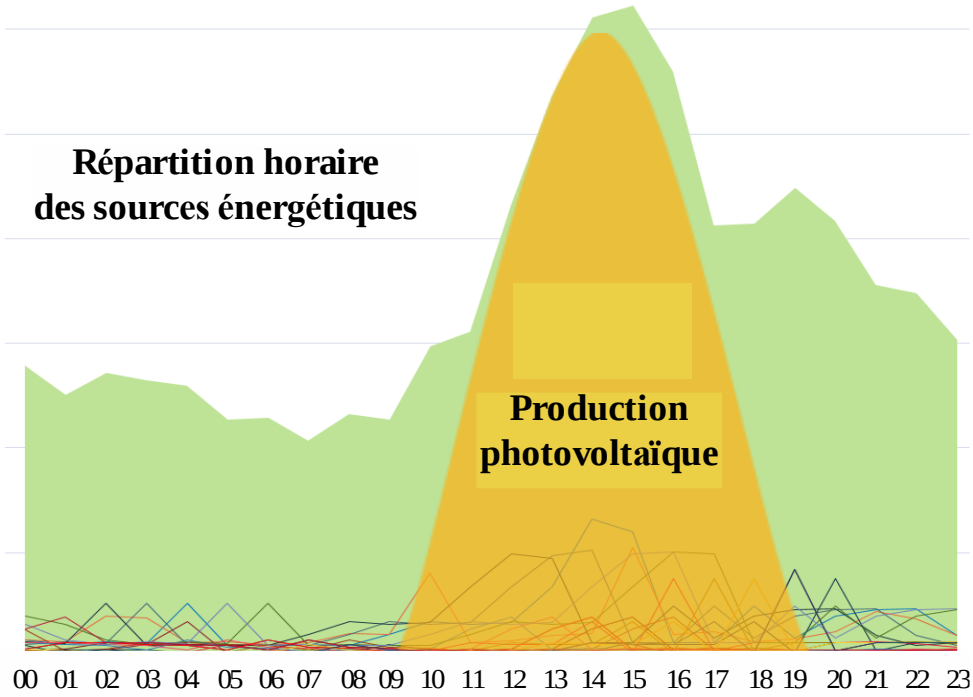
Dans le cas des logements sociaux, le modèle économique est le suivant :

- investissement assuré par le bailleur social, constructeur disposant d'un agrément au titre du service d'intérêt général, soit un office public d'habitat, soit une société d'HLM ;
- le logement est subventionné par les instances publiques ;
- l'initiative vise aussi une situation financière permettant d'atteindre un meilleur recouvrement des loyers.

Le schéma technique, quant à lui, se déploie selon le modèle ci-dessous :

- une ou plusieurs colonnes montantes ;
- une installation PV commune ;
- répartition de l'énergie solaire produite entre les différents consommateurs ;
- répartition dynamique certifiée par une comptabilité mutualisée au moyen de blockchain.

Qu'en est-il de l'information des locataires dans les logements sociaux concernés ? Invités à des réunions qu'organise le bailleur social, ils sont mis au courant des conclusions des études effectuées, des économies d'énergie qu'ils sont en mesure de faire. Cette sensibilisation est nécessaire pour que les locataires se sentent acteurs du projet, passant de consommateurs à consom'acteurs.



Permettant de se réapproprier son énergie et faire des économies au niveau de sa facture énergétique, l'autoconsommation collective présente divers autres intérêts et avantages, tels que :

- l'économie de câblage électrique ;
- l'implantation au plus pratique, en utilisant la toiture existante, l'orientation de l'immeuble, sa structure ;
- l'initiative suscite la collaboration entre résidents, produit du lien social.

Les personnes à motiver disposent de smartphones. Des applications permettent de leur faire voir, de manière dynamique et régulièrement mises à jour, les économies possibles. Pour ce qui est de l'efficacité énergétique, la sensibilisation quant à des équipements électroménagers de meilleure classe va de pair avec la démarche de MDE.

Challenge d'un recours accru à la biomasse en base : projet FEXTE Bioénergies

***Laura Dayan**, ingénieure à l'ADEME, France/Réunion*

La convention de partenariat FEXTE (Fonds d'expertise technique et d'échanges d'expériences) a été signée en mars 2017 par le MEPU, l'AFD et l'ADEME.

L'objectif du partenariat est de renforcer le dialogue entre acteurs français et mauriciens dans le domaine des EnR autour de deux événements :

- Un séminaire de travail sur la bioélectricité qui s'est déroulé les 27, 28 et 29 novembre 2017 à La Réunion et a mobilisé une cinquantaine de participants réunionnais et mauriciens ;
- Un séminaire de travail sur le cadre de régulation en faveur des EnR et les ressources en biomasse à Maurice, prévu le 12 juillet à Maurice.

L'objectif du premier séminaire était de renforcer le dialogue entre acteurs français et mauriciens dans le domaine des EnR en Zone non interconnectée (ZNI) afin de soutenir la politique publique en faveur des EnR à Maurice et à la Réunion.

La bioélectricité est une énergie produite à partir de biomasse, matière d'origine végétale, par nature renouvelable. La production d'énergie peut se faire, par exemple, par combustion de bagasse (résidu de canne après production de sucre) ; méthanisation (récupération des gaz de fermentation) de déchets verts ou utilisation de combustibles solides de récupération (CSR).

L'étude FEXTE sur le cadre régulateur à Maurice et à La Réunion a mis en lumière les actions à poursuivre pour encourager les projets de bioénergie performants :

- l'opérationnalisation du régulateur (URA) ;
- l'adoption d'un nouveau système de tarification et de financement de la bioélectricité ;
- la mise en place d'un mécanisme de programmation pluriannuelle des investissements.

A La Réunion comme à Maurice, il est pertinent de développer la bioélectricité, pour les raisons suivantes :

- elle fournit une électricité d'origine renouvelable ;
- elle séquestre le carbone et préserve les terres de l'étalement urbain, bénéficiant également au tourisme ;
- elle évite l'importation et l'utilisation d'énergie fossile ;
- elle apporte une plus forte valeur ajoutée locale à la production et créé des emplois ;
- elle génère des carburants liquides qui peuvent être injectés en pointe dans certains équipements et servir de biocarburant pour le transport.

Une nouvelle étude est en cours sur les gisements de biomasse, à Maurice en particulier :

- La bagasse (canne à sucre/canne mixte), comprenant la remise en culture de terres abandonnées (≈ 5 500 hectares). La bagasse contribue aujourd'hui à 14 % du mix électrique de Maurice ;
- La paille de canne : en 2016, Terragen a produit 4GWh, en 2017, 7,5 GWh. La récolte des pailles sur la moitié de la surface disponible à Maurice permettrait de générer environ 100 GWh ;
- La possibilité de développer les cultures énergétiques, dont le bois-énergie (sur les terres non adaptées à la culture de la canne, soit plus de 10 000 hectares).

Le partenariat FEXTE a pour bénéficiaire le MEPU. Les partenaires de développement sont l'AFD (porteuse de financement), l'ADEME (assistante technique et porteuse de financement), la Région Réunion, la COI et les organisations mauriciennes suivantes : MARENA, Mauritius Cane Industry Authority (MCIA), Business Mauritius, URA et CEB.

Panorama des énergies marines : quelles réalités pour le développement des projets SWAC

***Bruno Garnier**, directeur à De Profundis, France*

Les deux principales technologies liées à l'eau de mer sont :

- la SWAC : *Sea Water Air Conditioning,* la climatisation marine, une technologie en cours d'industrialisation. Elle consiste à pomper, à travers des tubes de 0,5 à 2 m, de l'eau en profondeur (à 1 000 m, la température est de 4°C) pour climatiser des bâtiments ; la puissance va de 2 à 20 MW ;

Puissance = 2 à 20 MW, diamètre des tubes de 50cm à 2m

• la OTEC : *Ocean Thermo-Electric Conversion,* technologie encore en phase de R&D. Elle consiste à générer de l'électricité en exploitant la différence de température entre l'eau profonde et l'eau de surface ; avec des tubes de plus de 4 m de diamètre, la puissance est de 10 à 100 MW.

La SWAC utilise une source renouvelable d'eau froide située à proximité pour refroidir un bâtiment. Les territoires insulaires présentent le lieu idéal de déploiement de cette technologie, pour les raisons suivantes :

• ils constituent une demande de froid importante (la climatisation peut y représenter plus de 30 % de la consommation électrique) ;

• l'océan qui les entoure est un réservoir de froid conséquent.

L'idée du SWAC est de connecter la demande de froid et le réservoir de froid. Cela permet principalement, à besoin de froid identique, de réduire la consommation électrique.

En dessous des surfaces océanes ou lacustres, les phénomènes de basses températures ont diverses causes :

• au fond des océans : le mouvement de convection entretient une couche froide située de 800 à 1 000 m de profondeur ;

• en régions tempérées : l'eau froide, plus dense que l'eau chaude, se stocke naturellement au fond des lacs (40 à 50 m de profondeur). Les lacs alpins par exemple présentent un terrain favorable à un système de climatisation aquatique ;

• des courants froids de surface (par exemple : en Suède) ou d'autres sources froides.

La chronologie des avancées en matière de SWAC et d'OTEC s'étale sur quelque neuf décennies :

• 1926 : l'ingénieur français Georges Claude présente, à l'Académie des Sciences, à Paris, un prototype fonctionnel exploitant le différentiel de température et la conversion thermo-électrique ;

• 1930 : expérience tentée à Cuba, cette fois avec de l'eau pompée en mer ;

• 1980 : projets universitaires (SWAC + OTEC), à Hawaï, à l'université Saga, au Japon, à Cornell, dans l'Etat de New York.

• 1990-2010 : projets publics de SWAC en lacs, à Toronto, à Genève. Les lacs offrent de l'eau douce, des eaux calmes, avec des sources froides accessibles ;

2000 : premiers projets SWAC privés, à Bora-Bora, en Polynésie française.

Déjà en phase opérationnelle, SWAC a prouvé son efficacité, sa sobriété énergétique et sa robustesse. En revanche, l'OTEC reste en phase

expérimentale. Les deux technologies, toutefois, se valent quant aux avantages suivants :

- bilan carbone exceptionnel ;
- génération d'emplois locaux (qualifiés et non qualifiés) ;
- faible pression sur les matières premières ;
- bénéfiques pour la balance du commerce extérieur.

Des études sont en cours dans plusieurs pays : île Maurice, La Réunion, îles de la Caraïbe, Polynésie française, Hawaï, Japon, Corée…

Les perspectives des deux technologies se définissent en R&D mais aussi à travers les applications parallèles.

L'OTEC doit encore faire sauter quelques verrous technologiques ;

la SWAC doit i) réduire ses coûts ; ii) rentabiliser l'opération en trouvant d'autres usages commerciaux du froid ; iii) faire augmenter la vitesse de circulation de l'eau froide.

L'eau des profondeurs et les coproduits du procédé seront recherchés par :

- l'agriculture (pour la fraicheur de l'eau rejetée) ;
- le secteur cosmétique et la thalassothérapie (pour la pureté de l'eau) ;
- l'algoculture et la pisciculture (pour la richesse en nutriments de l'eau).

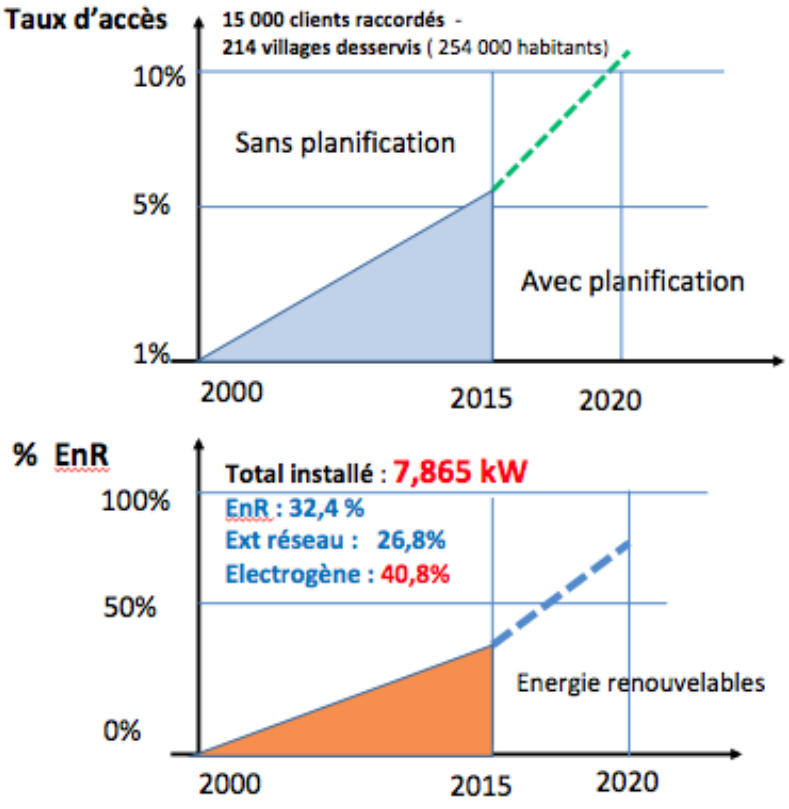
Table ronde 2 : Les défis de l'accès universel à l'énergie : électrification rurale décentralisée et bois de feu.

Un modèle de développement éprouvé en matière d'ERD

***Mamisoa Rakotoarimanana**, secrétaire exécutif de l'Agence de l'électrification rurale (ADER), Madagascar*

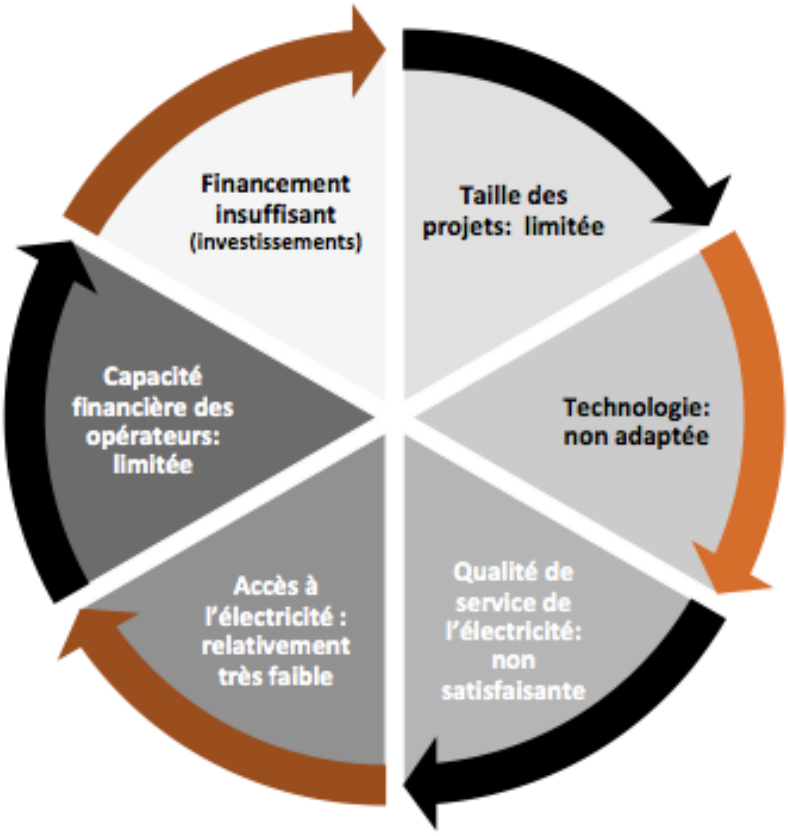
La situation de l'électrification rurale à Madagascar se résume d'abord en quelques chiffres :

- 15 000 clients raccordés
- 214 villages desservis, comptant 254 000 habitants ;
- 10 % de taux d'accès visé à l'échéance de fin 2019.



Jusqu'à 2015, les raccordements se sont faits sans planification. De même, c'est à partir de cette même année qu'ont commencé les raccordements à une production de renouvelables.

Pour une puissance installée totale de 7,865 kW, i) les extensions de réseau soutiennent 26,8 % de l'alimentation ; 32,4% provient de sources renouvelables ; les groupes électrogènes fournissent 40,8 % de la production.



Des opérateurs aux consommateurs, le manque de capacités financières influe sur l'ensemble des caractéristiques du réseau : accès, qualité du service, obsolescence de la technologie, investissements insuffisants.

Les objectifs de la nouvelle politique sectorielle en matière d'électrification rurale sont :

- accélérer l'accès à l'électricité de la population rurale, avec pour objectif un taux d'accès de plus de 30 % ;
- atteindre en milieu rural une production d'EnR de 80 % du mix énergétique local ;
- les cibles prioritaires : 70% de la population malagasy répartis dans les 22 régions ;

Pour la production renouvelable, il faudra compter sur :

- des turbines hydroélectriques, de 5kW à 6 MW de puissance, pour une puissance installée totale de 7 800 MW, dans 20 des 22 régions ;
- des parcs éoliens de 5kWc à 500 kWc, dans les 22 régions, en comptant sur un ensoleillement annuel de 2 800 heures.

La nouvelle approche pour l'électrification rurale à Madagascar invite à développer plus de projets intégrés d'électrification rurale à une échelle plus importante sous le système PPP en priorisant les EnR.

La nouvelle approche permet d'entrevoir des positionnements plus dynamiques des différents acteurs :

- plus motivé, le secteur privé mobilisera davantage d'acteurs dans les EnR pour l'électrification rurale ;
- le remplacement des centrales de la Jirama par des EnR fournies par le secteur privé en milieu rural permettra d'assainir la situation financière de l'entreprise nationale ;
- l'implication des partenaires de développement – actuellement KfW, GIZ, GEF/Onudi, Union européenne, PIC – permet d'en entrevoir d'autres comme la Banque mondiale, la Banque africaine de développement, l'AFD ;
- des tarifs homogènes dans une même région permettront un traitement équitable de mêmes catégories tarifaires.

Le premier village atteint par la nouvelle approche le fut en 2001. L'objectif final sera d'avoir davantage de raccordements à travers trois modes d'électrification économique : i) par extension du réseau ; ii) par électrification rurale décentralisée (ERD) et iii) par pré-électrification au moyen de kits solaires domestiques.

Réunion : un projet novateur de desserte électrique photovoltaïque dans le cirque de Mafate avec une solution de stockage inédite hydrogène

***Vincent Levy**, chef du service système électrique à EDF Réunion, France/Réunion*

Les habitants du cirque de Mafate ne sont pas raccordés au réseau électrique de La Réunion.

Pour leur offrir une alimentation ininterrompue, un microréseau à 100 % solaire, en site isolé, a été expérimenté.

Ce projet de service public a été porté par EDF (à hauteur de 40 % du financement), avec le Syndicat intercommunal d'électrification (Sidélec, également à 40 %) et en partenariat avec l'ADEME (à 20 %).

Avec 200 habitants, La Nouvelle est le village le plus peuplé de Mafate. Facile d'accès, il est une étape incontournable pour une boucle dans le cirque ou un passage vers celui de Salazie. Cela provoque des passages de randonneurs.

L'école, le dispensaire et l'atelier de l'Office national des forêts (ONF) sont trois bâtiments qui tiennent un rôle important pour la communauté de La Nouvelle. Pour les mettre en réseau, il a fallu adosser à un équipement photovoltaïque une capacité de stockage permettant une autonomie énergétique complète sans émission de CO_2.

Le *Smart Autonomous Green Energy System* (SAGES, système autonome d'énergie verte intelligent) fut adopté. Il comporte :

- une production photovoltaïque ;
- le stockage tampon à court terme au moyen de batteries au lithium-ion ;
- un stockage saisonnier impliquant i) un électrolyseur pour produire du dihydrogène ; ii) un réservoir de dihydrogène et iii) une pile à combustible qui génère une tension électrique lors de l'oxydation sur une électrode d'un combustible (ici le dihydrogène).

Le dispositif fonctionne automatiquement, supervisé à distance via la 4G. Mis en service au deuxième trimestre 2017, ce projet a coûté 340 000 euros, pour une durée expérimentale de trois ans.

Les 300 foyers du cirque de Mafate ont bénéficié, en 2002, d'un programme d'électrification réalisé par des solaristes, à travers des mesures de défiscalisation, avec l'implantation de nombreux générateurs photovoltaïques. Devenus vétustes, ces derniers ne répondent plus aux besoins des habitants du cirque. Lorsqu'il n'y a pas de soleil, soit environ six mois de l'année, des groupes électrogènes sont utilisés.

Suite à l'expérience menée à La Nouvelle, un programme est mené depuis plusieurs mois par le Sidélec, en collaboration avec EDF et d'autres acteurs du territoire, en vue d'un renouvellement du parc de panneaux photovoltaïques. Dans ce cadre, 15 millions d'euros ont été budgétés par le Fonds d'aide aux collectivités pour l'électrification (FACE) afin, entre 2018 et 2021, de fournir aux 300 foyers mafatais une énergie à 100% décarbonnée.

Electrification rurale en Inde : nouveaux développements innovants

***Martin Scherfler**, consultant Auroville Consulting, Inde*

Lié à la communauté internationale installée à Auroville, auprès de la ville de Pondichéry, dans le Sud de l'Inde, Auroville Consulting, fondé en 2010, est le bras opérationnel de la Fondation Auroville, organisme à but non lucratif. Mettant en œuvre son expérience en matière de développement écologique et socialement responsable, Auroville Consulting collabore avec des partenaires engagés dans la recherche académique ainsi qu'avec les secteurs public et privé, en Inde comme à l'International.

Le nom Pondichéry désigne une ville mais aussi un petit Etat ayant un front de mer sur la baie du Bengale et partageant ses frontières terrestres avec le Tamil Nadu, grand Etat de quelque 72 millions d'habitants (selon le sondage de 2011, aujourd'hui estimé à 80 millions).

Ayant 49 % de population urbaine et 51 % de population rurale, répartie dans 15 049 villages, le Tamil Nadu constitue l'un des dix territoires (pays ou Etat) comptant la meilleure intégration d'EnR au réseau territorial. Selon l'observatoire indépendant *Institute of Energy Economics and Financial Analysis*, des USA, en comptant le solaire, l'éolien, la biomasse et l'hydroélectricité, le Tamil Nadu disposait, à mars 2017, de 42 % de puissance installée renouvelable dans son mix énergétique.

En mars 2018, la *Tamil Nadu Generation and Distribution Corporation* (TANGEDCO) a fait savoir qu'elle comptait lancer des appels d'offres pour encore 3 GW de capacité renouvelable, pour moitié solaire et pour moitié éolien, cela confirmant la position d'Etat-leader en matière de renouvelables en Inde.

Au niveau national, l'électrification en Inde est décrite par les chiffres ci-dessous :

- capacité totale installée (2018) : 340,53 GW
- production brute (2016-17) : 1 212 TWh
- déficit énergétique (oct 2017) : 2 %
- déficit aux heures de pointe (oct 2017) : 0,7%
- consommation per capita (2016-17) : 1 075 kWh/an
- consommation per capita (Tamil Nadu) : 1 600 kWh/an

Le gouvernement indien vise 2022 pour l'électrification à 100 % du pays. En 2017, l'électrification urbaine était à 96 %, contre 74 % d'électrification rurale. Cela est mesuré au niveau des villages connectés et non des foyers. 304 millions de personnes n'ont pas d'accès à l'électricité. Par ailleurs, les régions rurales et les consommateurs agricoles subissent de fréquentes pannes de courant.

Le concept du projet Solar Village repose sur les options suivantes :

- des villages à bilan énergétique positifs ;
- la ligne de raccordement du village au réseau exemptée de délestage ;
- actionnariat de 10 % au village ;
- totalité de l'énergie solaire injectée à travers le réseau ;
- programme d'EE au village ;
- le village continue à acheter de l'électricité au tarif en vigueur dans l'Etat.

Avec une population de 5 830 habitants, pour 1 478 foyers, le village d'Irumbai, peu éloigné d'Auroville, est en passe de devenir le premier village indien entièrement à alimentation électrique solaire. Le projet Solar Village y ouvre diverses perspectives :

- 170 kWc en solaire (20 kW sur toitures, 150 kW monté au sol) ;
- montée en gamme du transformateur de distribution du village ;

• utilisation de ventilateurs à haute EE, d'éclairage domestique et de rues au moyen de lampes LED, pompes à eau municipales efficientes ;

• accent sur l'engagement du village et la prise de conscience ;

• poste de suivi en ligne.

Selon Auroville Consulting, une transformation socioéconomique est aussi attendue :

• génération de revenus grâce à la location de terres, l'exploitation et l'entretien des panneaux PV ;

• qualité de vie améliorée (meilleure prestation de services de base) ;

• diversification de l'économie ; (de nouveaux commerces et de nouvelles industries encouragées à s'installer dans le village) ;

• moins d'exode rural ;

• sécurité accrue en raison d'un éclairage de rues plus fiable.

Intervention sur les actions « bois de feu » et foyers améliorés

Augustin Randrianarivony, *Directeur des énergies alternatives au ministère de l'Eau, de l'Energie et des Hydrocarbures et Point focal national COI, Madagascar*

En dépit des efforts considérables consacrés aux énergies de substitution (gaz, éthanol…), le nombre de personnes dépendant du bois et du charbon de bois ne cesse d'augmenter :

• En 2015, plus de 90 % de la population totale à Madagascar était tributaire du « bois Energie » (bois de feu et charbon de bois) comme source d'énergie de cuisson ;

• Le taux de déforestation est de 1,5% par an du fait de l'exploitation non durable des ressources forestières ;

• à des fins de cuisson, 1 % des ménages utilisent des EnR, 7 % des produits pétroliers et 92 % le « bois énergie ».

Il est nécessaire de préserver les écosystèmes et la santé des femmes et des enfants qui respirent les fumées de combustion du « bois énergie ».

D'un point de vue économique et social, le « bois énergie » constitue une source permanente de revenus pour plusieurs ménages ruraux, des acteurs indirects et des populations urbaines : les charbonniers enregistrent des recettes de 580 000 à 980 000 Ar/ha par an, selon l'agence de développement allemande GIZ.

En marche vers l'AFR100 - initiative pour la restauration des écosystèmes forestiers africains, visant la revitalisation, en 2030, de 100 millions d'hectares de paysages déboisés et dégradés, les défis préventifs en amont consistent à :

- restaurer quatre millions d'hectares de paysages forestiers, au titre de l'engagement auprès de l'AFR100 ;
- établir des programmes de reboisement à vocation énergétique, sur 35 000 à 40 000 hectares par an ;
- diffuser des techniques de production améliorée assurant la durabilité des ressources tout en préservant les forêts naturelles et 35 000 hectares de bassins versants.

Toujours au chapitre des défis, il sera aussi nécessaire, en aval, de vulgariser davantage les foyers améliorés.

- le foyer amélioré est un équipement de cuisson présentant des rendements énergétiques plus élevés que le foyer traditionnel, grâce à un meilleur transfert de chaleur à la marmite par convection et rayonnement;
- l'objectif est de réduire la demande pour le bois de chauffe et de diminuer la part des dépenses en énergie de cuisson du budget des ménages.

Les avantages du foyer amélioré sont les suivants :

- économie de 30% à 45% de combustibles et réduction de ce fait des dépenses des ménages ;
- atout écologique, valorisant économiquement les ressources forestières ;
- diminution d'émission de CO_2 ;
- accès à prix abordable à des technologies à haute performance énergétique ;
- institution de normes et labels catégorisant les foyers fiables et de qualité ;
- mise en place de systèmes de commercialisation innovants exploitant les réseaux traditionnels d'épargne-crédit.

Une stratégie de facilitation d'accès aux foyers améliorés pour les ménages pauvres apparaît nécessaire. Au plan des autres actions à entreprendre, dans l'immédiat et au futur, on relève :

- l'amélioration des réglementations : loi sur la bioénergie, Stratégie nationale d'approvisionnement en Bois Energie (SNABE), Plan régional d'énergie de biomasse (PREB) ;
- les collaborations, interministérielle et avec les partenaires techniques et financiers ;

• la normalisation des foyers économes ;
• la labellisation (des foyers et des associations d'artisans) ;
• l'appui aux producteurs ;
• l'interdiction des foyers non certifiés.

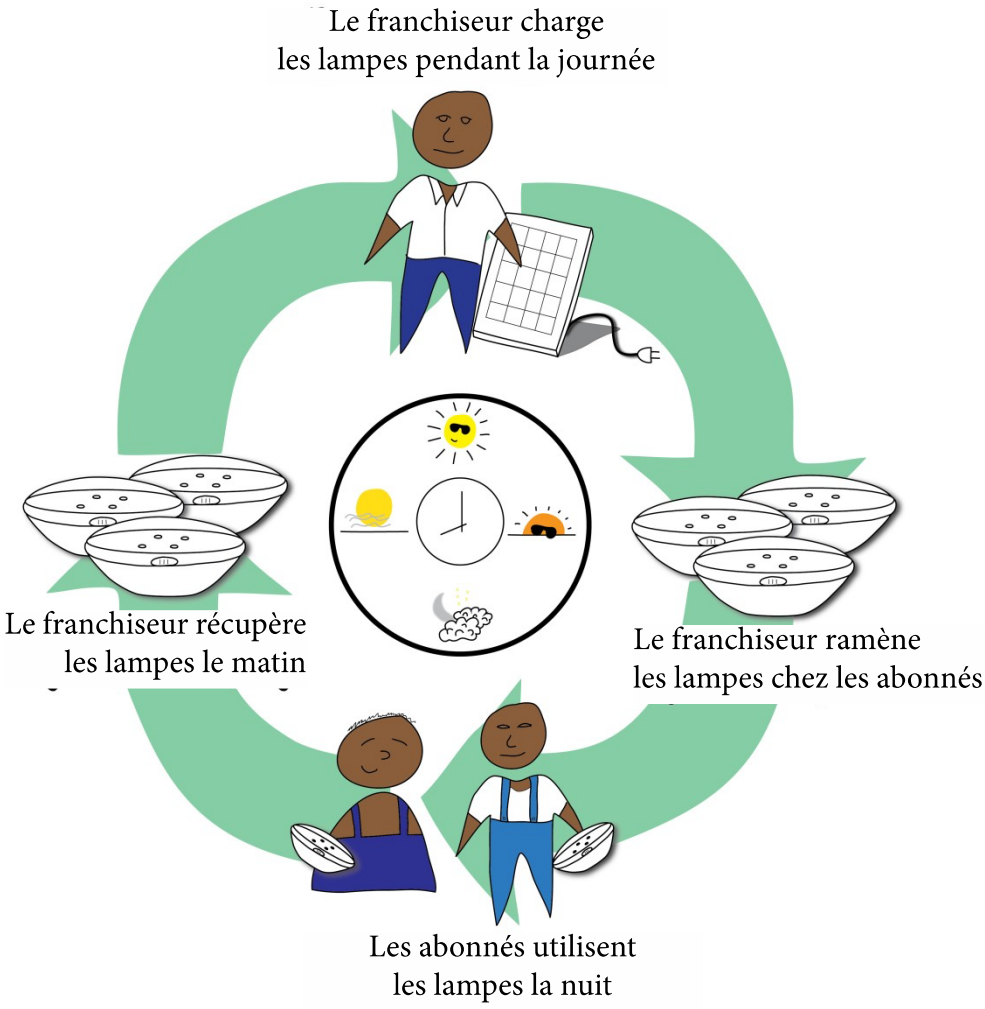
Finalement, l'expérience permet de constater un certain nombre d'acquis :

• la diffusion à large échelle des foyers améliorés dans le cadre d'une approche de marché qui est aussi une opportunité de création d'emplois ;
• la protection des écosystèmes des pays en voie de développement et la participation à l'amélioration de la santé des femmes et des enfants ;
• la consolidation du marché des foyers améliorés, ce qui sera une garantie de par le renforcement de capacité des producteurs, la mise en place de réseaux et de systèmes de commercialisation ;
• une bonne sensibilisation des utilisateurs et une implication des systèmes et des mécanismes de financement à des conditions viables ;
• l'utilisation généralisée des foyers améliorés, cela contribuant à freiner la dégradation des ressources forestières et participant à créer des richesses complémentaires.

Accès aux EnR pour les communautés rurales et urbaines pauvres à Madagascar

Tahiry Henintsoa Ramboa*, chef du projet Jiro-Ve, Madagascar*

Au mois d'août 2017, ont été présentées, à Antananarivo, les neuf démarches retenues - sur 17 soumises - par la COI, en soutien à l'accès de communautés rurales malgaches à l'énergie électrique, projets financés par l'Union européenne. L'entreprise sociale Jiro-Ve, structure son modèle économique autour d'une idée simple.



Pour environ quatre centimes d'euro par jour, Jiro-Ve change la vie de ses partenaires/clients et améliore leur qualité de vie, leur santé et, après la tombée de la nuit, les conditions d'apprentissage des enfants scolarisés

L'unique modèle économique adopté par Jiro-Ve est simple :

1) en journée, au moyen d'un dispositif photovoltaïque, l'agent de l'entreprise sociale – le franchiseur - dans une zone géographique délimitée charge les lampes des abonnés ;

2) avant la tombée de la nuit, le franchiseur ramène les lampes chez les abonnés ;

3) les abonnés utilisent les lampes, selon leurs besoins, pendant les heures d'obscurité ;

4) le franchiseur récupère les lampes, le matin.

Le service de Jiro-Ve est i) accessible, avec une franchise unique ; ii) vert, n'utilisant pas d'hydrocarbures ; iii) fiable, avec des franchiseurs formés ; iv) peu coûteux, moins cher que les bougies.

A la mi-2018, Jiro-Ve comptait 35 000 bénéficiaires ; 33 franchises attribuées ; 60 assistants employés par les franchiseurs. L'observation du marché permet de

dire que 92 % de Madagascar a besoin de services comme ceux proposés par Jiro-Ve. Ce dernier, à ce jour, n'éclaire que six régions du pays.

59 % de la population utilise des lampes au kérosène pour s'éclairer, 33 % des bougies, pour une dépense totale annuelle, respectivement, de 200 et de 304 millions de dollars[5].

Nécessitant un budget total de 162 992 euros, Jiro-Ve a reçu un financement de 75 000 euros de l'Union européenne, par la médiation de la COI. A la mi-2018, environ 100 000 euros, 61 % du budget total avaient été dépensés. Par rapport au premier objectif arrêté avec la COI, 33 systèmes solaires – sur les 40 envisagés – sont en possession des franchiseurs, cela permettant de toucher 5 500 familles. Pour ce qui est du deuxième objectif - le recrutement de six coordinateurs régionaux - quatre ont été recrutés. Un programme de formation a été conçu et mis en œuvre, les 40 franchiseurs ont été formés. Le troisième objectif, le développement de la plateforme mobile de gestion, est engagé.

Avantages comparatifs du produit de Jiro-Ve

Concurrents	Produits	Avantages de Jiro-VE
Lampes de qualité inférieure	Grande variété de lanternes solaires d'habitude vendues dans les rues.	Pas de coût initial, produit de meilleure qualité et service de recharge.
Bougies	En vente n'importe où. Au prix de recharge d'une lampe de Jiro-VE..	Pour la même dépense, une solution électrique, propre, sûre, éclairant davantage.
Kérosène	Polluant et inflammable. Pas aisément transportable	Pour un côût légèrement supérieur, luminosité, propreté, absence de fumée et de risques d'incendie

Soutenu dans sa phase initiale par le financement de l'Union européenne, Jiro-Ve entend poursuivre sa croissance même sans aide externe.

En 2017, Jiro-Ve a touché 22 750 bénéficiaires, créant 59 emplois, pour 1,6 million de bougies évitées.

[5] Sources:
http://www.reegle.info/countries/madagascar-energy-profile/MG
http://www.indexmundi.com/facts/madagascar/rural-population

En 2018, il est prévu d'atteindre 45 275 bénéficiaires, en soutenant 111 emplois, pour 3,3 millions de bougies évitées.
Pour 2019, l'objectif est de 76 650 bénéficiaires, 184 emplois et 5,6 millions de bougies évitées.
Les objectifs qualitatifs de l'entreprise sont :

- remplacer entièrement le kérosène et les bougies ;
- procurer à la population un éclairage propre et sûr ;
- donner aux enfants la possibilité d'étudier après la tombée de la nuit ;
- créer davantage d'emplois en soutenant l'entrepreneuriat.

Atelier 3 : Définition du mix électrique du futur : objectifs et limites pour les différentes sources d'énergies renouvelables, potentiels identifiés

Méthodologie de mise en place d'une programmation électrique : point de vue du gestionnaire de réseau

***Vincent Levy**, Chef du service système électrique à EDF Réunion, France/Réunion*

En France, c'est la loi du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte qui institue la PPE. Sous l'égide du Conseil régional et de l'Etat, la PPE identifie les actions publiques prioritaires pour la gestion de l'ensemble des formes d'énergie. Les deux leviers principaux de cette programmation sont i) le développement des EnR ; et ii) les économies d'énergie. L'objectif, à La Réunion, est de compter 50 % de renouvelables en 2020 et d'atteindre une alimentation à 100 % renouvelable en 2030.

Les principaux enjeux pour l'ensemble du système électrique à La Réunion sont :

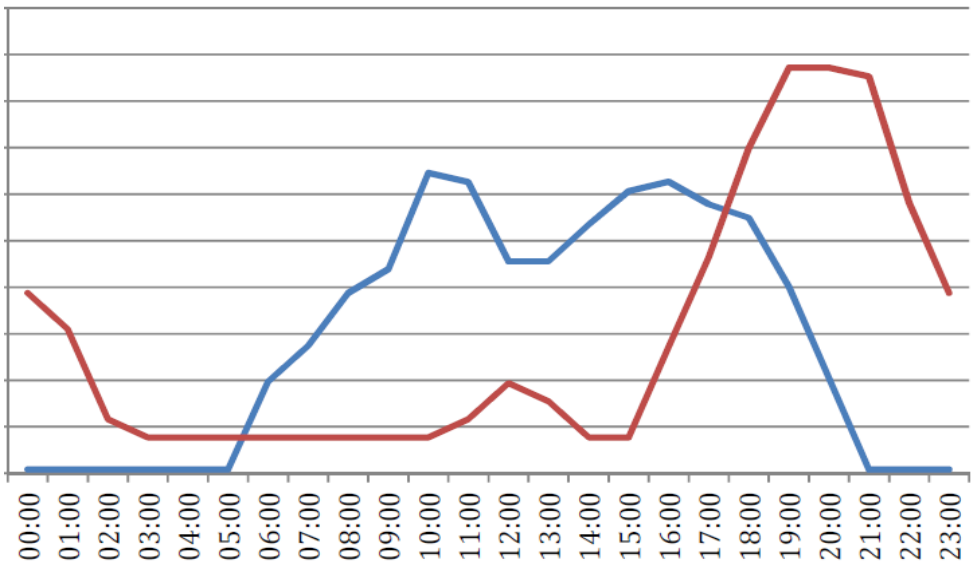
- la rentabilité des filières renouvelables ;
- la maîtrise de l'énergie ;
- la sûreté du système électrique.

En vue de la rentabilité, parallèlement au développement des EnR décentralisées et non garanties, comme les centrales photovoltaïques et éoliennes, ainsi que la production autoconsommée, il importe de gérer la capacité du système électrique à les intégrer au réseau.

La maîtrise de l'énergie nécessitera i) un plan d'action en matière d'efficacité énergétique ; ii) l'adoption d'une politique d'effacement de consommation ; iii) une gestion raisonnée de la recharge des véhicules électriques.

La sûreté du système électrique sera garantie par i) le déploiement du compteur numérique (de 2017 à 2024) comme facilitateur de l'intégration des EnR et ii) l'installation de moyens de production de secours (turbine à combustion) ou de moyens de flexibilité (stockage, pilotage d'une partie de la consommation, etc.).

Impact du véhicule électrique
selon les modalités de recharge
Courbe bleue : Smart Charging
Courbe rouge : Recharge irréfléchie au domicile



Un mix énergétique majoritairement renouvelable est possible à La Réunion dès 2028, sous réserve que le réseau soit capable d'intégrer plus de production intermittente non garantie. Pour cela, il convient de mettre en place des solutions à caractère :

- réglementaires, pour une meilleure tenue des centrales intermittentes face aux excursions de tension et fréquence ;
- logicielles, pour optimiser le placement de production, le délestage, la prévision, etc.
- matérielles, soutien dynamique de fréquence et de réglage (batteries centralisées, etc.).

Le mix entrevu pour 2028 sera également possible sous réserve qu'il se répartisse entre les différentes filières (photovoltaïque, biomasse, éolien, hydraulique, etc.), cela afin de limiter les « modes communs climatiques ». Il s'agira aussi de veiller à ce que des moyens de flexibilité soient maintenus ou mis en place : centrales « dispatchables », stockage, pilotage d'une partie de la consommation.

Programmation pluriannuelle de la contribution des EnR à Maurice : approche méthodologique

***Soonil Rughooputh**, directeur général de l'Agence Nationale des Energies Renouvelables de Maurice (MARENA), Maurice*

La *Mauritius Renewable Energies Agency* (MARENA) a été créée par un acte législatif (No 11 de 2015), le *Mauritius Renewable Energy Agency Act*. L'agence a été créé avec pour mission de superviser le développement des énergies renouvelables à Maurice. Elle agit sous la tutelle du ministère de l'Energie et des Utilités publiques.

Les objectifs de l'agence sont de :

- promouvoir l'adoption et l'utilisation des énergies renouvelables en vue d'atteindre des objectifs de développement durables ;
- conseiller les pouvoirs publics sur les usages possibles du gaz liquide naturel ;
- créer un environnement habilitant pour le développement des énergies renouvelables ;
- augmenter la part des renouvelables dans le mix énergétique national ;
- diffuser l'information et partager l'expérience disponible sur la recherche en matière d'énergie renouvelables et au sujet des technologies associées ;
- encourager la collaboration et le réseautage, aux niveaux régional et international, avec des institutions promouvant les énergies renouvelables.

Les fonctions de l'agence sont de :

- conseiller le ministre au sujet de tout ce qui relève des orientations et de la stratégie en matière d'EnR ;
- élaborer tous les cinq ans un plan stratégique pour le EnR ;
- établir le cadre requis pour accroître l'utilisation des EnR ;
- évaluer la faisabilité et la compétitivité des projets d'EnR et faire des recommandations ;
- encourager des études et la recherche sur les technologies associées aux EnR et leur mise en œuvre ;
- rassembler et analyser des données sur l'utilisation et les avantages des EnR ;
- concevoir des directives et des normes pour les projets d'EnR, pour leur évaluation et pour l'approbation de projets on-grid et off-grid ;
- concevoir des mécanismes incitatifs et des stratégies de financement ;
- évaluer les besoins pour le développement des compétences pour la mise en œuvre de projets d'EnR ;

• établir des liens avec l'Agence internationale de l'énergie renouvelable (IRENA) ainsi qu'avec des institutions régionales et internationales ayant des objectifs similaires ;

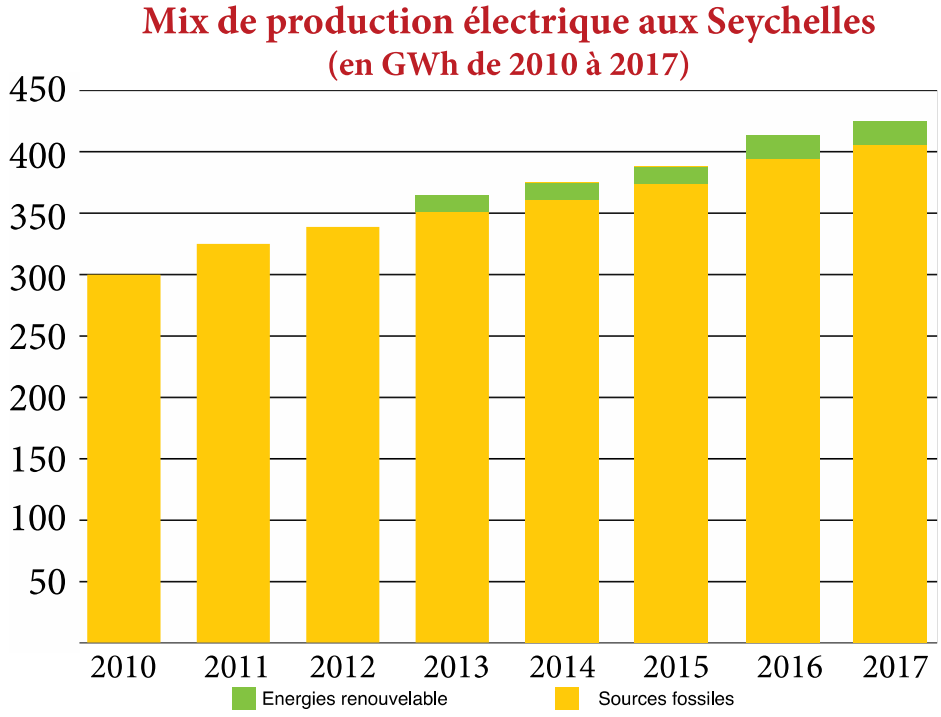
• initier des programmes de sensibilisation ;

• concevoir les critères possiblement nécessaires pour les accréditations d'agents dans le secteur des EnR.

Les exercices de modélisation du mix électrique aux Seychelles : quelles actions menées et perspectives pour l'horizon 2025 et 2030 ?

Mamy Razanajatovo, *ingénieur principal, responsable de la planification énergétique et de la mise en œuvre de la politique de l'énergie à la Commission Energie des Seychelles (SEC) et Point focal national COI, Seychelles*

Structure de la production d'électricité nationale par source d'énergie primaire, le mix électrique est désormais un critère important pour évaluer la politique énergétique d'un territoire. Aux Seychelles, il a évolué entre 2012 et 2017, passant d'une totale absence d'énergie renouvelable à une progression d'année en année, avec 7% de renouvelables dans le mix en 2013, 7,6 % en 2014, 8,3 % en 2015, 9,2 % en 2016 et 9,6 % en 2017, le reste étant produit en centrale thermique au fioul lourd et au mazout léger. L'essentiel des EnR du mix aux Seychelles provient des éoliennes du port de Mahé, la part du photovoltaïque restant encore minime.



La prévision du mix électrique au cours des prochaines années n'est pas qu'une simple modélisation ; il s'agit d'un exercice complet de planification de l'expansion du système de production électrique (ensemble des parcs de production) sur une période donnée (2010-2035).

La politique énergétique consiste à :

- sécuriser l'approvisionnement en énergie, en particulier l'électricité ;
- fixer les objectifs quant à la part d'EnR dans le mix électrique : 5 % en 2020, 15 % en 2030, (et 50-90 % en 2050) ;
- accroitre au maximum la part des EnR dans la production électrique nationale ;
- réduire parallèlement le coût global du système de production, en satisfaisant d'autres contraintes.

Le modèle de l'offre énergétique sert à trouver un plan optimal d'expansion du système de production ; cela nécessite que le coût total actualisé minimum de l'exploitation du système soit connu pour la période en revue (2010-2035).

Pour assurer le niveau attendu de fiabilité du système, un certain nombre de contraintes doivent être satisfaites :

- l'existence d'une marge obligatoire de réserve (20 à 40 %) ;
- une probabilité de défaillance (LOLP, *loss of load probability*), soit le pourcentage de risque que le système ne puisse pas satisfaire la demande, par exemple pour 4-5% du temps. Soit, sur une année, (5% x 8760) = 438 h
- un coût de l'énergie (lié à une demande potentielle de pointe) que le système ne peut pas satisfaire ;
- la nécessité pour les parcs de disposer de réserves tournantes.

Conçu par l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), le modèle WASP (*Wien Automatic System Planning Package*) est un outil de planification de puissance énergétique utilisé dans plus d'une centaine de pays en voie de développement. Il permet de déterminer le plan optimal de croissance énergétique, en tenant compte de contraintes extérieures telles que la disponibilité des ressources fossiles, la restriction d'émission de CO_2, le développement des technologies, etc.

En fournissant au modèle WASP des données telles que les prévisions de demande d'énergie électrique et de puissance de pointe, celles relatives aux parcs de production installés ainsi qu'aux nouvelles options de même qu'aux contraintes telles que la réserve de capacité et la probabilité de défaillance, l'exercice de simulation permet de prévoir :

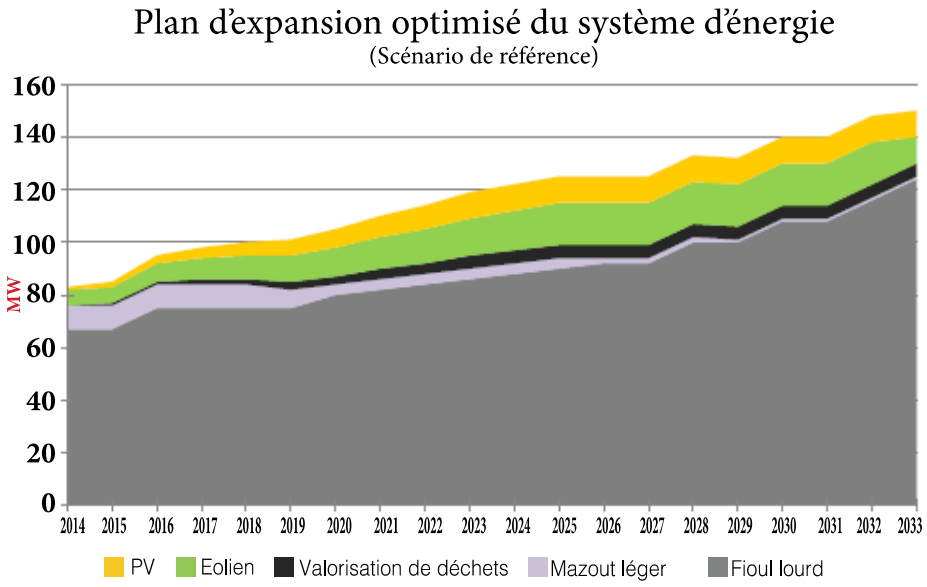
- un calendrier d'installation de nouveaux parcs de production et les capacités requises ;

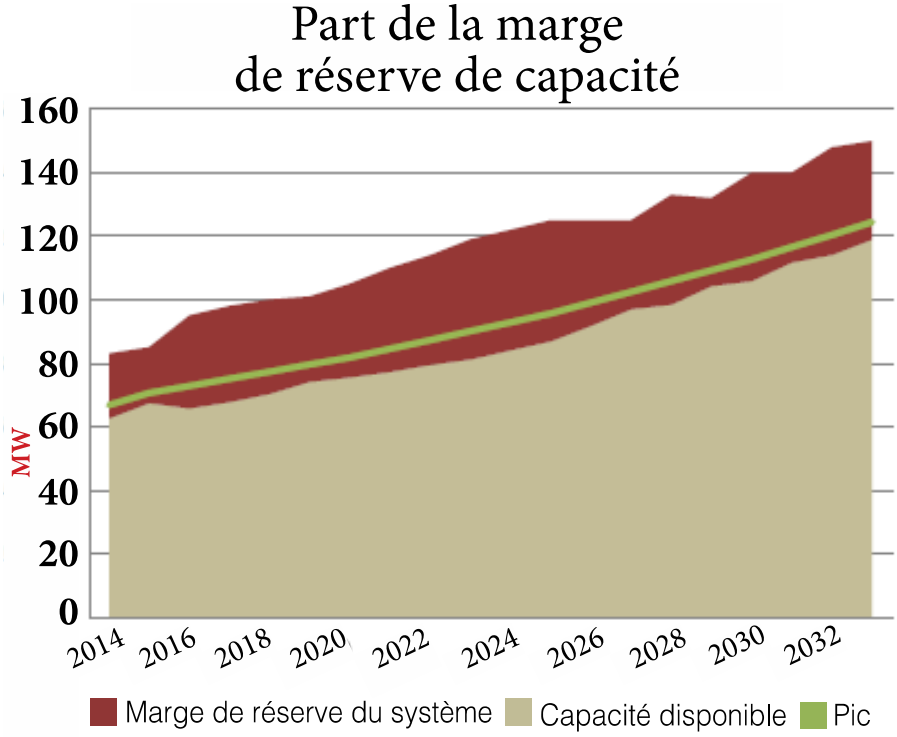
• l'évolution de la capacité totale du système à l'avenir ;
• la consommation de combustibles fossiles ;
• l'évolution des coûts, les émissions de gaz à effet de serre, etc.

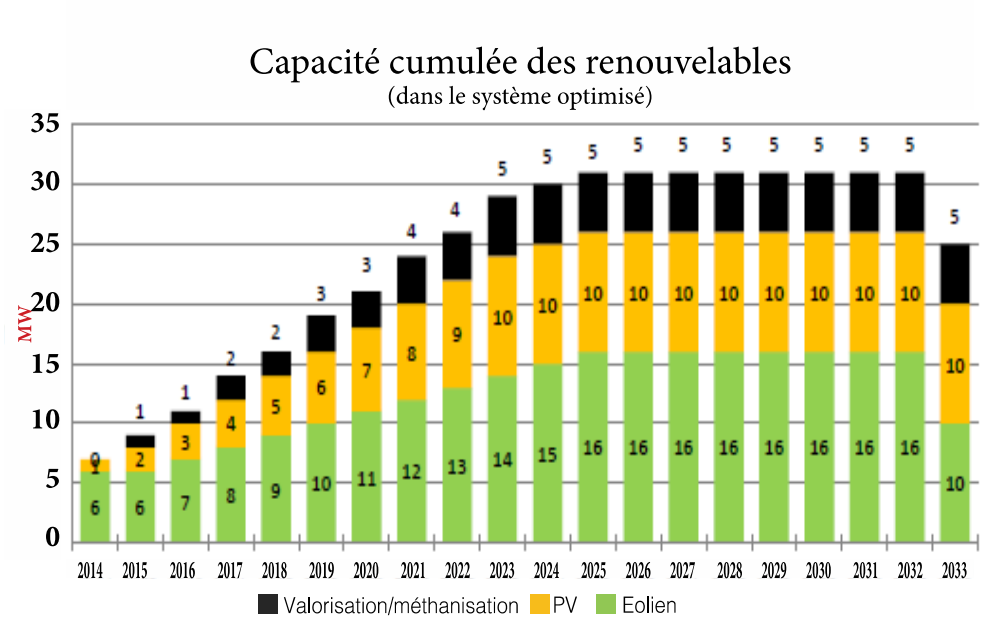
En appliquant le modèle WASP aux Seychelles, il s'agit de mettre en équation les coefficients de parcs opérationnels accordant une prime au fioul et au gasoil et les nouveaux candidats proposant du solaire photovoltaïque, de l'éolien offshore, du biogaz et la valorisation de déchets. Il s'agit aussi d'intégrer les paramètres chiffrés suivants :

• une capacité de réserve de 40 % ;
• les coûts d'investissements pour les parcs existants et les nouveaux candidats ;
• les coûts fixes et variables pour les parcs existants et les nouveaux candidats.

Résultats de l'exercice :

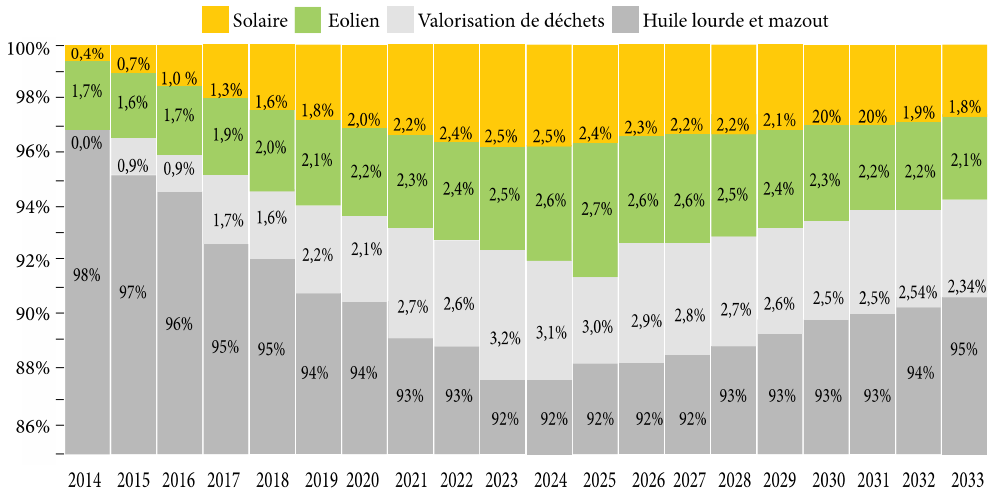






Bien que le résultat présenté corresponde à un optimum économique (le cout global actualisé du système de production sur toute la période d'étude étant minimal), les parts des EnR restent faibles jusqu'à 2030 : éolienne 2,3%, solaire 2%, biogaz 2,5%. Ce qui ne correspond pas aux objectifs fixés de 15 % pour 2030.

Prévision du mix électrique aux Seychelles



Les faibles parts de ENR sont essentiellement dues aux valeurs trop élevées assignées à à la probabilité d'un arrêt forcé (*Forced Outage Rate FOR*) pour les EnR : éolienne 87%, solaire 80%.

Le résultat présenté est aussi basé sur des hypothèses de coûts et de prix constants jusqu'à 2030..

Pour améliorer la modélisation, il faudrait comptabiliser l'effet des batteries de stockage, réduisant ainsi la valeur du FOR. Il serait aussi possible de prévoir un prix du pétrole croissant et des coûts décroissants pour les EnR.

Mix énergétique des Comores et intégration des EnR ; le cas particulier de Mohéli

***Youssouf Mohamed Nassurdine**, conseiller technique du directeur général de la Société nationale d'électricité (MAMWE), Union des Comores*

L'état des lieux en Union des Comores permet d'établir trois constats généraux :

- le premier est la faible disponibilité de données concernant la consommation et l'offre d'énergie, par source et par usage ;
- le second porte sur la concentration d'attention des acteurs ;
- le troisième porte sur l'environnement institutionnel, organisationnel et réglementaire.

Pour ce qui est de l'électricité, le premier problème structurel est la taille des tranches de production. La production est par ailleurs à 100 % dépendante d'hydrocarbures, peu souhaitables en raison des émissions de gaz à effet de serre, pesant lourd également sur les réserves de l'archipel en devises. En 2011, les Comores importaient 70 000 tonnes de produits pétroliers, tous produits confondus.

Selon certaines études, le gaz de pétrole liquéfié (GPL) et le kérosène constituent la source d'énergie des systèmes d'éclairage de plus de 60 % des habitations aux Comores (49 % à la Grande Comore, 73 % à Anjouan, 76 % à Mohéli).

Pour ce qui est de la biomasse, le bois reste la principale source d'énergie, constituant, selon les sources, de 71 à 80 % des besoins aux Comores, ses usages étant la cuisson des aliments (à domicile et dans les restaurants informels) et la fourniture de chaleur pour les distilleries d'Ylang-Ylang.

Les Comores disposent de sources d'EnR certaines - l'ensoleillement, les vents, le potentiel hydroélectrique, la géothermie - mais peu, voire très peu sont exploitées :

Seule la géothermie a été l'objet d'un début d'investigation. La première phase d'exploitation, mobilisant un budget de 1,3 million de US dollars, est achevée. La phase 2, comportant des forages et des tests, pour un budget de 45 millions de US dollars, est actuellement en cours.

Le gouvernement comorien a pu mobiliser 20 millions de US dollars. Une puissance installée de 40 MW est prévue mais, dans un premier temps, seuls 10 MW seront exploités. Le cout total du projet est estimé à 120 millions de US dollars.

Pour ce qui est de l'hydroélectricité, trois microcentrales hydrauliques seront mises en service, dont une de 627 KW pour Anjouan et et de 13 KW pour Mohéli. Elles devraient permettre une économie de 821 000 litres de gasoil par an.

En 2009, l'Union des Comores s'est dotée d'une Stratégie de croissance et de réduction de la pauvreté, pour couvrir la période 2010-2014. Arrivé au terme de ce programme, le gouvernement a décidé de formuler une nouvelle stratégie nationale, pour la période 2015-2019. Ce nouveau cadre est intitulé Stratégie de croissance accélérée de développement durable (SCA2D). A fin 2017, les Comores avaient intégré à leur stratégie les 17 objectifs de développement durable des Nations unies et, adoptant leur calendrier, s'étaient données 2030 pour échéance.

Le SCA2D mentionne dix fois le mot renouvelable/s, dans des contextes très précis, entre autres en évoquant l'hydroélectricité et les microcentrales d'Anjouan et de Mohéli, notant que la Grande Comore n'a pas de potentiel hydroélectrique ;

- en souhaitant une politique d'énergie renouvelable permettant d'utiliser le photovoltaïque pour l'agriculture ;
- dans le cadre général d'une économie verte ;
- en vue de réduire l'utilisation du bois de chauffe ;
- pour noter les objectifs visés : 10 % d'EnR en 2019, 55 % en 2033 (moyennant que la géothermie tienne ses promesses) ;
- pour le développement de l'électrification rurale ;

• comme domaine de recherche.

L'objectif global d'ici à 2030 sera de contribuer au développement durable du pays, à travers une offre de services énergétiques accessibles au plus grand nombre, à moindre coût et favorisant la promotion des activités socioéconomiques. Cela nécessitera d'atteindre les objectifs ci-après : i) la maîtrise du niveau de dépendance énergétique ; ii) le développement de l'accès à l'énergie ; iii) l'inscription dans une logique économique crédible et pérenne ; iv) l'inscription dans une logique de développement durable.

Les objectifs concrets, chiffrés et soumis à échéances sont les suivants :

• 20 ans pour atteindre une indépendance à 50% en matière d'électricité, avec 20 % de gaz de pétrole liquéfié pour les usages thermiques ;

• l'accès à l'énergie électrique pour tous les foyers à l'horizon de 20 ans, consommation moyenne annuelle toutes énergies confondues de 0.5 tep par habitant ;

• en 5 ans, équilibrer les coûts de fonctionnement des entreprises ;

• en 20 ans, redonner à l'Union des Comores la capacité de renouveler les actifs installés au fur et à mesure de leur obsolescence ;

• en 5 ans, reboiser 4 000 ha ;

• en 20 ans retrouver un niveau de boisement équivalent à celui d'il y a 50 ans, soit 20 000 ha ;

• faire en sorte de porter la mise sous gestion communautaire des forêts de 10 000 hectares actuellement à 12 500 hectares en 2018 et 20 000 hectares en 2033.

Avec 2030 pour horizon, l'Union des Comores doit non seulement accroître sa puissance installée, augmenter la part de renouvelables dans son mix et développer le réseau national. La création d'un secteur fonctionnel de l'énergie nécessite aussi la poursuite d'axes stratégiques :

• développement et diversification de l'offre énergétique sur les îles ;

• développement et promotion d'actions de maîtrise de l'énergie ;

• élaboration et mise en œuvre d'un observatoire ; pilotage de l'énergie ;

• définition d'une politique tarifaire venant en appui à la politique d'accès à l'énergie ;

• amélioration du cadre institutionnel, législatif et réglementaire ;

• renforcement des capacités de tous les acteurs (privés, publics et parapublics).

Les six axes stratégiques ci-dessus ont servi de cadre d'orientation aux initiatives prises sur Mohéli dont la situation est particulière :

- concernant l'offre énergétique, il y a eu, à Mohéli : i) des études sur les EnR ; l'encouragement de l'eau chaude solaire dans les hôtels et les alambics ; l'encouragement de centrales solaires avec injection sur le réseau ;
- concernant la maîtrise de l'énergie, encouragement des lampes LED et des foyers améliorés pour les alambics ;
- en vue du pilotage de l'énergie, projet de centre de recharge de batteries pour l'éclairage ou autres usages ;
- concernant la politique tarifaire, création d'un système de microcrédit solaire ;
- concernant le cadre de régulation, adoption d'une loi sur les EnR ;
- concernant le renforcement de capacités, projet de centre de formation pour les métiers des EnR et de l'EE, projet soutenu par COI-Energies, pour favoriser les EnR et l'EE.

Mohéli dispose d'une centrale thermique de 7,6 MW de puissance installée, ainsi que trois microcentrales, pour une puissance totale de 8,257 MW. Cette production, toutefois n'est pas synchronisée. Mohéli compte aussi 386 petits dispositifs photovoltaïques, offerts par le gouvernement chinois, totalisant 55,5 kW de puissance installée. L'Union européenne, quant à elle, en partenariat avec le Fonds arabe pour le développement économique et social (FADES) finance l'installation de kits solaires, pour une puissance de 150 kW.

En juillet 2018 sera complété le projet d'installation de compteurs pour l'électricité prépayée.

Biomasse : une opportunité pour un mix énergétique équilibré : ressources ligneuses, technologies et filières

***François Broust**, chargé de recherche au CIRAD, France/Réunion*

Source d'électricité, par combustion ou gazéification, la biomasse ligneuse procure une énergie de base renouvelable. Elle vient en complément des EnR intermittentes (solaire et éolienne) et permet une substitution verte au charbon fossile dans les dispositifs de production actuels.

En quoi la bioélectricité peut-elle contribuer au mix énergétique ?

La bioélectricité et l'utilisation de la biomasse représentent une opportunité pour les secteurs agricole et agro-industriel, leur offrant une source supplémentaire de revenus. Cela permet de valoriser des résidus jusqu'alors non utilisés, occasionnant une diversification des marchés de sources d'énergie. L'utilisation de la biomasse à des fins de production énergétique permet de sécuriser les territoires concernés.

Les solutions adoptées devront être adaptés aux contextes socio-économiques et réglementaires des territoires ou pays concernés. Cela sera tributaire des ressources mobilisables et de l'évaluation des usages concurrents. Cela dépend de la structuration du secteur agro-industriel et des besoins en termes d'énergie, si l'on recherche de l'énergie de base, une électrification décentralisée ou la valorisation de la chaleur.

Les ressources en biomasse ligneuse sont d'origine forestière, agricoles ou urbaine :

La biomasse d'origine forestière provient de :

- l'exploitation durable de forêts naturelles ;
- plantations dédiées ;
- résidus des industries du bois ;

La biomasse d'origine agricole provient de :

- cultures dédiées
- résidus de récoltes (pailles, rafles…)
- coproduits des Industrie agricoles et alimentaires (bagasse, balle de riz, rafles de maïs…)

La biomasse d'origine urbaine provient de

- déchets verts
- déchets de bois (palettes, déconstruction…)

La mobilisation de ces ressources n'est pas exempte de contraintes. Leur composition et leur qualité comme biocombustible sont variables, cela étant tributaire de la granulométrie, de l'humidité, du pouvoir calorifique. Par ailleurs, l'accessibilité, la logistique requise, la saisonnalité, les conditions de stockage sont également des paramètres à prendre en compte. Cela implique des itinéraires techniques pour se conformer aux spécifications et contraintes des procédés

Il importe aussi d'appliquer les critères de durabilité au modèle productif. L'utilisation de la biomasse à des fins de production thermique d'électricité comporte en effet des conflits d'usages potentiels qui doivent être considérés, de même que des contraintes environnementales et réglementaires, carbone, eau, sols, biodiversité, etc. Au plan économique, par ailleurs, les coûts de production, la collecte, le transport sont encore autant d'intrants à comptabiliser.

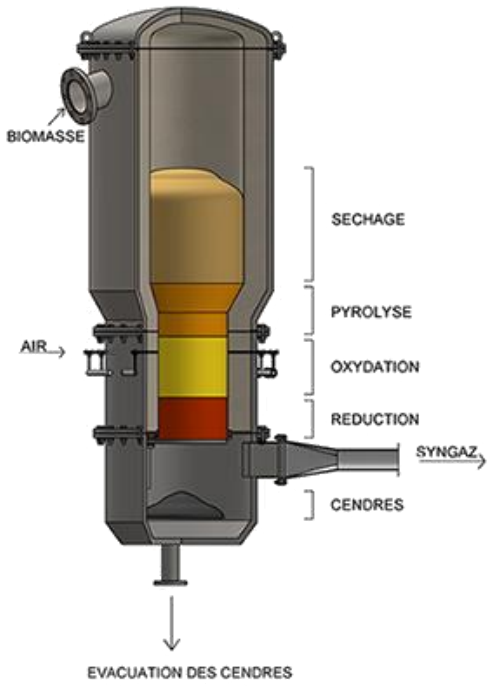
L'utilisation de biomasse peut aussi être une source de revenus complémentaires pour le secteur agricole, permettant aux producteurs de sécuriser leurs activités.

La bioélectricité par combustion consiste à appliquer une ressource de chaleur à une chaudière contenant de l'eau, pour produire un cycle de vapeur (ou cycle organique de Rankine, ORC).

Pour l'alimentation de centrales mixtes charbon/biomasse de moins de 30 MWe, il est possible de substituer au charbon de la paille, des broyats de déchets verts, du bois de caisse ou de coffrage…

Pour des centrales à 100 % à base de biomasse (1-40 Mwe), des plantations dédiées sont nécessaires, pour produire de la canne à fibre, de l'eucalyptus, divers autres appoints.

La gazéification de la biomasse est un procédé qui consiste à décomposer, en présence d'un gaz réactif, un solide organique, tel du bois ou de la bagasse, afin d'obtenir un produit gazeux.



Lors de ce processus, la biomasse est soumise à quatre phénomènes thermochimiques qui se succèdent : le séchage, la pyrolyse, l'oxydation et la réduction.

- le séchage, effectuée à une température supérieure à 100°C, vaut au système d'absorber de l'énergie thermique ;
- à partir de 250°C, soumise à la pyrolyse, la biomasse libère divers gaz dont le résidu est du carbone mêlé à des impuretés métalliques, le coke ;
- en présence de gaz réactif ou d'air, l'oxydation est la phase qui fournit l'énergie thermique ;
- par le procédé de réduction, le coke réagit avec la vapeur d'eau et le dioxyde de carbone pour produire les constituants du gaz combustible.

Pour une unité de cogénération par gazéification, le bilan énergétique s'établit comme suit :

- 80 % de l'énergie émise sous forme de gaz brut, le syngaz, à la sortie du gazéifieur, à une température de 500 à 700°C ;

• le refroidissement du syngaz vaut une émission de chaleur de 10 à 15 % ;

• la turbine de cogénération (CHP, *Combined Heat and Power*) libère 30 à 40 % d'énergie sous forme de chaleur (refroidissement du moteur ainsi que gaz d'échappement) et entre 20 à 25 % d'électricité.

Pour les petites puissances, inférieures à 500 kWe, la gazéification offre une alternative à la combustion. C'est une technologie qui convient à des productions décentralisées, pour un rendement électrique de 25 % et des valorisations diverses de la chaleur.

Les performances, techniques, économiques ou environnementales restent très variables. Les solutions techniques restent à être démontrées sur le long terme.

Parmi les initiatives liées dans la région à la bioélectricité, on note :

• à La Réunion, deux projets de gazéification ; une plateforme de démonstration de la technologie, de 30kWe, financée par la Région et un projet pilote de 50 kWe, sur une exploitation agricole ;

• la tenue du séminaire, à La Réunion, sur le développement de la bioélectricité à Maurice, les 27, 28 et 29 novembre 2017, impliquant les FEXTE, MEPU, ADEME et AFD.

• un appel d'offres en vue d'une étude sur la stratégie de déploiement de la bioélectricité à Maurice. Cela nécessitera i) une cartographie du gisement de biomasse mobilisable et ii) suggérera une optimisation des ressources en biomasse.

• le programme COI-ENERGIES soutient i) le projet GEMAHA (AAP) : génération d'électricité rurale à partir d'huile de *Jatropha Mahafalensis* et ii) l'étude du potentiel de valorisation énergétique (bioélectricité) de la biomasse ligneuse.

Nouveaux concepts de production photovoltaïque garantie en zone insulaire : énergie contrôlée

***Franck Rivas**, Président de CorexSolar International, France/Réunion*

Disposant de 10 ans d'expérience, comptant plus de 200 projets installés dans le monde pour 20 MW d'actifs – dont des sites du CEB, à Maurice, de 2 MW et 5 MW - et un portefeuille de 100 MW en développement, CorexSolar international se consacre au développement, au design et à la construction de projets photovoltaïques ainsi qu'à l'investissement qu'ils nécessitent.

Installée à l'île de La Réunion, CorexSolar a développé et construit, depuis 2005, 20 % de l'installation photovoltaïque raccordée au réseau à La Réunion. Elle développe, construit et exploite des centrales photovoltaïques conçues pour répondre aux besoins du client/de l'investisseur. La société est reconnue pour

ses centrales photovoltaïques clé en main, ainsi que pour l'intégration de l'ensemble de la chaîne de valeur photovoltaïque.

Les techniciens et ingénieurs de CorexSolar International ont acquis une expérience significative en matière d'installations en climat tropical, exposées aux vents cycloniques et au brouillard salin. A La Réunion et à Mayotte, la société a acquis de l'expérience en matière de conception et installation d'une capacité de stockage.

Aux Comores, à Maurice, à La Réunion et aux Seychelles, CorexSolar a développé un savoir-faire dans le développement et la construction de projets spécifiques à la fois pour des installations raccordées au réseau, pour des dispositifs hybrides ou adossés à un système de stockage. La société mauricienne Harel Mallac, actionnaire principal du parc Solar Fields, à Mont Choisy, est entré au capital de CorexSolar.

CorexSolar collabore au sein d'un consortium à la recherche d'une solution globale pour pallier aux contraintes d'un réseau fragile, avec une forte pénétration d'énergies aléatoires. En matière d'innovation, depuis 2016, la société déploie *Energie contrôlée*, un système d'intelligence réseau à énergie garantie. Cela comporte trois composantes : i) les réseaux ; ii) la production et iii) le stockage.

En matière de réseaux, la mission de CorexSolar est de :

- contribuer à l'équilibre du réseau ;
- effacer des contraintes aléatoires du PV ;
- augmenter la part du PV dans le mix énergétique et répondre aux attentes de la PPE ;
- diminuer le coût de la Contribution au service public de l'électricité (CSPE) en rendant compétitif la production PV avec stockage et prévision.

Au chapitre de la production, CorexSolar contribue à :

- répartir des centrales de production PV à la périphérie du territoire et, ainsi, participer à l'équilibre du réseau ;
- déployer stratégiquement des points de stockage sur l'ensemble du territoire ;
- atteindre les objectifs de la PPE, notamment le doublement du parc de production PV.

Pour ce qui est du stockage, il s'agit de :

- concevoir un dispositif de stockage offrant au gestionnaire de réseau plus de latitude pour affiner les programmes quotidiens de production ;
- dimensionner le réseau pour pallier au mieux les aspects aléatoires du PV ;

• optimiser les besoins en réserve primaire.

Pour ce qui est des applications et utilisations possibles de l'énergie stockée, on relève, entre autres, i) la compensation de l'intermittence ; ii) la fourniture supplétive aux pics d'appels de puissance de la mi-journée et du soir ; iii) la recharge des véhicules électriques.

Le pilotage de l'énergie et l'intelligence système occasionnent entre autres : i) la communication de toutes les composantes du dispositif afin d'assurer le bon déroulement des programmes de gestion de l'énergie et ii) la prévision météo, au moyen d'algorithmes et d'outils de précision, une composante clé des projets PV.

Le stockage d'électricité une solution performante pour les réseaux non interconnectés

Gordon Gaudray, *expert hybride du Groupe AKUO, France/Réunion*

La présentation est conçue pour illustrer deux usages du stockage d'électricité : i) comme stabilisateur de réseaux insulaires, illustré par le projet Les Cèdres, à La Réunion et ii) pour créer un microréseau autonome, illustré par le projet Merabu, en Indonésie.

Certifié au label *Financement participatif pour la croissance verte,* parce qu'il concourt à la transition écologique et énergétique, le projet Les Cèdres encourage les épargnants qui souhaitent investir, par le financement participatif, dans des projets proches de chez eux et respectueux de l'environnement.

Les Cèdres est une centrale solaire de 9 MW développée et exploitée par Akuo Energy, en service depuis décembre 2015. Situé à La Réunion, à l'Etang-Salé, le parc se décompose en deux parties : une installation au sol de 7,5 MW intégrant le concept d'Agrinergie® (synergie entre le monde agricole et la production PV) ainsi qu'un atelier de stockage, et une installation de toitures ombrières de 1,5 MW intégrant le concept d'Aquanergie® (synergie avec des bassins piscicoles)

D'une puissance installée de 9 MW, évitant 11 376 tonnes de CO_2 par an, elle dessert 5 200 foyers. La ferme photovoltaïque Les Cèdres est la seconde couplée à des solutions de stockage (9 MWh) à avoir été mise en service à la Réunion. Le stockage permet de soutenir le réseau grâce à une injection stable et continue d'énergie, annulant donc les effets d'intermittence liés aux conditions météorologiques. La puissance stockée est telle qu'elle permet de couvrir les besoins énergétiques de l'intégralité de la commune, faisant d'Etang Salé la première ville énergétiquement verte de l'île de La Réunion.

L'observation permet de constater que le stockage est extrêmement efficace comme régulateur de fréquence.

Le ratio de performance est le rapport entre la production annoncée et la production effective d'un dispositif photovoltaïque. Pour Les Cèdres, AkuoEnergie avait annoncé 84 % aux banques, le ratio fut de 86 %. Par ailleurs, l'expérience a permis d'observer 5,5 % de perte de capacité sur la batterie.

Pour une centrale à Maurice, sur des onduleurs avec des temps de réaction extrêmement courts, il s'est agi d'apporter un soutien dynamique à la fréquence, soit détecter le début de variation et injecter l'équivalent en puissance.

En Indonésie, Akuo Energy a mis en service à la mi-2018 trois microréseaux solaires+stockage, pour une puissance installée combinée de 1,2 MW et une capacité de stockage de 2,1 MWh, au moyen de batteries lithium-ion. La production est destinée aux 460 foyers des villages de Merabu, Long Beliu et Teluk Sumbang, dans le district éloigné de Berau, jusque-là pas encore électrifié.

Les trois microréseaux sont en mesure de fournir aux habitants des trois villages une alimentation 24/24. Avant cette installation photovoltaïque, les villageois avaient recours à des groupes électrogènes fonctionnant au diesel, pour une énergie peu fiable et polluante. De surcroît, le coût élevé du carburant valait aux villageois – des pêcheurs, travailleurs agricoles et fermiers – d'y consacrer 30 % de leurs revenus.

Projet de 5 MW Ile de Romainville Solar Park

Laurent Sam, *Ingénieur énergie auprès de la Société Nationale d'Electricité (PUC), Seychelles*

La Public Utilities Corporation, le service d'eau et d'électricité des Seychelles, possède et exploite trois centrales thermiques au diesel sur l'archipel : celle de Roche Caiman (74 MW), celle du nouveau port (17 MW) et celle de Baie Ste-Anne, sur Praslin, qui alimente aussi l'île de La Digue (14 MW). En 2017 la consommation fut de 372 GWh sur Mahé et de 32 GWh sur Praslin.

Située à deux kilomètres de Victoria, Romainville est une île artificielle, dans le port de Mahé/Victoria, sur laquelle cinq éoliennes ont été installées depuis 2013. Trois autres, par ailleurs, ont été installées sur l'île du Port.

Les cinq éoliennes de l'île de Romainville ont une puissance installée de 5 MW, avec une capacité de stockage de 3,5 MWh, ce qui permet de réguler la fréquence de la source intermittente. La production de l'ensemble est de 7 GWh, soit la consommation de 1 500 foyers. La centrale permet d'éviter l'émission de 5 000 tonnes de CO_2 chaque année.

Retours d'expérience de projets photovoltaïques menés en Afrique : montage, financement et gestion de projets

***François Van Themaat**, CEO à Mettle Solar et représentant de Sustainable Power Solutions, Afrique du Sud et Kenya*

Avec une empreinte immédiate s'étendant en Afrique du Sud, en Namibie, à Ste-Hélène, au Kenya et aux Seychelles, Mettle Solar est une société spécialisée en conception, installation, financement et entretien de dispositifs photovoltaïques commerciaux et industriels. La société propose, à travers l'Afrique subsaharienne, des solutions adossées au réseau ou off-grid, également des système hybrides, PV et thermique. Mettle Solar est une compagnie d'ingénierie, d'approvisionnement et de construction (EPC), elle conçoit des solutions photovoltaïques adaptés aux besoins spécifiques de ses clients. Cela se traduit par une fourniture énergétique optimale, les gains obtenus également par rapports aux coûts à la hausse de l'électricité et du diesel.

Mettle Solar met en avant ses résultats reconnus en Afrique du sud et australe, de même que dans les Etats insulaires africains. A ce jour, la société a installé 20 MWc de panneaux photovoltaïques.

Sur l'île de Ste-Hélène, l'installation d'un dispositif au sol de 500 kWc permet d'économiser 300 000 litres de diesel annuellement. Les contraintes techniques ont amené à relever le défi d'installer de la fibre optique dans de la pierre volcanique, sur des falaises et des terrains rocheux.

L'installation de centrales photovoltaïques sur des îles permettent d'arriver à une vision éprouvée d'une installation off-grid, autonome, adossé à un générateur thermique au diesel, utilisé six heures par jour. En attendant les technologies qui permettront une migration complète vers les EnR.

L'offre solaire de Mettle Solar permet à ses clients de réduire leur consommation de diesel de 100 % à une estimation de 20 %.

Atelier 4 : les outils et solutions de financement en ingénierie financière

AFD : la palette des outils mis en œuvre pour l'océan Indien, tels que FFEM, Sunref 3 et Fonds STOA

Matthieu Discour, *Directeur de l'AFD, Maurice et Seychelles*

Ayant porté plusieurs noms, créée pendant la Deuxième Guerre mondiale, par le général de Gaulle, à Londres, en 1941, l'actuelle Agence française de développement (AFD) s'est d'abord appelée Caisse centrale de la France libre (CCFL). Elle était alors essentiellement un institut d'émission monétaire.

A la Libération, la CCFL participe à la création de nouvelles infrastructures et à la formation des hommes à travers l'outre-mer français, préparant l'accession à l'indépendance des pays concernés.

A partir de 1958, devenant la Caisse centrale de coopération économique (CCCE), l'institution financière publique française étend son action à un champ géographique se prolongeant au-delà des frontières des anciennes colonies françaises.

La crise économique mondiale des années 80 entraîne la CCCE à s'engager sur de nouvelles voies : ajustements structurels, soutien prioritaire au secteur productif et à l'initiative privée.

Au tournant des années 90, entre 1989 et 1992, l'activité de la Caisse ne se limite plus aux prêts et aux participations, elle peut dès lors consentir des subventions aux pays les plus pauvres, devenant l'agent principal de l'aide publique française au développement.

Au cours de la décennie suivante, sous l'appellation Caisse française de développement, l'institution reçoit de nouvelles missions des pouvoirs publics, dans le cadre de la réforme du dispositif de coopération. En 1992, elle devient la Caisse française de développement. Elle affirme alors sa vocation de « banque de développement », élargissant ses compétences en faveur des secteurs sociaux prioritaires.

En 1998, l'institution devient l'Agence française de développement, consolidant au fil des années la préoccupation sociale qui accompagne ses actions de financement. S'inscrivant dans la perspective des objectifs de développement, elle fait des enjeux de durabilité et de lutte contre le changement climatique ses priorités.

Le profil opérationnel de l'AFD aujourd'hui est le suivant :

- nombres d'employés : 2 500 ;
- couverture : 109 pays/territoires à travers 85 agences ;
- bilan : 39,7 Mds EUR (2017)
- notation : AA/AA (S&P/Fitch)

- nouveaux engagements :10,4 Mds EUR (2017)
- Total portefeuille : 30,4 Mds EUR (2017)

Son action en phase avec la perspective globale des 17 objectifs de développement durable (ODD) des Nations unies, l'AFD souligne, dans la perspective de l'énergie, les objectifs 7 et 13 :

- ODD 7 : garantir l'accès de tous à des services énergétiques fiables, durables et modernes à un coût abordable ;
- ODD 13 : prendre d'urgence des mesures pour lutter contre les changements climatiques et leurs répercussions.

En Afrique, 65% de la population n'a toujours pas accès à un service électrique, plus de 80% utilise des combustibles traditionnels. Pour réduire cette fracture, les engagements de l'AFD dans le secteur de l'énergie en Afrique ont atteint 3,5 milliards d'euros sur les quatre dernières années. 19% des engagements 2017 de l'agence sont en faveur des énergies propres. Les dossiers sont étudiés en tenant compte de trois axes stratégiques :

- le soutien à l'émergence de projets d'énergie renouvelable ;
- la réduction de la fracture énergétique ;
- la sécurisation des systèmes électriques ;

Le financement dans le secteur de l'énergie doit tenir de quelques fondamentaux :

- l'enjeu que représente le développement des producteurs indépendants ;
- le soutien toujours requis aux entreprises publiques ;
- le type de financement adapté au projet ;
- l'impact climat ;
- la production d'énergie mais aussi l'efficacité énergétique
- les risques propres au secteur (technologiques, réglementaires, environnementaux).

L'AFD soutient des initiatives de développement dans plus de 100 pays, dont ceux de l'océan Indien. L'agence propose divers produits financiers, dont des subventions pour le secteur privé, en accompagnement de crédits. Elle peut aussi accorder des crédits à des organisations gouvernementales opérant dans le secteur énergétique, sans garantie de l'Etat, sous condition de démonstration de capacité de remboursement par l'organisation.

L'AFD est partenaire de divers outils financiers au service de la croissance durable et le climat :

• Le Fonds français pour l'environnement mondial (FFEM), créé par le gouvernement français en 1994, après le premier Sommet de la Terre, contribue par des subventions au financement de projets de développement ayant un impact significatif et durable sur l'un ou l'autre des grands enjeux de l'environnement mondial.

• Le FFEM encourage des solutions innovantes dans les domaines de la biodiversité, du climat, des eaux internationales, de la dégradation des terres, dont la déforestation, des polluants chimiques et de l'ozone stratosphérique.

• Les projets financés par le FFEM sont comptabilisés en aide publique au développement. En 23 ans, 300 projets l'ont été, dans plus de 120 pays, dont 69 % en Afrique et en Méditerranée.

Le FFEM comprend i) un comité de pilotage interministériel ; ii) un comité scientifique indépendant et iii) un secrétariat, confié à l'AFD.

• Depuis 2013, la Facilité d'innovation pour le secteur privé (FISP-Climat) propose aux entreprises un financement spécifique pour leurs projets innovants dans le domaine du changement climatique.

• Les appels à projet sous le FISP-Climat ont permis de soutenir plusieurs dossiers dans l'océan indien, dont l'usine de dessalement solaire à Rodrigues (Mascara) et le projet pailles de cannes à Maurice (Terragen). FISP-Climat permet des financements à hauteur de 50 % du budget. Le cinquième appel à projet (avril 2018) est centré sur la thématique de l'adaptation au changement climatique.

• Le *Sustainable Use of Natural Resources and Energy Finance* (Sunref), le label de finance verte de l'AFD, accompagne depuis près 10 ans la transition énergétique et environnementale à Maurice en aidant les acteurs privés à concrétiser leurs projets et en encourageant les institutions financières locales à les financer à travers deux lignes de crédit : i) Sunref : 2008-2013, 40 millions d'euros, à la disposition de quatre banques partenaires, avec une prime à l'investissement de 12 % accordée aux porteurs de projets. Dispositif destiné à soutenir la stratégie nationale « Maurice Ile Durable » ; ii) Sunref 2 : 2014-2017, 60 millions d'euros, à deux banques, avec une prime à l'investissement de 8 %, une assistance technique de 1,7 millions d'euros financée par l'UE et destinée aux banques et porteurs de projets. Appui clé au PNEE pour l'émergence de projets d'EE.



• Détenu à 84% par la Caisse des Dépôts et Consignations (CDC) et à 16% par l'AFD, le fonds d'investissement STOA, doté de 600 millions d'euros en fonds propre, pour l'investissement infrastructurel dans les pays en développement. Il vise à accompagner les quatre transitions : énergétique et écologique, numérique, territoriale et démographique.

Par effet de levier, le STOA devrait permettre de réaliser des investissements de l'ordre de 6 milliards d'euros. Cela devra être dédié aux investissements en faveur du climat ou, tout au moins, être compatible avec l'Accord de Paris et ne pas conduire les pays à un développement carboné. Le fonds interviendra dans les secteurs de l'énergie, des transports, de l'eau et l'assainissement, des télécommunications et des infrastructures numériques, du traitement des déchets, de l'aménagement du territoire ainsi que dans la santé et l'éducation.

L'AFD souhaiterait étendre le programme Sunref à Madagascar, où existe un potentiel pour la finance verte en matière d'efficacité énergétique, mais la situation y est complexe, avec notamment l'absence de banques partenaires pour l'instant. La présence régionale de banques mauriciennes connaissant le projet pourrait être un facteur facilitateur.

Témoignage d'une banque mauricienne

Stéphanie (Chong Lei Lin) Ah Tow, *Analyste économique à la Banque commerciale de Maurice (MCB), Maurice*

Banque leader à l'île Maurice, en termes de part de marché, la Mauritius Commercial Bank (MCB) a été une des banques partenaires de l'AFD dès le lancement, en 2008, du projet Sunref. Avec la SBM (Mauritius) Ltd, elle fut l'une des deux banques toujours partenaire pour la deuxième ligne de crédit. La collaboration commencée en 2008 a depuis permis de financer 85 projets, dont la moitié venant de particuliers pour des équipement PV et des chauffe-eau solaires. Le reste relevait de projets de PME et de plus grandes entreprises pour des installations énergétiques et des rénovations permettant d'atténuer l'impact environnemental et d'augmenter la productivité. La dernière ligne de crédit, avec une prime à l'investissement de 8 % (contre 12 % précédemment) a été clôturée en avril 2018 et a permis de réaliser des projets porteurs.

Faute d'expertise locale suffisante, l'évaluation des projets en vue de financements reste un des principaux défis que doivent relever les banques partenaires. L'AFD apporte une assistance technique aux porteurs de projets et aux partenaires bancaires dans ce contexte. La banque concernée, quant à elle, fait parfois appel à des experts de la région ou d'Europe. Des négociations sont actuellement en cours pour une troisième ligne de crédit qui sera orientée notamment vers les projets touchant les enjeux climatiques et l'égalité des genres.

PROPARCO : un acteur mobilisé en faveur du financement de projets en Afrique australe et dans l'océan Indien

Siby Diabira, responsable PROPARCO, Afrique australe et océan Indien

Filiale de l'AFD dédiée au secteur privé, Proparco intervient depuis 40 ans pour promouvoir un développement durable en matière économique, sociale et environnementale.

Proparco participe au financement et à l'accompagnement d'entreprises et d'établissements financiers en Afrique, en Asie, en Amérique latine ou encore au Moyen-Orient. Son action se concentre sur les secteurs clés du développement : les infrastructures avec un focus sur les EnR, l'agro-industrie, les institutions financières, la santé, l'éducation... Ses interventions visent à renforcer la contribution des acteurs privés à la réalisation des Objectifs de développement durable (ODD), adoptés par la communauté internationale en 2015.

Dans ce but, Proparco finance des sociétés dont l'activité participe à la création d'emplois et de revenus décents, à la fourniture de biens et de services essentiels, ainsi qu'à la lutte contre le changement climatique.



L'énergie est un secteur de première importance et un secteur d'avenir pour l'Afrique. PROPARCO, filiale de l'AFD, et le fonds STOA dont l'AFD est l'un des partenaires fondateurs, accompagnent des projets innovants dans la zone.

PROPARCO cherche à définir le type et la formule d'investissement selon les projets, selon les critères pertinents. Une large gamme d'instruments financiers est mise à disposition par PROPARCO, y compris avec une prise de participation dans des projets. La démarche implique aussi de s'adapter à la demande des banques, relais de financement des entreprises. Le retour sur investissement est aligné sur celui des fonds d'investissement classiques, mais l'agence ne tient pas uniquement compte du RSI pour valider un dossier, car elle tient aussi compte d'une cohérence du projet avec ses attentes en termes de qualité.

Le financement de start-up cleantech : rôle et intervention de la société Compass, acteur privé

Fabrice Boullé, *partenaire à Compass Venture Capital, ENL Group, Maurice*

Compass Venture Capital est un fonds corporate de capital-risque appartenant entièrement à l'un des principaux conglomérats mauriciens, le groupe ENL. Le fonds investit au sein de compagnies à Maurice, dans l'océan Indien et en Afrique, soutenant les pionniers et leur donnant accès aux marchés. La société associe cela au sein d'une offre de valeur qui comprend :

- sa mission : soutenir des start-up prometteuses avec une capacité d'entraînement établie, afin de les conduire au succès, à travers une relation de confiance à long terme. ENL a engagé 22 millions de US dollars dans ce projet ;
- ses termes : une participation de 15 à 40 % à l'actionnariat ; des investissements de 50 000 dollars à un million de dollars. Il pourra s'ensuivre une participation à l'administration de la société, des offres de stock options, des exclusivités, des conditions de retrait.
- son soutien : soutien stratégique, accès à un réseau régional d'experts, possibilités commerciales au sein du groupe ENL, un partenariat d'affaires crédible et fiable, de l'espace de travail, au besoin.

ENL s'associe à des start-up présentant du potentiel de croissance et d'efficacité, entre autres dans le secteur des EnR à l'île Maurice et dans la région Afrique/océan Indien – certains projets n'étant pas viables à l'échelle mauricienne.

L'écosystème de l'innovation est encore naissant à l'île Maurice et Compass Venture Capital se positionne pour aider au financement et au développement de start-ups pouvant être des pionniers régionaux dans des technologies intelligentes permettant la réalisation de projets énergétiques efficients.

L'entreprise évalue le potentiel des start-ups en faisant appel à l'expertise adéquate et au retour d'information de la part de clients. Elle peut alors s'engager à travers une participation à l'actionnariat pour quelques millions ou dizaines de millions de roupies, et un accompagnement dans la gestion et le développement au niveau du conseil d'administration.

Les avantages et bénéfices pour le fonds de capital-risque et les start-up sont mutuels. Pour la start-up, le partenariat lui vaut :

- des alliances stratégiques ;
- de possibles marchés captifs ;
- la flexibilité ;
- des capacités de prototypage, préalables à la production ;

- un réseau spécialisé ;
- des conduits de distribution ;
- la visibilité ;
- des occasions de retrait.

L'objectif est de catalyser la croissance pendant 7 à 10 ans avant de se retirer de la jeune entreprise, avec le souhait qu'une entreprise ainsi accompagnée devienne un « dodo » (équivalent mauricien d'une licorne). Cette activité de Compass Venture Capital est cohérente avec la vision et la dynamique du groupe ENL, qui recherche des relais de croissance et se positionne sur des secteurs d'avenir.

Le fonds de capital-risque considère que les décideurs doivent créer un environnement porteur, aplanissant le terrain et rehaussant la capacité d'un arrivant de concourir. Les décisions régulatrices peuvent provoquer des réactions agressives ou de défense. Si l'on devait en rester au statu quo, Compass continuerait à se concentrer sur les secteurs les plus dynamiques et/ou déployer ses fonds ailleurs.

Jour 3 : Efficacité énergétique : perspectives de réduction de consommation d'énergie et d'émissions de CO_2

Table ronde 3 : comment mobiliser sur les thèmes de l'efficacité énergétique, auprès des grands consommateurs – Salle plénière

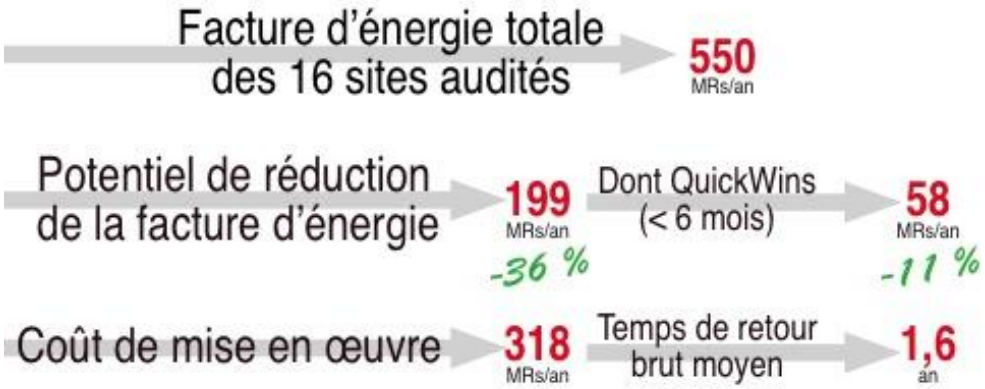
Le PNEE à Maurice, les résultats obtenus et perspectives

***Mickael Apaya**, Chargé de mission énergie-environnement et coopération internationale, Business Mauritius, Maurice*

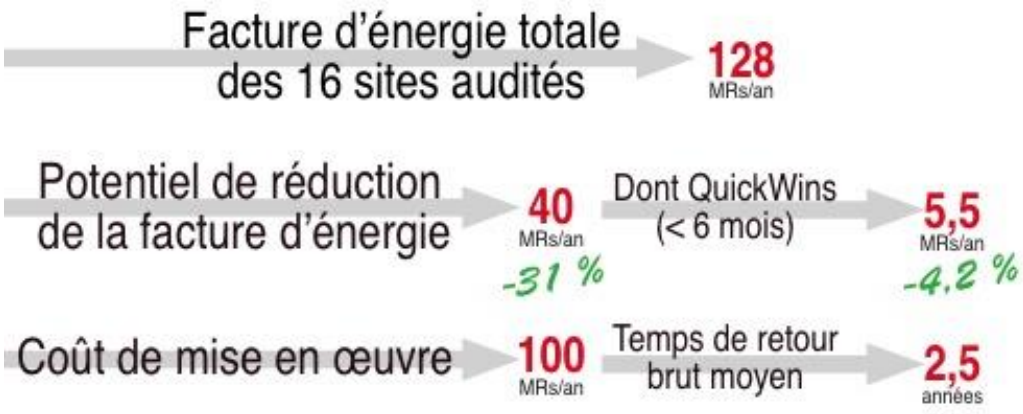


L'itinéraire vers l'efficacité énergétique passe par différentes étapes : i) la visite technique ; ii) l'audit énergétique ; iii) la mise en place d'un encadrement de qualité ; iv) la formation des personnes concernées ; v) l'aide à l'investissement et vi) la campagne subséquente de sensibilisation.

16 entreprises partenaires ont participé au premier volet hôtelier du PNEE dont les résultats furent parlants :



Le volet du froid a mobilisé 14 entreprises, aboutissant au résultat suivant :



Business Mauritius et le PNEE ont établi une synthèse chiffrée des dix projets conduits pendant la période 2015-2017 :

- 88 audits enregistrés en décembre 2017 ;
- 36 M€ (facture énergie totale) ;
- 29 % d'économies potentielle (dont 8% de quick wins) ;
- 10 M€ d'économies potentielles ;
- 20 M€ investissement ;
- 2 ans de temps de retour sur investissement.

Un questionnaire proposé à 35 entreprises s'étant livré à un audit énergétique permet de constater que 9,1 % ont mis en œuvre les conclusions de l'audit, 35,4 % comptent le faire à court terme, 28,6 % sont encore indécis ou envisagent de le faire à long terme, 26,9 % ne comptent pas mettre en œuvre les recommandations de l'audit.

Pour la période 2018-2022, le PNEE envisage de :

- accompagner les entreprises déjà engagées à mettre en œuvre les solutions entrevues ;
- étendre l'offre à d'autres entreprises, notamment les PME ;
- augmenter le nombre de systèmes de management de l'énergie SME – SIO 50001 ;
- accompagner la montée en compétences de l'expertise locale ;
- favoriser le networking international.

Politique et actions de maîtrise de l'énergie pilotées par EDF

***Sandy Herbillon**, chef de service de l'efficacité énergétique, EDF Réunion, France/Réunion*

En France, soit aussi à La Réunion, la promotion de la maîtrise de la demande d'énergie (MDE) est une mission de service public. Il ne s'agit pas uniquement d'encourager les abonnés à moins consommer mais aussi à mieux consommer.

EDF a aussi pour mission d'apporter de la qualité de fourniture à ses clients, ce qui implique la MDE. Avant de produire, il s'agit de maîtriser la production.

Les enjeux de la MDE à La Réunion portent sur :

- l'équilibre du système électrique, outre la maîtrise de la demande, cela implique aussi une gestion optimale du rapport production/consommation ;
- la transition énergétique, nécessitant i) le soutien à l'intégration des EnR au réseau et ii) la contribution à la réduction des émissions de CO_2 ;
- le développement du territoire, dont i) la lutte contre la précarité énergétique et ii) l'action économique de proximité.

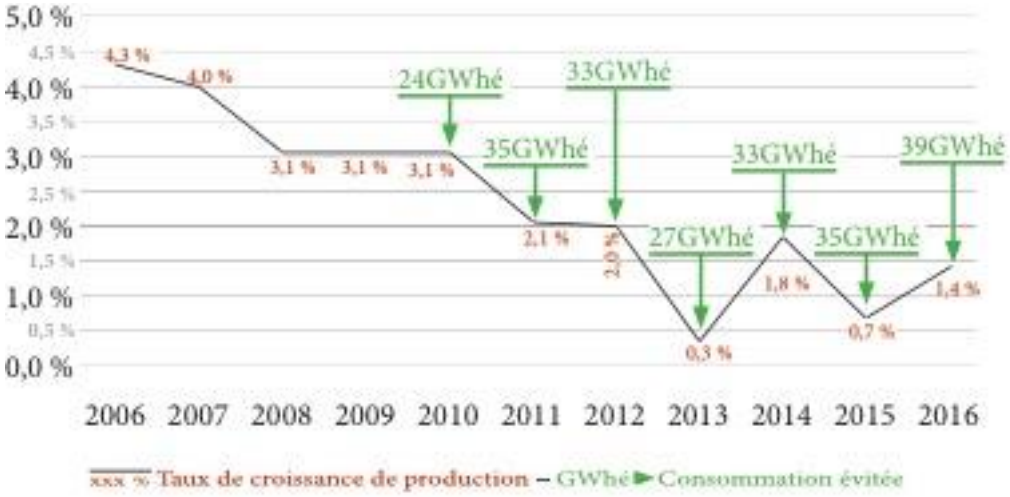
En vue précisément du développement socioéconomique du territoire, EDF fait baisser la facture énergétique, action menée auprès de populations en situation de précarité énergétique. Cela implique parfois des partenariats avec la Région, l'ADEME, des entreprises locales.

EDF, à La Réunion, a adopté en matière de MDE une approche par marchés. La démarche en résidentiel repose sur l'aide financière pour l'achat de matériel efficient. L'eau chaude représente 40 % de la facture, l'isolation et l'éclairage doivent être revus. Cela est l'objet d'animations dans les quartiers, avec les bailleurs sociaux ; à l'école, c'est le programme Watti qui sert à la sensibilisation.

Avec les grands consommateurs, il peut être pertinent de proposer une aide – qui peut aller jusqu'à 50 % de l'investissement. Les promoteurs sont incités à acquérir le matériel le plus performant, EDF prenant à sa charge le surcoût.

La stratégie intègre également : i) les certificats d'économie d'énergie ; ii) l'encouragement à acquérir des chauffe-eau solaires, 8 000 posés par an ; iii) 60 000 m^2 d'isolation thermique posée chaque année.

Sur une période de 10 ans, entre 2006 et 2016, alors que la population et la moyenne du PIB sont en croissance, on note une réduction significative de la consommation électrique.



Les 20 GWh de consommation évités chaque année sont l'équivalent des besoins de 8 000 habitants.

Dans le cadre de la programmation pluriannuelle de l'énergie, les ambitions d'EDF à La Réunion sont :

- + 118% de gains de consommation supplémentaires en 2028, soit 785 GWh évités en cumulé (contre 360 GWh évités en cumulé en 2023) ;
- auprès des abonnés résidentiels, accompagnement de nouveaux équipements (réfrigérateurs, marmite à riz, climatiseur, brasseur d'air), déploiement du compteur numérique ;
- auprès de l'industrie et du tertiaire, en vue de 15 % de gains de consommation par an, comptabiliser l'apport de grands projets tels une unité de *Sea Water Air Conditioning* (SWAC), soit 7 GWhé par an.

Management de l'énergie : une performance énergétique durable

***Dominique Vienne**, président de TEEO, France/Réunion*

Intégrateur de solutions et éditeur de logiciels, TEEO propose également, depuis 2009, au public et au privé, son expertise en matière de transition énergétique, au moyen de la gestion, la maîtrise et l'amélioration de la performance énergétique.

D'emblée, l'intervenant fait valoir que la gestion de l'énergie n'est pas une technique mais un comportement. En conséquence de quoi, la priorité n'est pas d'investir dans les équipements mais, d'abord, de comprendre, entre autres, ce qu'il est possible de réaliser à peu de frais, les petites économies cumulées finissant par transparaître dans le bilan énergétique d'un service ou d'une entreprise.

Pour des résultats pérennes, il importe donc de développer des comportements… en sachant qu'un comportement, on le change une fois… quand cela est maintenu, ça devient une habitude.

Une ressource non gérée entraîne des pertes d'exploitation. C'est également le cas pour l'énergie :

- une absence de gestion entraîne des consommations inutiles (gaspillages, pertes, mauvaise utilisation) ;
- une utilisation simplement rationnelle et réfléchie de l'énergie entraîne des économies de consommation de l'ordre de 5 à 20% ;
- des mesures techniques d'amélioration continue entraînent de nouvelles réductions de la consommation d'énergie, de l'ordre de 10 à 30%.

Une démarche de management de l'énergie comporte de nombreux bénéfices. Ils peuvent être classé sous trois têtes de chapitre – économie, réglementaire et managérial :

- au plan des avantages économiques, on compte la maîtrise des coûts et dépenses liés à l'énergie, en l'occurrence des gains financiers simples, rapides et durables ; on compte également les gains de compétitivité et la maîtrise des risques ;
- au plan réglementaire, cela permet d'être en conformité avec les normes du territoire et d'anticiper les prochaines réglementations ;
- au plan de la gestion et de l'image de marque, cela permet de fédérer ses collaborateurs autour de la MDE, de maîtriser son impact environnemental et ses émissions de CO_2, de communiquer autour de la démarche de responsabilité sociale de l'entreprise et de valoriser l'image de l'entreprise.

Du point de vue du cash-flow, il est observé que les gains engendrés à la facture énergétique autofinancent la performance.

Vecteurs de progrès permanent, un audit énergétique et un contrat de performance présentent des bénéfices tangibles, cela permettant :

- l'identification des postes énergivores ;
- l'amélioration des marges ;
- la montée en compétence des équipes ;

Il faut aussi tenir compte des avantages pour le territoire, accrus lorsqu'il est possible que les intérêts de la collectivité territoriale et ceux des entreprises se rejoignent. Ces bénéfices sont importants. Ils portent sur :

- la réduction des émissions de CO2 et l'atteinte des objectifs environnementaux ;
- la visibilité et le rayonnement du territoire ;
- le développement local de l'emploi ;
- l'amélioration durable de la compétitivité ;

• le développement de l'innovation pour la transition énergétique et écologique.

Recours aux solutions de type « objets connectés » (IoT) dans le domaine de l'efficacité énergétique

***Jean Michel Quevauvilliers**, directeur, ETMS, Maurice*

L'Internet des objets (Internet of Things, IoT), rendu possible par le développement des objets communicants et des données qu'ils sont à même de transmettre, est un puissant outil au service de la maîtrise de l'énergie. Les multiples mesures que ces appareils transmettent fournissent une masse d'informations que l'on n'aurait même pas pu imaginer voici encore quelques années. Il est désormais possible de détecter des comportements, de les mesurer et pas uniquement du point de vue de la seule consommation. Il est possible de caractériser le comportement et de récupérer d'autres informations, plus complexes.

Sur un lieu de travail, il est possible de mesurer, par exemple, la température, l'humidité, la présence humaine, l'éclairage. Ces informations sont remontées en temps réel dans le cloud – ici Ewattch – où se situe l'intelligence et les moyens d'analyse.

Les observations et mesures que rend possible l'Internet des objets permettent à une entreprise de mieux analyser ses routines et protocoles opérationnels, identifiant au passage les plus énergivores, cela quelle que soit la nature de l'activité.

Contribution du monitoring de l'énergie en faveur du management de l'énergie dans les grandes surfaces de distribution à la Réunion

***Floriane Mermoud**, directrice de Green Tech, France/Réunion*

Service d'EE du groupe Leclerc, dans la grande distribution, à La Réunion, Green Tech est centré sur les activités suivantes :

- le soutien à l'EE ;
- les audits énergétiques et le suivi des conclusions ;
- les projets de recherche.

Sur 14 sites, les magasins Leclerc à La Réunion présentent une surface de vente de 23 000 m^2, avec une consommation électrique de 900 kWh/m^2/an. Cela nécessite :

- un soutien au jour le jour (organisation de la maintenance du froid et du système électrique) ;
- un soutien technique aux projets (nouveaux magasins et rénovations) ;
- gestion de l'énergie, repérage des dérives, mise en œuvre des projets d'efficacité ;
- mise en œuvre d'un système simplifié de gestion de l'énergie sur chaque site (en collaboration avec TEOO) ;
- mise en œuvre du parc PV d'autoconsommation dimensionné en fonction de la consommation réelle.

Dans le cadre du projet Signature énergétique pour une gestion automatisée (Sega), proposé par TEEO-Optinergie, chaque surface de vente fut équipée en 2015 d'une instrumentation minimale permettant de suivre les indicateurs et l'étalonnage des sites. Cela permet de mesurer la consommation générale, celle de la chaîne de froid, de la climatisation. Cela intégrait aussi une mesure de la température externe. Les observations sont les suivantes :

- la consommation globale d'électricité est de 20 GWh/an ;
- une diminution de consommation d'environ 2 % (1 % avec la variation climatique) a produit une économie de 330 MWh en 2016 ;
- 48 % de la consommation est liée à la production de froid, 11 % sert à l'éclairage et 10 % à la climatisation.

En prenant pour terrain d'action l'hypermarché N° 14, ouvert en août 2014, les interventions de GreenTech, au cours du premier semestre 2015, furent effectuées sur :

- le procédé de production du froid – réglage des paramètres de fonctionnement, ajustement à la température de consigne, contrôle des dégivrages ;
- la climatisation et l'éclairage – paramètres de fonctionnement et programmation en fonction de l'occupation.

Cela a entraîné une diminution de 10 à 20% de la consommation électrique, entre 10 et 65 MWh/mois évités. La puissance de l'abonnement a été abaissée de 790 à 740 kW.

A l'occasion d'une rénovation du supermarché N° 8 en jan-fév 2017, le procédé du froid a été renouvelé ; les cabinets réfrigérants ouverts ont été remplacés par des cabinets fermés, des lampes LED ont été installées, ainsi que des climatiseurs déshumidificateurs dans la zone de vente.

Ces aménagements ont eu pour effet une diminution de plus de 30 % de la consommation électrique.

La promotion des contrats de performance énergétique (CPE) à Maurice : retours d'expérience sur des sites tertiaires et industriels

***Benoît Regnard**, directeur commercial océan Indien & Afrique australe à GreenYellow, océan Indien*

La société Green Yellow pratique, en parallèle, quatre métiers :

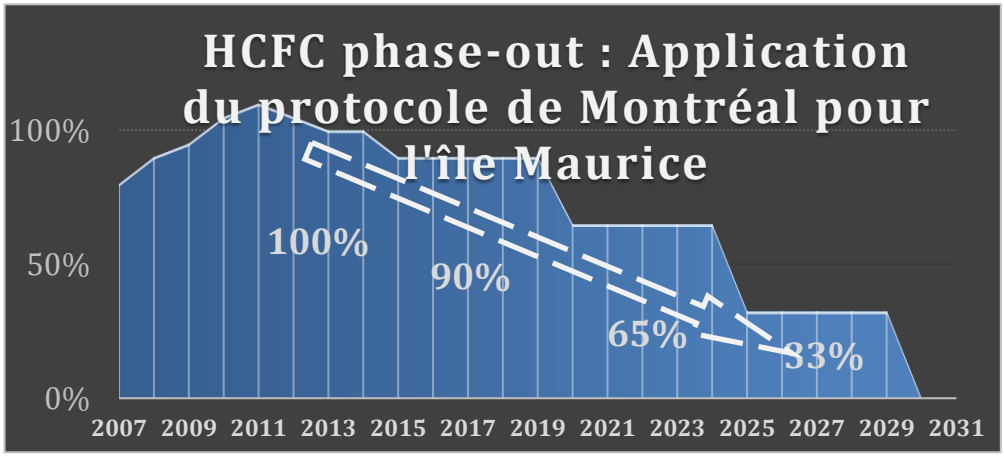
- la production photovoltaïque décentralisée, avec quelque 115 centrales en opération, pour une puissance installée de 150 MWc ;
- la consultance et l'intervention en entreprise en matière d'efficacité énergétique, avec plus de 1 200 contrats de performance ; 600 GWh d'économies garanties ;
- des services aux entreprises en matière d'énergie ; +200 millions d'euros d'achat d'électricité et de gaz par an
- la fourniture agréée d'électricité à des particuliers.

Selon l'écosystème d'efficacité énergétique proposé par Green Yellow, les clients – candidats à l'audit de leurs installations – n'investissent pas pour l'acquisition d'équipements plus efficients. En mesure de garantir la réduction de consommation entrevue, Green Yellow estime l'économie plausible - entre 20 et 30 % de la facture énergétique - et se rémunère, pendant les huit ans de durée du contrat, en partageant à parité, avec ses clients, les montants économisés.

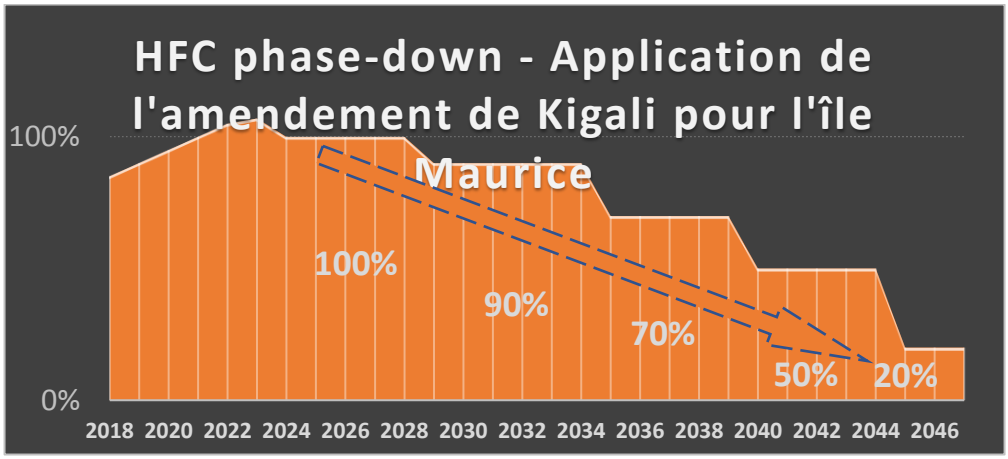


Les fluides naturels dans le froid commercial et industriel dans l'océan Indien

Guillaume Adam, *gérant associé de Frigor Service Réunion, France/Réunion*



Encore utilisés pour 100 % des usages au début de la présente décennie à Maurice, les hydrochlorofluocarbures (HCFC) comptaient pour 90 % des fluides réfrigérants en 2017, ils doivent compter pour 33 % en 2027.

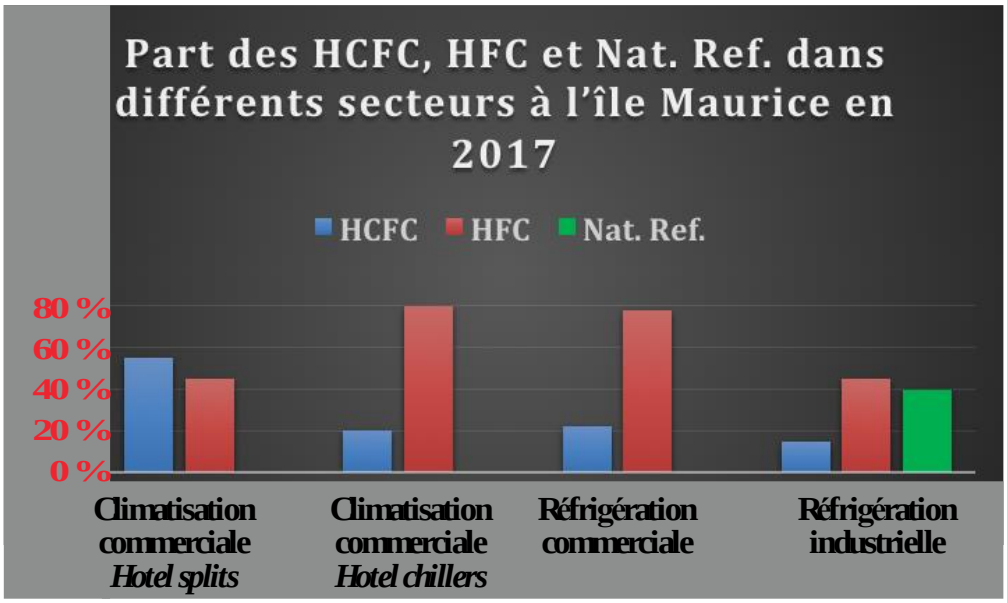


Pour ce qui est des hydrofluocarbures (HFC), ce n'est que dans la troisième décennie du siècle qu'ils auront été ramenés à 90 % des utilisations, à 33 % vers le milieu du siècle.

Bien que pleinement investie dans le respect des protocoles de Montréal et de Kyoto ainsi que l'amendement de Kigali visant à réduire respectivement l'utilisation des HCFC et des HFC, l'île Maurice souffre pourtant d'une utilisation encore massive de ces derniers.

A l'île Maurice, pays où l'hôtellerie et la restauration sont des acteurs incontournables de la vie économique, où la grande distribution s'est largement

développée ces dernières années, seule la réfrigération industrielle a déjà pris le virage attendu, en vue de l'utilisation de fluides naturels, notamment celle du NH3.



Contrairement aux fluides synthétiques comme les CFC et HCFC, les fluides frigorigènes naturels n'ont aucun impact sur la couche d'ozone, ils n'exercent aucun effet de serre et ont, donc, un potentiel de réchauffement global (GWP) négligeable voire nul.

Pour autant, le Potentiel de réchauffement équivalent Total (TEWI) prend en compte :

- non seulement les émissions directes (taux de fuite x GWP) ;
- mais aussi et surtout les émissions indirectes liées à la performance énergétique.

Le NH_3 (R717) est un fluide naturel déjà largement employé pour la réfrigération industrielle à Maurice. Il présente d'excellentes performances énergétiques pour des applications à températures positives comme négatives. Son principal inconvénient provient de sa toxicité et des contraintes sécuritaires associées à la quantité de fluide renfermée dans l'installation

De nouveaux produits à charge en NH_3 ultrafaible voient le jour grâce notamment à l'avènement :

- d'unités compactes carrossées DX type ROOF-TOP (charge en NH_3 record de moins de 65g/kW)
- de chillers équipés d'échangeurs à plaques rondes soudées (charge NH_3 inférieure à 200g/kW) ouvrant la voie de l'utilisation du NH_3 au secteur de la climatisation à eau glacée et de la réfrigération commerciale (pour les postes à température positive).

Le CO_2 (R744) est un fluide naturel qui contrairement au NH_3 n'est pas encore utilisé à Maurice (en dehors de l'Université où il existe un banc pédagogique fonctionnant depuis 2015). A La Réunion, par contre, il est déjà présent, notamment en supermarchés et hypermarchés, avec une dizaine d'installations.

Outre les propriétés spécifiques de ce fluide, notamment sa pression importante, qui exigent un personnel formé, le frein principal à son utilisation à Maurice est son absence de disponibilité.

L'utilisation du CO_2 est possible sous différentes architectures, avec à chaque fois des gains énergétiques à la clé :

- la cascade pour une utilisation du CO_2 en détente directe à des températures exclusivement négatives avec un autre fluide pour la partie positive - soit a) en détente directe sur du NH3 ou des HC soit b) via un chiller utilisant les mêmes fluides ;
- en tant que frigoporteur pour des applications à températures positives ou négatives ;
- en mode transcritique – le fluide dans un état ni liquide ni gazeux - pour les applications négatives et également positives (full CO_2)

La famille des hydrocarbures (HC) comprend plusieurs fluides déjà connus à Maurice :

- l'isobutane (R600a) utilisé depuis de nombreuses années en froid domestiques (réfrigérateurs) ;
- le propane (R290) notamment utilisé dans les nouveaux meubles frigorifiques à groupe logé (à air ou à eau « water loop »). Les utilisateurs sont encouragés à choisir ces derniers pour leur technologie simple (composants proches de ceux utilisés avec les HFC, malgré le besoin d'outillage spécifique), leur prix abordable et leur bonne performance énergétique ;

Compte tenu de la caractéristique principale des gaz qui est leur inflammabilité, la plupart des systèmes n'en contiennent pas plus de 150g et conviennent donc davantage pour de faibles puissances unitaires en positif et en négatif ;

De plus fortes puissances peuvent néanmoins être atteintes pour des applications positives en refroidissant un frigoporteur au moyen d'un chiller. Cela ouvre ainsi la voie au R290, au secteur de la climatisation à eau glacée et de la réfrigération commerciale (pour les postes à température positive).

Les fluides naturels présentent des avantages indéniables :

- impact environnemental direct négligeable, voire nul ;
- impact indirect plus faible que celui des fluides synthétiques ;
- meilleures performances énergétiques, même pour le CO_2 en mode transcritique, cela grâce aux technologies de compression parallèle, aux éjecteurs multiples (pour le gaz) et aux éjecteurs de liquide ;

Il subsiste néanmoins des contraintes :

- la toxicité du NH_3 impose des systèmes de sécurité plus contraignants, des coûts d'installation plus élevés, exigeant aussi des compétences spécifiques. Toutefois, les récentes évolutions technologiques permettent d'aborder ce fluide plus sereinement, grâce à des systèmes compacts renfermant une masse extrêmement faible de NH_3
- les pressions élevées du CO_2 nécessitent l'utilisation de composants spécifiques, notamment en mode transcritique.
- l'inflammabilité des HC nécessitent, dès lors que la limite de 150 g de fluide est dépassée, des systèmes de détection spécifiques et des systèmes d'extraction pour atmosphère explosive (ATEX), de l'outillage et des compétences spécifiques.

Activités d'efficacité énergétique dans les secteurs du bâtiment et de l'industrie : résultats obtenus

Ma Kha Hien, *directeur à Enerteam, Vietnam*

Le projet *Low Energy in Tropical Climates for Housing Innovation* (LETCHI, Sobriété énergétique en climat tropical pour l'innovation dans l'habitat), est une initiative de la *Global Alliance for Buildings and Construction* (GABC, Alliance mondiale pour les bâtiments et la construction), émanation de la COP 21, financée par l'ADEME. Cette collaboration internationale a permis de faire valoir les enjeux de la conception d'un habitat durable dans un environnement tropical.

Les principales questions soulevées dans les pays du programme LETCHI – et plus généralement dans les régions tropicales – sont les suivantes :

- une croissance démographique significative au cours des 20 dernières années, cela susceptible de se poursuivre ;
- une urbanisation rapide et intense ;
- des villes dans lesquelles les surfaces bâties augmentent, les espaces ouverts et végétalisés diminuant – îlots thermiques urbains ;
- la reproduction de bâtiments d'autres pays sans considération du climat ;
- confrontés aux problèmes de l'inconfort dans l'habitat, les décideurs optent pour la solution rapide et facile des climatisations individuelles, avec pour résultat des hausses significatives des factures d'électricité

Plus de 40 % de la population mondiale vit en zone tropicale. Il est prévu que ces nombres augmentent de 50 % d'ici à 2030. Les pays tropicaux ont des besoins importants en matière d'habitat pour leurs populations croissantes. Cela implique une augmentation exorbitante de la consommation d'énergie dans ces régions de même que des émissions de GES. Cela conduit à un stress

énergétique global. Il est donc impératif d'engager des actions pour réduire la consommation d'énergie des bâtiments.

Voici 120 ans, il n'y avait pas d'électricité à grande échelle et, généralement, seuls des matériaux locaux étaient utilisés pour la construction. L'architecture vernaculaire était basée sur les besoins, les matériaux de construction et les traditions locales assuraient le confort des habitants dans les bâtiments. Grâce au choix d'un bon emplacement, du paysagisme et de l'orientation du bâtiment, son enveloppe et ses éléments de conception passifs, il était possible d'atteindre le niveau de confort souhaité en utilisant très peu d'énergie.

Coordonnée par l'ADEME, l'initiative LETCHI entend développer un partenariat avec l'Inde, La Réunion, le Sri Lanka, la Thaïlande et le Vietnam, pays situés dans la zone climatique tropicale d'Asie et de l'océan Indien, en vue de promouvoir les principes de la conception bioclimatiques.

Le programme LETCHI vise à réduire l'impact climat des bâtiments dans les pays chauds et tropicaux, en privilégiant :

- des principes de conception architecturale adaptés au climat;
- les matériaux locaux ;
- l'EE ;
- la collaboration avec les programmes nationaux de construction des pays concernés.

La construction et l'aménagement raisonnés d'un habitat énergétiquement sobre en pays chaud font voir :

- l'isolation thermique des toitures ;
- des terrasses ouvertes avec des carreaux céramiques réfléchissants pour réduire l'effet d'ilot thermique ;
- une ventilation naturelle ; des ouvertures se faisant face, pour faciliter la circulation du vent.
- l'orientation des bâtiments prise en compte, afin de prendre avantage des vents dominants ;
- des jardins placés au milieu des blocs, avec des plans d'eau, pour le rafraîchissement par évaporation ;
- l'utilisation de briques creuses doubles, à coefficient de transmission thermique bas ;
- le double vitrage ;
- des appareils à forte efficience hydrique et la collecte des eaux de pluie.

Projet de biométhanisation de vinasse pour la production d'énergie

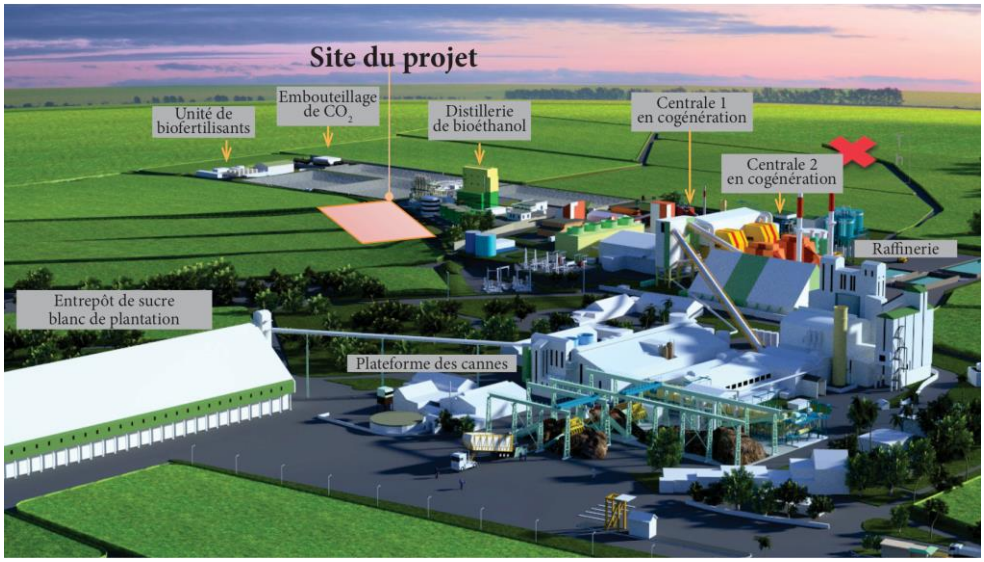
Joshua Desjardins, *ingénieur environnement et procédés, Omnicane, Maurice*

La biométhanisation, méthanogénèse ou digestion anaerobique est le procédé biologique par lequel, en l'absence d'oxygène, la matière organique se dégrade, résultant en production de biogaz, un mélange de méthane et de gaz carbonique.

Il existe plusieurs sources potentielles pour alimenter un digesteur :

- les boues des unités de traitements d'eaux usées ;
- les gaz d'enfouissement ;
- la vinasse des distilleries à base de mélasse ;
- les effluents de brasserie, de laiterie ou de poissonnerie ;
- les fumiers de volaille ;
- les déchets de fruits et légumes.

Outre le projet de production d'énergie à base de biogaz d'Omnicane, d'une puissance de 1,5 MWe, il existe déjà les unités de St-Martin (0,9 MWe) et Mare Chicose (3 MWe).



Avec pour noyau la sucrerie, c'est autour de cette dernière – également cœur patrimonial d'Omnicane - que la société a réorganisé sa chaîne de valeur, y articulant les unités suivantes :

- un entrepôt pour le sucre blanc de plantation ;
- une raffinerie de sucre ;
- deux centrales électriques par cogénération ;
- une distillerie de bioéthanol ;
- une unité d'embouteillage de gaz carbonique ;
- une unité de traitement des biofertilisants.

Coproduit de la cristallisation du sucre de canne, la mélasse contient quelque 80 % de matière sèche. Sa fermentation produit du gaz carbonique alors que sa distillation produit de l'alcool neutre, de l'éthanol à 96°.

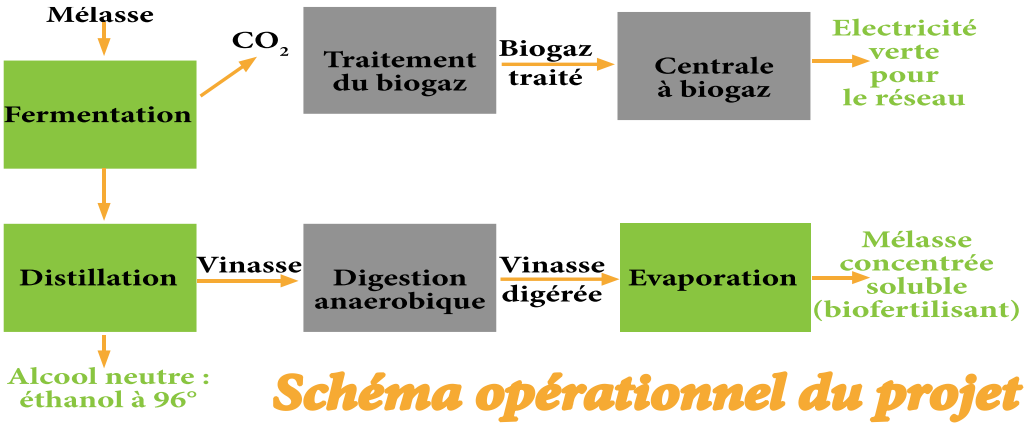


Schéma opérationnel du projet

La distillation laisse comme résidu la vinasse. Cette dernière est biodigérée dans un digesteur anaérobique, cela en vue de produire du biogaz. Après traitement, ce gaz peut alimenter une turbine de production électrique, fournissant une électricité verte, vendue au réseau. La vinasse de son côté, après évaporation, produit de la mélasse concentrée soluble, un biofertilisant.

Les données et résultats suivants sont entrevus pour le projet :

- 120 000 tonnes de vinasse par an (60 % de la production actuelle)
- deux digesteurs anaérobiques de 5 000 m^3 chacun ;
- jusqu'à 5,5 millions de Nm^3 de biogaz par an ; ce biogaz contient 55 % de méthane, soit l'équivalent de 4 230 T charbon ou 2,93 millions de litres de diesel.
- une centrale au biogaz de 1,5 MW
- jusqu'à 12 GWh d'énergie renouvelable ferme par an.

Atelier 5 : promotion de l'efficacité énergétique dans le secteur du bâtiment résidentiel et tertiaire

Empreinte carbone des bâtiments : méthodologie et exemples d'application

Laurent Castaignède, *directeur de BCO2 Ingénierie, France*

La réduction de l'empreinte carbone des bâtiments porte très largement sur l'EE mais d'autres enjeux sont également à prendre en compte.

L'empreinte carbone d'un bâtiment est la somme de toutes les émissions de gaz à effet de serre que le projet entraîne. L'unité de mesure est la « tonne équivalent CO_2 » (avec coefficients par m^2, par logement, etc.). L'audit des bâtiments s'attachera aussi à identifier les « facteurs d'émission ».

L'empreinte carbone d'un bâtiment sera tributaire d'un certain nombre de choix constituant le périmètre du projet :

- la conception – cela influera sur la maîtrise d'ouvrage, l'ingénierie, etc.
- la construction – l'élaboration des matériaux primaire, la mise en œuvre, la fabrication et la livraison des équipements ;
- l'utilisation du bâtiment – le confort thermique, la climatisation, l'éclairage artificiel ;
- les activités associées – déplacements contraints, restauration, etc. ;
- l'historique – réhabilitation en cours d'utilisation, démolition du bâtiment et recyclage des matériaux…

Le bilan final relève autant des modes constructifs que des consommations d'énergie ou de la localisation.

Le Projet TEC-tec a pour objectifs de développer une méthode d'évaluation des bâtiments tertiaires à énergie positive et à faible impact carbone pour La Réunion et pour l'outre-mer français en général. Ses objectifs spécifiques sont :

- réduire l'impact général du bâtiment : en conception, mise en œuvre, activité et fin de vie ;
- faire évoluer les filières du bâtiment vers moins d'impact ;
- faire émerger des filières nouvelles vertueuses ;
- impulser de nouvelles pratiques par le biais d'un outil d'aide à la décision ;
- développer des bâtiments à faible empreinte carbone.

Le compteur numérique au service de la MDE

***Sandy Herbillon**, chef de service de l'efficacité énergétique, EDF Réunion, France/Réunion*

Inscrite dans le droit européen et le droit français, l'adoption de compteurs numériques est une obligation réglementaire à La Réunion. Ces compteurs devront être massivement déployés, 406 000 unités devant être installées entre 2018 et 2023, moyennant un investissement, jusqu'à 2023, de 70 millions d'euros. Ces installations occasionneront la création de 100 emplois directs, indirects ou induits, dont 70 pour la pose du matériel.

Les nouveaux compteurs vaudront aux clients les avantages suivants :

- des factures plus précises, sur la base de données réelles et non plus estimées ;
- plus de simplicité, un grand nombre d'opérations effectuées à distance, sans RDV et déplacement ;
- des économies et plus de services, la possibilité pour le client de maîtriser sa consommation, permettant de mieux la comprendre pour mieux la maîtriser ;
- plus de réactivité, un diagnostic plus rapide et meilleur ainsi que la possibilité d'intervenir à distance, permettant un rétablissement plus rapide en cas de panne.

Les nouveaux outils de la fourniture d'électricité permettent des gains allant au-delà de la consommation d'énergie :

- un service public plus performant et responsable pour l'ensemble du territoire ;
- la disponibilité de données (individuelles ou agrégées à échelle d'un quartier, d'une résidence ou d'un bâtiment…) pour mieux maîtriser les consommations et mieux cibler, anticiper les investissements en matière d'efficacité énergétique ;
- l'accès à un système électrique plus agile, intégrant davantage de productions renouvelables et de nouveaux usages (dont la mobilité électrique).

Les abonnés disposent déjà i) d'une application web - e.Quilibre -pour suivre au jour le jour leur consommation d'électricité et ii) de communautés de consom'acteurs, sensibilisés à la MDE, se défiant sur une application ludique utilisant les données issues du compteur.

Efficacité énergétique dans le secteur hôtelier et de la grande distribution à Maurice : retours d'expérience (Magasin Super U Flacq et Beachcomber Resorts)

Pascal Tsin, *président exécutif, Super U, Maurice*

Matthieu Rivet, *directeur de l'ingénierie, Beachcomber Group, Maurice*

Le projet de la société Udis, gestionnaire de l'enseigne Super-U à Maurice, mis en œuvre au centre commercial Flacq Cœur de Ville (FCV), à Centre de Flacq aborde la question de la durabilité sous trois angles pratiques :

- les EnR ;
- l'efficacité énergétique ;
- la protection de l'environnement (entre autres la gestion de l'eau. Une station de traitement des eaux usées alimente les systèmes d'arrosage et anti-feu ainsi que les chasses d'eau).

Pour ce qui est du recours au renouvelable, la toiture du bâtiment est recouverte d'une surface de quelque 10 000 m^2 de panneaux PV, pour 1,2 MWc, en autoconsommation, assurant un tiers des besoins en électricité du centre commercial.

Pour ce qui est de l'EE :

- l'isolation thermique de toute la toiture a été assurée par des panneaux de polyuréthane de 40 mm d'épaisseur ;
- la climatisation associe une centrale de refroidissement à un système de stockage du froid ; le froid est stocké dans des cuves isothermes pendant le jour ; à la tombée de la nuit, il est relâché dans le système de climatisation, pour trois heures de fonctionnement ;
- les chambres froides équipées de compresseurs à variation de vitesse, sous refroidissement de liquide ;
- la chaleur récupérée sert à produire de l'eau chaude, utilisée pour le nettoyage ;
- tout l'éclairage est en LED, cela réduisant la consommation de 50 % (avec le centre commercial de Grand-Baie comme étalon de comparaison) ;
- des capteurs informent le poste de pilotage de l'utilisation de l'énergie par secteur, ce qui permet le délestage, pour ne pas être pénalisés par un pic ;
- l'entreprise continue à étudier le dispositif électrique et les motifs d'impacts sur la consommation et l'empreinte carbone ;
- les entrées du magasin ont été conçues - notamment autour d'un sas d'isolation - pour minimiser l'entrée d'air chaud dans le bâtiment.

Pour ce qui est de la maintenance, le personnel a été formé. Le système par ailleurs est *web based*, il peut être suivi en ligne. Lorsque l'équipe à Maurice est confrontée à un problème qu'elle ne peut résoudre, le fournisseur, en Allemagne, prend les choses en main.

Le dispositif d'EE au centre commercial Flacq Coeur de Ville a occasionné un surcoût de Rs 220 millions. *« Ça coûte cher, on espère l'amortir dans 7/8 ans. Mais on ne peut plus faire* du business as usual. *FCV peut servir d'exemple. On peut "forcer" les gens à faire de l'EE mais il y a aussi la part de responsabilité en tant que chef d'entreprise. Il faut un changement de paradigme. Les chefs d'entreprise doivent savoir ce qu'ils veulent léguer à leurs enfants et à leurs petits enfants »,* note Pascal Tsin.

*

Le groupe hôtelier Beachcomber a installé ses premières stations d'eaux usées - les premières à Maurice - dès les années 80. Les eaux traitées servaient à l'arrosage des espaces paysagers. Dans le même esprit, le groupe a opté pour des systèmes de climatisation centralisés à base d'eau glacée. La production de cette dernière produit de la chaleur. Au lieu de la rejeter dans l'atmosphère, elle est utilisée pour produire de l'eau chaude sanitaire, cela sans consommation d'énergie.

Toutes les cuisines principales des hôtels du groupe Beachcomber sont équipées de centrales de froid pour alimenter les chambres froides et les laboratoires de préparation. Ces installations sont équivalentes à celles des hypermarchés, leur puissance variant entre 90 et 160 kW froid. Ces centrales sont équipées des dernières technologies en matière d'EE :

- variation de vitesse ;
- haute pression flottante ;
- détente électronique ;

Ces centrales (de froid) font même de la récupération de chaleur pour alimenter en eau chaude les cuisines, rendant celles-ci autonomes vis-à-vis du réseau général d'eau chaude de l'établissement.

Beachcomber a aussi été le premier groupe hôtelier à installer, en 2007, des systèmes de chauffe-eau solaires centralisés :

- cinq hôtels équipés pour un total de 5 000 m^2 de dispositifs solaires ;
- ces systèmes assurent 100% des besoins des cinq hôtels en été et jusqu'à 60% en hiver ;
- la rentabilité permet des retours sur investissement de 4 ans.

Le groupe utilise désormais des thermofrigopompes qui produisent simultanément de l'eau glacée à 7°C et de l'eau chaude à 60°C. Des pompes à chaleur a haute efficacité ont également été introduites. Ces deux équipements permettent sur certains sites, pour la production d'eau chaude, de se dispenser entièrement d'énergies fossiles comme le diesel ou le GPL.

L'efficacité énergétique ne se limite pas à l'installation d'équipements efficients ; elle dépend aussi des utilisateurs. Afin d'éviter des comportements dispendieux

en énergie, Beachcomber installe, depuis 2011, de l'intelligence dans la gestion énergétique des chambres clients :

- pratiquement toutes les chambres sont équipées de dispositifs identifiant des comportements et actionnant des scénarios prédéfinis, par exemple :
- quand un client ouvre sa baie vitrée ;
- quand il quitte sa chambre.

Ces scénarios apportent des économies tout en maintenant les chambres aux normes, tant au niveau de la température que de l'humidité.

Beachcomber s'est également engagé, depuis deux ans, dans une démarche de certification écologique de ses opérations. Tous les hôtels sont certifiés Earthcheck, norme australienne spécialisée dans l'hôtellerie, ayant un fort focus sur le benchmarking. Cela a permis, en deux ans, de réduire la consommation globale d'énergie de 6,8 %.

Beachcomber se lance en 2018 dans la production photovoltaïque, sur la toiture de tous les hôtels du groupe, pour une puissance de 1,2 MW. Destiné à l'autoconsommation, cette production représentera jusqu'à 10% de la consommation totale d'électricité des établissements du groupe.

Efficacité énergétique dans le tertiaire et réseaux de distribution de froid tertiaire

Eric Le Breton, *Directeur Général, Manser Saxon, Maurice*

L'intervenant salue le travail de la PNEE grâce auquel, estime-t-il, il existe désormais une demande d'accompagnement en matière d'EE. Cette dernière figure désormais parmi les priorités stratégiques des sociétés mauriciennes. Lorsqu'un accord de services est conclu, la première opération consistera à établir le profil de consommation du bâtiment, cela devant servir à comprendre la consommation d'énergie du client. L'exercice s'appuie sur toute une gamme d'outils de collecte de données, liés à une plateforme à l'étranger.

Le profil de consommation d'un bâtiment est détaillé par équipent : comment consomme-t-il et à quel moment. En règle générale, les divers graphiques - puissance de charge, profil quotidien, puissance de charge nocturne et consommation - indiquent que la plus large part de l'électricité consommée va à la climatisation, puis à l'éclairage. Les ordinateurs et les onduleurs (UPS, *Uninterruptible Power Supply*) étant les moins énergivores.

Le profilage effectué, la société déploie ses services :

- analyse des courbes ;
- identification des abus/dérives de consommation ;

• proposition d'actions correctives ;

• suivi de la mise en œuvre de ces actions et de leurs effets sur l'EE ;

• gestion des coefficients pour déterminer l'amélioration de l'EE : kWh/m^2, kWh/employé, kWh/unité produite, etc.

• benchmarking des activités ;

• offre de contrats de performance énergétique.

L'intervenant le souligne : MSFL n'est pas vendeur d'équipements. Son business model consiste à investir pour l'acquisition du matériel requis pour les améliorations techniques, puis de partager les économies avec le client.

Partenaire de Engie, un des leaders mondiaux en réseaux de froid, MSFL promeut également cette technique de rafraîchissement des bâtiments, largement plus efficiente du point de vue énergétique.

Promotion des activités solaires thermiques en zone insulaire : production d'eau chaude collective dans le tertiaire et l'industrie : performances et coûts des solutions proposées

***André Joffre**, président directeur général de TECSOL, France*

« 75 % de l'énergie, ce n'est pas 75% de l'électricité », lance André Joffre, cela offrant plus de relief au propos, contribuant à rappeler le caractère multiforme de l'énergie et de sa transmission.

Face à la volatilité du prix des énergies conventionnelles, les solutions solaires collectives trouvent leur place sur le marché fortement concurrentiel de la production d'eau chaude. L'avantage concurrentiel des coûts est singulièrement pertinent à la mi-2018, à la sortie d'une période où le prix des hydrocarbures était très bas (à 46 dollars US le baril à la mi-2017, le baril de Brent avait atteint presque 79 dollars à fin mai 2018, au moment du Forum des EnR).

L'amélioration de la compétitivité du solaire thermique passe également par une maîtrise du coût des installations. Par ailleurs, l'ensoleillement de Maurice est exceptionnel, comme celui de La Réunion, des régions tropicales en général.

Dans la perception générale, le solaire thermique est moins séduisant et attrayant que d'autres solutions, plus en vue. Il n'en reste pas moins que la chaleur représente, au moins pour ce qui est de la France, la moitié de l'énergie finale consommée.

Il importe de rester prudent quant à l'opinion selon laquelle le plus grand un équipement, le moins élevé son coût. En matière de capture d'énergie solaire et de transmission au moyen d'un fluide caloporteur, le dimensionnement prime sur la logique des économies d'échelle. Néanmoins, la faisabilité technique de l'injection de chaleur à travers un réseau local est démontrée, la chaleur provenant du solaire.

Les modèles économiques changent. Dans le domaine de l'énergie également, on voit apparaître les *Special Purpose Vehicles* (SPV, entité ad hoc), sociétés de projet qui proposent un financement limitant le risque pour les investisseurs extérieurs et pour l'entreprise.

Comment promouvoir l'efficacité énergétique ? Question que se pose l'intervenant. Quel crédit accorder aux propos selon lesquels la planificaton ne sert à rien ? Même si par certains aspects l'exercice peut sembler un peu théorique, une programmation pluriannuelle, comme pratiquée en France, est très importante. Un plan d'ensemble est nécessaire à la COI. Cette dernière rassemble nombre de personnes, réunit une foule d'idées mais il lui manque une vision d'ensemble, réunissant ce qui est nécessaire pour entrevoir un marché commun. Et il n'est pas suffisant de bien travailler, pense l'intervenant, il faut encore communiquer et le faire savoir.

Résultats d'un projet collaboratif LETCHI soutenu par l'ADEME, en faveur de la construction passive des bâtiments : deux points de vue de l'Inde et du Vietnam

Martin Scherfler, *Consultant à Auroville Consulting, Inde*

Ma Khai Hien, *Directeur à Enerteam, Vietnam*

Les intervenants rendent d'abord compte des situations les plus inquiétantes rencontrées dans les régions tropicales et climats chauds pris en compte par le projet *Low Energy in Tropical Climates for Housing Innovation* (LETCHI, Sobriété énergétique en climat tropical pour l'innovation dans l'habitat). Tributaires de causes préalablement identifiées – i) une démographie galopante ; ii) une urbanisation irréfléchie ; iii) des modèles architecturaux et de constructions copiés d'ailleurs et ne tenant pas compte des aspects bioclimatiques locaux ; iv) un usage inconsidéré de la climatisation individuelle, ces situations préoccupantes sont :

- l'urgence énergétique dans les régions tropicales ;
- l'impact de la démographie sur la demande de logement ;
- le recours à un habitat en hauteur conçu pour les climats tempérés, voire froids.

Les bâtiments et la construction sont responsable de 30 % des émissions globales de CO_2. Les pays chauds (tropicaux, méditerranéens) sont confrontés aux mêmes défis, liés aux fortes températures et aux besoins de refroidissement. Il est nécessaire, pour les uns et les autres, de développer et partager leurs meilleures pratiques pour déployer des bâtiments avec une EE élevée, peu coûteux et confortables, tout en relevant les défis du changement climatique.

Les cas étudiés par le programme proviennent de l'Inde, de La Réunion, du Sri Lanka, de la Thaïlande et du Vietnam.

Partie intégrante du programme LETCHI, une base de données des cas étudiés de bâtiments résidentiels durables. Ces données sont disponibles sur le site web de Tropical Building, à l'adresse http://www.tropicalbuildings.org. Outre la possibilité d'y ajouter de nouveaux profils de bâtiments, le site propose/proposera des liens vers :

- diverses stratégies bioclimatiques utilisées dans les pays concernés pour des immeubles résidentiels, en vue de l'EE et du confort thermique ;
- des données en provenance des cinq pays associés au projet, répertoires des meilleures pratiques, outil de simulation utilisé pour la conception climatique, pour guider les professionnels du bâtiment.

Outre les organisations des deux intervenants, Auroville Consulting (Inde) et Enerteam (Vietnam), les autres partenaires de l'initiative sont :

- l'université de Moratuwa (Sri Lanka) ;
- le Laboratoire d'écologie urbaine (La Réunion) ;
- la faculté d'architecture et de planification de l'université Thammasat (Thaïlande) ;
- Imageen (La Réunion).



Végétation, matériaux et éclairage naturel à Bengaluru, Inde



Espace de bureaux, à Bengaluru, Inde



Logement social à La Réunion

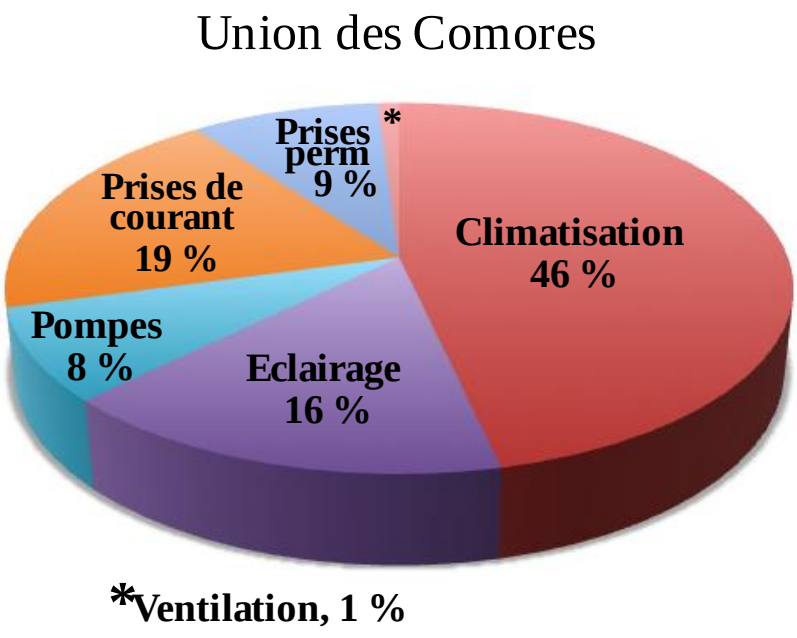
Amélioration de la performance énergétique des bâtiments publics dans les Etats-Membres de l'Océan Indien : résultats des études menées.

Aurélie Lenoir, *docteure ingénieure, Imageen, France/Réunion*

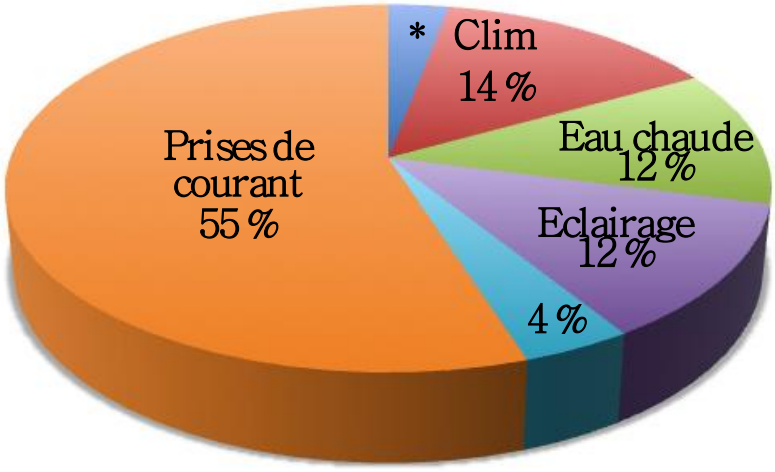
Projet relevant de la *Sustainable Energy for All Initiative* (SE4All) des Nations unies, cette mission a été confiée au bureau d'études Imageen par l'assistance technique de l'Union européenne. Elle consistait à effectuer un choix de bâtiments publics aux Comores, à Madagascar, à Maurice et aux Seychelles, en vue d'un audit énergétique.

Trois études ont été menées aux Comores, trois autres à Maurice, trois également aux Seychelles. Six études ont été consacrées à Madagascar.

A l'occasion d'un voyage d'étude à La Réunion, au mois d'avril 2018, les intéressés ont pris connaissance des résultats de l'enquête. Ils démontrent, entre autres, comme illustré par les diagrammes en camembert ci-après, le poids de la climatisation dans la facture énergétique des bâtiments publics audités, à 14 % à Madagascar, 41 % à Maurice, 46 % aux Comores et 71 % aux Seychelles.

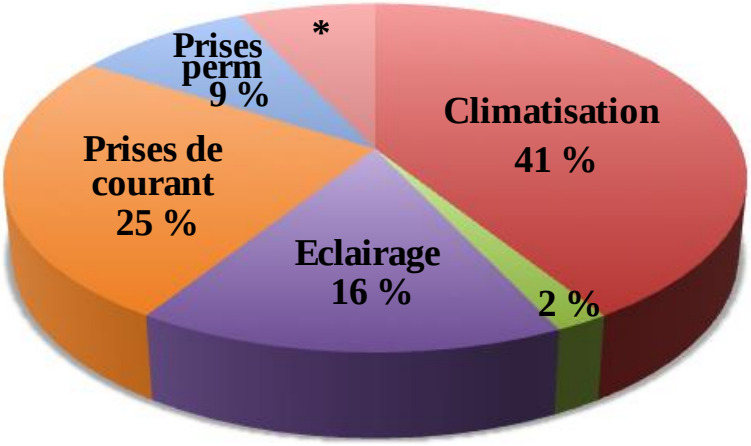


Madagascar



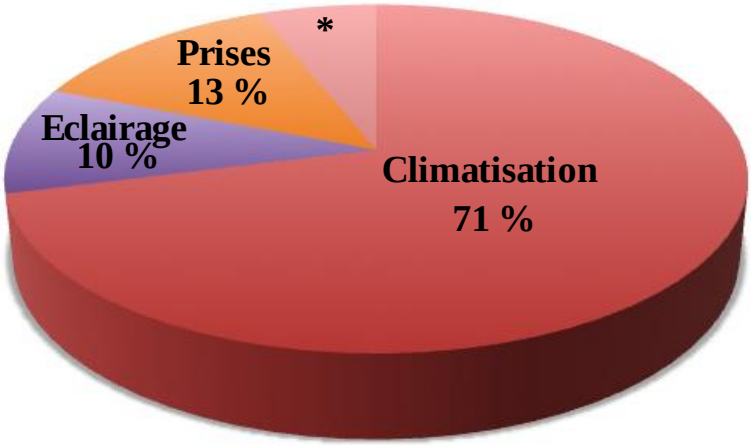
*Chauf age, 6 %

Maurice



Ventilation, 7 %

Seychelles



Ventilation, 6 %

En moyenne pondérée, la ventilation représente 3 % de la consommation énergétique ; l'eau chaude, 6 % ; l'éclairage, 13 % ; la climatisation, 35 % ; les prises en général, 39 %.

L'étude a également permis de mesurer la consommation des divers bâtiments, d'établir leur coefficient de consommation (en kWh/m^2) et d'évaluer leurs coûts annuels (en milliers d'euros).

	Consommation en MWh	Ratio kWh/m^2	Coût annuel en k€
Union des Comores			
Hôpital Samba	75	20	14
Faculté de sciences	4	3	1,4
MIREX	108	58	33
Maurice			
Hôpital de Mahébourg	169	56	29
Police Traffic Branch	166	60	29
Mairie de Quatre-Bornes	197	82	37
Seychelles			
DEECC	101	139	29
English River Clinic	245	118	70
Inst: of Teacher Education	116	58	34
Madagascar			
Assemblée nationale	100	24	24
DGE	21	26	2
Hôpital militaire	600	64	85
Maternité	259	35	33
Bloc admin: Mahajunga	62	13	8

En fin de présentation, l'intervenant a fait huit recommandations, destinés aux responsables de bâtiments publics, dans l'ensemble de la région, pour de nouvelles pratiques de conception, de construction, plus de rigueur dans l'entretien.

- privilégier la conception passive des bâtiments (préalablement exposée par les intervenants associés au projet LETCHI) ;
- végétaliser les abords des bâtiments ;
- isoler / assurer une protection solaire en priorité des toitures et vitrages ;
- améliorer la ventilation naturelle (entre autres par le choix du type de vitrage) ;

• utiliser très prudemment les climatiseurs : i) température jamais au-dessous de 24°C ; extinction des climatiseurs les soirs et week-end ;

• veiller au dimensionnement correct (100 - 150 Wf/m²) en cas d'installation d'un brasseur d'air ;

• promouvoir l'énergie solaire thermique pour la production d'eau chaude sanitaire (si nécessaire) ;

• promouvoir l'énergie photovoltaïque avec un suivi des installations sur plusieurs années, notamment i) en mettant en œuvre des compteurs d'énergie produite ; ii) en veillant au bon fonctionnement des onduleurs et des batteries et iii) en prévoyant un budget pour leur remplacement.

Atelier 6 : quelle place pour les véhicules électriques en Indianocéanie ?

Quelle feuille de route pour les véhicules électriques dans les pays membres de la COI ? « Position paper » du Club des électriciens des Etats membres de la COI.

***Chavan Dabeedin**, directeur transmission et distribution, CEB, Maurice*

Fondé en janvier 2018, le Club des électriciens de la COI regroupe les fournisseurs historiques d'électricité des pays membres. L'augmentation du nombre de véhicules électriques et hybrides dans le parc automobile a des implications sur la production et la distribution de l'énergie électrique. Cela rend nécessaire, pour ces gestionnaires de réseaux, une réflexion suivie d'action.

Tout en tenant compte des réalités particulières de chaque territoire, les pays membres de la COI doivent avoir un mix énergétique qui comprend des sources renouvelables traçable, afin d'alimenter ce type de véhicules, faute de quoi la réduction de l'empreinte carbone de la mobilité sera négligeable ou nulle.

L'avenir tient aussi à l'installation de systèmes de production d'énergie renouvelables chez les particuliers et dans les entreprises, à une tarification variable selon les horaires. Il est souhaitable d'encourager la recharge des batteries de véhicules hors des heures de pointe. Le système désigné comme « vehicle-to-grid » permet à l'excédent d'électricité stocké dans le véhicule d'être utilisé par le réseau électrique. Cette innovation ne peut être mise en œuvre qu'avec la participation des détaillants, appelés à gérer l'interaction avec les parties connectées au réseau et qui sont à la fois consommateurs et fournisseurs d'électricité. L'adoption de la solution du véhicule électrique dans la région dépendra aussi des coûts d'acquisition et d'utilisation. A l'île Maurice, 20% des véhicules de seconde main importés sont électriques ou hydrides.

Le point de vue d'un acteur du secteur : potentiel de développement des véhicules électriques

***Prakash Ramiah,** COO Leal Energy, Maurice*

Concessionnaire automobile, l'entreprise mauricienne Leal & Co Ltd commercialise les véhicules BMW, Renault et Mitsubishi dont - depuis 2016 - des modèles hybrides ou à 100% électriques. Le groupe Leal propose aussi des produits et prestations dans le secteur des EnR.

Egalement implantée à La Réunion, Leal & Co a initié une étude sur les retombées de l'utilisation de véhicules hybrides et électriques. L'entreprise

souhaite convaincre ses clients d'effectuer une double transition : véhicule électrique/production photovoltaïque.

Vu la taille de l'île, la distance moyenne du trajet quotidien d'un commercial à Maurice est de 70km. Le coût au kilomètre en véhicule électrique est de 42 sous, contre Rs 3,60 pour un véhicule à moteur thermique. L'autonomie ne devrait par ailleurs pas être un frein, les véhicules électriques pouvant actuellement parcourir environ 330km avec une seule charge et les nouvelles générations de batteries offrent de plus en plus d'autonomie. De plus, les constructeurs, à l'instar de BMW et de Renault, se sont engagés à recycler les batteries après 7 ans. Ces anciennes batteries de véhicules sont destinées à être réutilisées à des fins de stockage d'énergie dans d'autres systèmes.

Implication d'EDF SEI en faveur de la recharge intelligente des véhicules électriques : solutions innovantes

Vincent Levy, *Chef du service système électrique à EDF Réunion, France/Réunion*

L'île de La Réunion compte un millier de véhicules électriques sur un total de 400 000 véhicules. Ce type de véhicules offre des avantages certains dans le contexte réunionnais : utilisation sur de petites distances grâce à la taille de l'île et aux types d'utilisations, aides à l'achat, réduction de la pollution urbaine. Par contre, le raccordement aux bornes électriques implique des coûts à la collectivité et cette efficacité dans la réduction de pollution n'est réelle que si les sources d'énergie électrique sont renouvelables.

Le fournisseur EDF s'est d'ailleurs engagé en 2017, avec des partenaires à La Réunion, au sein du programme SUNNY MOUV. Cette initiative, encore en phase expérimentale, entend favoriser la recharge de véhicules sur le réseau électrique uniquement aux moments opportuns, notamment lors de périodes d'alimentation de sources renouvelables. Cette traçabilité des sources est rendue possible grâce à un échange d'informations entre le réseau et les bornes de recharge.

EDF (Réunion) a réalisé une expérience d'utilisation en situation réelle en 2015-2016, en mettant à la disposition de ses employés des véhicules électriques, sur réservation.

Autoconsommation individuelle et recharge de véhicules électriques : une approche combinée à fort potentiel.

***Ashraf Jaunboccus**, Corexsolar International (France/Réunion)*

Fournisseur de solutions PV et de bornes de recharge, Corexsolar prépare la mise à disposition de la nouvelle génération de bornes, capable de charger un véhicule électrique en quelques minutes. Cette solution « ultrafast » ne sera pas disponible en utilisation courante dans les îles de l'océan Indien avant trois à cinq ans.

Un opérateur compte mettre sur route des autobus électriques en 2019 à Maurice, ce qui sera l'occasion d'inaugurer les premières bornes à recharge rapide de l'île. L'évolution du parc automobile électrique à l'île Maurice se fera principalement avec des véhicules de taille moyenne, ce qui implique des technologies et des systèmes de recharge rapide afin de conserver les délais auxquels sont habitués les utilisateurs en faisant le plein de carburant.

Les systèmes à charge semi-rapide permettent de refaire les réserves d'une batterie de ce type de véhicule en deux heures, alors que les systèmes rapides promettent une recharge à 80% en seulement 15 minutes. L'augmentation du nombre de véhicules électriques à l'île Maurice (20% du parc total, soit 100 000 véhicules, en 2030) et la demande d'énergie supplémentaire sur le réseau électrique demanderont des capacités que le gestionnaire de réseau doit pouvoir fournir. La CEB estime avoir largement les capacités voulues.

L'énergie et le véhicule électrique - La prospective du véhicule électrique de demain.

***Matthieu Hoareau**, secrétaire général, TEMERGIE*

TEMERGIE, le cluster « énergies » de La Réunion, regroupe 35 entreprises et une dizaine de structures publiques réunionnaises pour développer et réaliser des projets innovants en optimisation d'énergie. Le numérique et les innovations dans le domaine de l'énergie représentent deux pôles majeurs de la troisième révolution industrielle ; deux pôles dont l'interaction a et aura des répercussions importantes sur l'économie et la société.

La plupart des géants du numérique, à l'instar de Google, ont fait le choix d'être indépendants énergétiquement et de se fournir totalement à partir de sources renouvelables. Les technologies numériques aident à la réalisation de projets intégrés, chez les particuliers ou dans les entreprises, pour l'optimisation de l'utilisation d'énergie, associée à des sources renouvelables. Les véhicules électriques et leur cycle de recharge et d'éventuelle connexion au réseau électrique pour y fournir de l'énergie font partie de l'équation. La solution

d'alimentation pour les véhicules particuliers ne peut être la même dans tous les pays de la COI, au vu des réalités de chaque territoire.

Les pays disposant d'un réseau centralisé moins développé, à l'exemple de Madagascar et des Comores, bénéficient de l'avantage de pouvoir emprunter un « raccourci » en adoptant la solution d'un ensemble de microréseaux décentralisés, à base d'EnR. L'enjeu de l'énergie du futur est de savoir qui produit, qui vend et qui distribue l'électricité - en sachant que la même entité, même à petite échelle, pourra avoir les trois fonctions, simultanément ou à tour de rôle.

ANNEXE 1

Liste des participants

ABDERAMANE, Abdou, Office de la Radio et Télévision des Comores, Journaliste

ABDESSELAM, Mohamed, Solener, Directeur

ADAM, Guillaume, Frigor Service Réunion, Gérant Associé

AGATHE, Henri, Rodrigues Regional Assembly, Adviser on Natural Resources Management

AHMED KOUDRA, Abdérémane, Nouvelle OPACO, Conseiller Technique

ALEXANDER, Cynthia, Seychelles Energy Commission, Principal Officer

ALI, Ibrahim Maziada, Direction Générale de l'Energie de l'Union des Comores, Directeur Général

ALLAOUI, Hicham, Sunpower Energie, Cogérant

AMIEL, David, Dak Industries, gérant

AMIEL, Joseph, Dak Industries, directeur de la stratégie

ANDRE, Emmanuel, IBL, Deputy Chief Operating Officer

ANDRIAMPARANY, Stéphanie Miaritiana, Ministère de l'Eau, de l'Energie et des Hydrocarbures, Directeur de la Coopération et du Partenariat

ANSARAM, Karishma, Bean Tree Capital Partners, Carbon Finance Associate

APAYA, Mickael, Business Mauritius, Chargé de mission énergie

APPADOO, Krishnee Adnarain, Université de Maurice, Chargée de cours en droit

ARCELIN, Steve, AKUO ENERGY, Directeur Général

AUTREY Louis Jean Claude, Université de Maurice, Chancelier

BARRET, Magali, SOLAMI, Directrice

BASSAC, Eric, Manser Saxon Facilities, Administrateur

BATHFIELD, Gregory, Alteo Limited, Project Development Manager

BELLE, Jacques, Department of Foreign Affairs, Officier Permanent de Liaison Seychelles

BEUTIN, Philippe, C2D, Gérant

BHAGWAT, Swetha Ravi Kumar, Florence School of Regulation, Research Associate - Head of Global Relations

BIGEY, Gaston, NEXA / TEMERGIE, Directeur Général délégué / Président

BIGOT, Dimitri, IUT de Saint-Pierre, Université de La Réunion, Maître de conférences

BISSESSUR, Jaya, Ministry of Foreign Affairs, Regional Integration and International Trade, MRS

BLERIOT, Laurent, Bioalgostral, Président

BLIN, Joel, Cirad, Directeur Adjoint de l'unité de recherche BioWooEb

BONNE, Gina, Commission de l'océan Indien, Chargée de mission

BOTHOREL, Claire, Proparco (Groupe AFD), Investment officer

BOULLE, Fabrice, Compass Venture Capital, Partner

BOURANE, Danielle, Free Energy, Responsable Administrative

BROUST, François, CIRAD, Chargé de recherche Biomasse-Energie

BYIGERO, D. Alfred, Utility Regulatory Authority, Director/CEO

CANDASAMY Pillay, Shavina, Mauritius Renewable Energy Agency

CASTAIGNEDE, Laurent, BCO2 Ingénierie, Directeur

CAYRON, Genevieve

CHALÉON-RAGHOONAUTH, Stéphanie, AFNOR océan Indien, Directrice générale

CHARLES, Bernice, Seychelles Energy Commission, Principal Licensing and Enforcement

CHAN SIT CHAN, Anthony, DAK Industries, Directeur adjoint

CHINASAMY, Seevarajan, Manser Saxon Facilities Ltd, Manager

COONJUL, Ramchand, Engineering Technical and Management Services Ltd, Consulting Engineer

COUDRAY, Thibault, Agence Française de Développement, Chargé de Projet

CUSHMAJEE, Vicky, Commission de l'océan Indien, Chef du SAF

DABEEDIN, Chavan, Central Electricity Board (CEB) Maurice, Transmission & Distribution Manager

DAYAN, Laura, ADEME, Ingénieure

DE BOLLIVIER, Eric, Albioma, Directeur Réunion / Mayotte

DELORME, Shirley, SOLAMI, DIR COM

DESJARDINS, Joshua, Omnicane, Ingénieur procédés et environnement

DHOOKY, Nilma, ETMS, Ingenieur

DIABIRA, Siby, Proparco (Groupe AFD), Regional Head Southern Africa & Indian Ocean

DIMITRIS, Papastefanakis, EU - TAF Atkins, TAF Key expert

DISCOUR, Matthieu, Agence Française de Développement, Directeur

DOOKAYKA, Kamlesh, MARENA (Mauritius Renewable Energy Agency), Dr

DREEPAUL, Ahmad Iqbal, CEB, Senior analyst

EGOT, Pierre, Green Yellow, Directeur Ocean Indien et Afrique Australe

ELAHEE, Mohammad Khalil, UoM, Assoc. Professor

ELIX, Roddy-Samuel, GreenYellow, Chargé d'étude d'Efficacité Energétique

ERRIAH, Lauréna, Canopée Engineering Ltd, Responsable d'Agence

ESPITALIER-NOEL, Véronique, Commission de l'océan Indien, Chargée de mission

FAYET, Jean Marie,

FELICITE, Jacques Henri, Commission for Environment, Head, Environment

FOURTUNE, Frederic, Délégation UE à Madagascar, Chargé de programmes infrastructure et énergie

FUTHAZAR, Jean-Claude, JCF Conseil Réunion, PDG

GAERING, Olivier, QUADRAN Mauritius, Directeur des Operations Ocean Indien

GARCIA, Thierry, Free Energy, Directeur

GARNIER, Bruno, De Profundis, Directeur Technique

GAUDRAY, Gordon, Akuo Energy, Expert Hybride

GENAVE, Anna, Centre d'Economie et de Management de l'Océan Indien (Université de La Réunion), Doctorante en Sciences Economiques

GERARD, Jean-Michel, Terragen Ltd, Directeur

GILLES, Alexandre, Akuo Energy, Directeur Commercial

GLACHANT, Jean-Michel, The Florence School of Regulation, Director

GOOROOCHURN, Mahendra, University of Mauritius, Lecturer

GOUGES, Gérard, Commission de l'océan Indien, Gestionnaire RH

GOUPIL, Patrick, Dak Industries, Directeur

GRAS, Céleste, TECSOL, Responsable agence OI

GRIMANDI, Bastien, Frigor service Réunion, Bureau d'Etude

GUILLY, Moustache, Seychelles Energy Commission, Principal Officer

HADUSH, Samson Yemane, Florence School of Regulation, Research Fellow

HERBILLON, SANDY, EDF, Chef de service Efficacité Energétique

HIPPOLYTE, Martine, COI, Assistante technique projet régional gestion des déchets

HOARAU, Matthieu, TEMERGIE, Secretaire Général

HOFFMANN, Martin, GIZ (Cooperation Allemande), Directeur de Programme

HUMBLOT, Gilbert, NETISSE, Directeur Général

HUSSAUNDEE, Ahmad Mudassir, EE Systemik Co. Ltd., Directeur - Consultant

IMADUWA, Tony, Seychelles Energy Commission, Chief Executive Officer

INVERNIZZI, Maria Ausilia, Sey Solar Green Energy ltd, Providence, Mahe, Seychelles

ITTOO, Roy, Sotratech Ltée, Ingénieur Commercial

JAOMIARY, Olivier Aime, Jiro Sy Rano Malagasy (JIRAMA), Directeur Général

JAONA, Hery Haja, Office de Régulation de l'Electricité (ORE), Directeur Administratif & Financier

JAUNBOCCUS, Ashraf, Corexsolar International, Ingénieur Développement

CHABRIAT, Jean-Pierre, Université de La Réunion, Professeur des Universités

JOFFRE, André, TECSOL, PDG

KESSAVDJEE, Mounir, GreenYellow Indian Ocean, Solar PV & Energy Performance Engineer

KOENIG, Loic, Alteo Ltd, Project Engineer

KYRIAKARAKOS, Georgios, EU TAF SE4All, Senior Energy Expert

LACROIX, Fanny,

LALAO MIADA, Innocent, Commission de l'océan Indien, Responsable SCM

LAU YOU HIN, Kim Yin,

SAM, Laurent, PUC, Energy Engineer

LE BRETON, Eric, Manser Saxon Facilities Ltd, General Manager

LE ROY, Marie, Switch Energy Ltd, Chargée d'Affaires

LEE LUEN TEN, Tony, Green Building Council, Chairman

LEE KUNG CHUNG, Bruno, Automation & Controls Engineering Ltd., General Manager

LEJEMBLE Stéphane, Manser Saxon Facilities, Administrateur

LENOIR, Aurélie, IMAGEEN, Docteure Ingénieure

LEVY, Vincent, EDF Réunion, Chef de Service Système Electrique

LEVY, Denis, Commission de l'océan Indien, Chef de projet Energies

MA, Khai Hien, ENERTEAM, Director

MALBRANCHE, Philippe, INES, directeur général

MAMET, Jean Alain, Racso ltd, Directeur

MARIETTE, Robert, Medine Sugar Milling Ltd, General Manager

LUQUET, Mary Jane Prisca, Manser Saxon Facilities Ltd., Engineer

MAUREE, Daroomalingum, Commission de l'océan Indien, Chef de projet Swiofish

MAYER, Philip, Enex (Mauritius) Ltd, Directeur

MAYER, Vanessa, Enex (Mauritius) Ltd, Responsable des Ventes

MERMOUD, Floriane, Green Tech, Directrice

MESSI, Massimiliano, EU, Second Secretary

MESTRE, José,

MLANAO, Henri Alphonse, ADC Génie Electrique, Directeur des Opérations Techniques Et Financièree

MOHABEER, Raj, Commission de l'océan Indien, Chargé de mission

MOHAMADI, Soilihi, KamarSolaire, Directeur Générale

MOHAMED NASSURDINE, Youssouf, MAMWE, Conseiller technique du Directeur général

MSAIDIE, Mohamed, Assemblée de l'Union des Comores, Vice-Président de la Commission de la Production et de l'Environnement

MOHAMED, Youssouf, La Gazette des Comores, Journaliste Redacteur

MOHAMED, Mkandzilé.

MOONIARUCK, Sajjid, United Nations Development Programme, Project Manager

MOREL, Denis, Seychelles Energy Commission, Ingénieur technique

MORILLE, David, FREE ENERGY, Responsable Technique

MORIN, Alexandre, Akuo Energy, Project Manager

MUHAMMAD SHAMEEN, Bheka, Manser Saxon Facilities Ltd., Head of Maintenance

MUKOON, Shamshir, CEB, Acting General manager

MUNGUR, Radhamohun, Energy Efficiency Management Office, Director

NARINDRANJANAHARY, Avotra, Université de La Réunion, Doctorante en Economie de l'environnement et de l'énergie

NAZIR, Nazi Kole, Al-watwan Presse édition, Journaliste

NOLAY, Pierre, Alphéeis, PDG

NOTE, Camille, Mascara Mauritius, Project Manager

OSORIO, Carla, DUE auprès de Maurice et Seychelles, Chef de Coopération

PARIAG-MARAYE, Neeveditah, University of Mauritius, Lecturer in Accounting & Finance

PAYENDEE, Jean-Richard, Commission de l'Agriculture, l'Environnement, Foret, Pêche et Parc Marins, Commissaire

PERRIER, Nicolas, Switch Energy Ltd, Directeur

PHILOGENE, Didier, Sotratech Ltée, Directeur général

PILLAY, Rajini, Novengi Ltd, Business Improvement and Strategic Planning, Manager

PRAMOD, Kokil, Central Electricity Board, Ingenieur Planning Energie Durable

PRINCE, Ariane, Terragen, Chargée projets biomasse

PUTTOO, Nitisha, Mauritius Renewable Energy Agency, Administrative Officer

QUEVAUVILLIERS, Jean Michel, ETMS Ltd, Managing Director

RABEDAORO, Andrianirina, Eliniaina Lise Nancy, GIZ Madagascar, Assistante et chargée de communication

RABEMANANJARA, Ketakandriana, Office de Régulation de l'Electricité, Directeur de la Législation

RAHELIARIVAO ANDRIANASOLO, Aimée, Office de Régulation de l'Electricité - ORE, Président Exécutif du Conseil de l'Electricité

RAINER, Nicholas,

RAJAONERA ANDRIAMBELO, Fredy, Syndicat des Industries de Madagascar, Président

RAKOTOARIMANANA, Mamisoa Fidèle, Agence de Développement de l'électrification Rurale ADER, Secrétaire Exécutif

RAKOTOARIVELO, Manitra, AIDES sarl, Directeur

RAKOTOARIVONY, Sitraka, AIDES sarl, Chargé d'étude en énergie

RALAIARISOA, Annie Vololonirina, GIZ, Private sector development specialist

RALAIMARINDAZA, Luc, Commission de l'océan Indien, Chargée de mission

RAMAHATRA, Sahondra Hanitriniaina, MIDI Madagasikara, rédacteur en chef adjoint

RAMBOA, Tahiry Henintsoa, Jiro Ve, Operations Manager

RAMIAH, Prakash, LEAL Energie Ltd, Chief Operations Officer

RAMKALOAN, Kevin, Business Mauritius, Directeur Exécutif

RAMLUGON, Rajiv, Omnicane, Group Chief Sustainability Officer

RANAIVOSON, Régina, Agence de Développement de l'Electrification rurale (ADER), Assistante Administrative

RANDRIANARIVONY, Augustin, Ministère de l'Eau de l'Energie et des Hydrocarbures, Directeur

RANJEVASOA, Mbolatiana, Ministère de l'Eau, de l'Energie et des Hydrocarbures, Madagascar, Chef de service de l'exploitation durable du Bois Energie

RAO, Bharat Kris, Bharco Group, Executive Chairman

RAONIMANALINA, Haingotiana Nadia, Les Nouvelles, Journaliste

RAPHAEL ROBERTSON, Marie Lourdes, Commission for Environment, Environment Officer

RASOLOJAONA, Rivoharilala, Office de Régulation de l'Electricité, Secrétaire Exécutif

RATOVOHERISON, René, GIZ, Conseiller Technique en Planification et Suivi-Evaluation

RAZANAJATOVO, Mamy, Seychelles Energy Commission, Principal Officer for Energy Planning

REISS, Karin, SACREEE,

RIBOUET, Gilles, Commission de l'océan Indien,

RIVAS, Frank, Corex Solar, President

RIVET, Mathieu, New Mauritius Hotels, Group Engineering Manager

ROBERT, Anne, Freelance, Writer

ROCHER, Philippe, METROL, Directeur

RODRIGUES, Remy, Medine, Project Feasibility Manager

ROSUNEE, Satyadev, Université de Maurice, Réduit

ROUTIER, Jean-Baptiste, Commission de l'océan Indien,

RUGHOOPUTH, Soonil Dutt Dharam Vir, MARENA, Professor

SAID MOHAMED NASSUR, Said Nassur, Direction Generale de l'Energie, des Mines et de l'Eau, Directeur technique de l'Energie

SAINDOU, Malide, Electricité d'Anjouan (EDA) Union des Comores, Directeur général d'EDA

SAUZIER, Jacqueline, Chambre d'Agriculture de Maurice, Secrétaire Générale

SCHERFLER, Martin, Auroville Consulting, Consultant

SCHMUTZ, Nicolas, Reuniwatt, CEO

SHAMACHURN, Heman, University of Mauritius, Lecturer

SIMPORÉ, Yacine, Agence Française de Développement (AFD), Chargée de Projets

SK HEERAH, Frazuddin, Canopée Engineering Ltd, Ingénieur Fluides

SOONARANE, Pradeep, Ministère de l'Energies et des Utilités Publiques, Directeur Technique

SOOREN, Pootlarav, Manser Saxon Facilities Ltd., Electrical Engineer

TAOUFIKI, Hassani Kifia, Direction des Energies Renouvelables, Chargé de l'Efficacité Energétique

TAYE, Thierry, Bioalgostral océan Indien, Directeur Général

TORSHAN, Chuttoo, Manser Saxon Facilities Ltd., Mechanical Engineer

TSIN, Pascal, Super U, Directeur général

VAITILINGOM, Gilles, CIRAD, Chercheur senior EnR

VALDEBOUZE, Coralie, Akuo Energy Indian Ocean, Project Manager

VAN THEMAAT, Francois, Mettle Solar Investments (Pty) Ltd, CEO

VANNIER, Rassin, Seychelles News Agency, Redacteur en Chef

VARADEN, Sevika, United Nations Development Programme, Project Assistant

VAVIZARA, Sylvie, Ministère de l'Eau, de l'Energie et des Hydrocarbures, Directeur Régional de l'Eau, de l'Energie et des Hydrocarbures

VERGNET, Marc, Mascara Mauritius, PDG

VIENNE, Dominique, TEEO, CEO

SERRET, Vivian, Leal, CEO

VUILLEMIN, François, Commission de l'océan Indien,

VYDELINGUM, Selvinah, Medine Group, Head of Investment Strategy

WEBER, Radley, VetiverTech Pty Ltd, Managing Director/Share Owner

WELLENS, Eddy,

WOOD, Muriel, Bharco Group, Director

YEUNG CHING YUNG, Jeanine, Délégation de l'Union européenne, Chargée de Projet

YVON, Patrick, Agilex Ltd, Conseiller en relations presse

ZERBIB, Romain, SOLAMI, Responsable technique

ANNEXE 2

Le Forum n'a pas comporté de séance formelle d'adoption de conclusions et recommandations. Les points relevés ci-dessous sont davantage apparus du consensus constaté tout au long des trois jours de rencontres.

• Riches en soleil, vent et biomasse mais encore trop dépendantes d'importations d'hydrocarbures coûteux et à effet de serre, les territoires insulaires réunis au sein de la Commission de l'océan Indien (COI) souhaitent poursuivre leur partenariat avec l'Union européenne et l'Agence française de développement en vue de promouvoir les énergies renouvelables et l'efficience énergétique ;

• Ce premier Forum régional des énergies durables dans l'OI a mis en réseau des entreprises, des techniciens, des chercheurs et des institutions, afin de promouvoir la transition énergétique en Indianocéanie ; la COI s'engage à mettre les ressources à sa disposition au service du développement de partenariats entre acteurs de la région et d'au-delà, publics comme associatifs et privés ;

• La COI entend participer aux exercices de vulgarisation des technologies encore peu connues en matière d'exploitation énergétique de la biomasse, du biogaz, des courants marins froids et des différentiels de température à différentes profondeurs d'une étendue marine ou lacustre ;

• Disposer à tout moment d'informations à jour quant au marché des énergies renouvelables et quant aux innovations technologiques, notamment numériques, favorisant leur prévision et leur traçabilité ;

• Encourager et soutenir les audits énergétiques des entreprises, l'électrification rurale, les initiatives pour procurer de l'énergie solaire aux communautés les plus démunies, la conception raisonnée des bâtiments, notamment en matière de confort thermique en zones tropicales ;

• Prévoir dès à présent les moyens à mettre en place et les budgets à réunir afin de maintenir la périodicité annuelle du Forum régional des énergies durables, au-delà de l'édition qui se tiendra à La Réunion, en 2019, dans le cadre encore du programme Energies, financé par le 10e FED.