DE L'ÉLECTRICITÉ VERTE POUR UN MILLION DE RURAUX À MADAGASCAR

FONDATION ÉNERGIES POUR LE MONDE

MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES MINES

Où ? page 6

Pourquoi ? page 16

Comment ? page 20

Combien ? page 32

Quand ? page 38

Annexe des 9 régions page 40

L'énergie
est le moteur du développement...

... et Madagascar n'en manque pas pour devenir une nation prospère.

Madagascar dispose de multiples ressources énergétiques renouvelables : le vent, le soleil, les rivières, les marées, la géothermie ou la biomasse.

Le Programme ***"De l'électricité verte pour un million de ruraux à Madagascar"****, que présente cette brochure, est la première initiative d'envergure nationale en matière de développement des énergies renouvelables locales pour :*

- *apporter l'électricité à plus d'1 million de ruraux dans les 9 régions du sud de l'île ;*
- *améliorer leurs conditions de vie ;*
- *promouvoir l'émergence des activités génératrices de revenus dans ces régions.*

Élaboré conjointement par le ministère de l'Énergie et des Mines et la Fondation Énergies pour le Monde, le Programme s'inscrit dans le cadre du "Madagascar Action Plan 2007-2012" (Engagement 2 - Défi 4).

À la suite d'études préalables de terrain et de concertations, l'ensemble des composantes environnementales, techniques, financières, économiques et sociales du Programme a été défini pour assurer une pérennité de la desserte en énergie électrique et la rentabilité des investissements à mobiliser.

Nous souhaitons que partenaires financiers et économiques nous rejoignent pour faire du monde rural malgache un acteur à part entière de la transformation de Madagascar.

Alain Liébard

Alain LIÉBARD

Président
Fondation Énergies pour le Monde

Rodolphe RAMANANTSOA

Directeur Général de l'Énergie
de Madagascar

DE L'ÉLECTRICITÉ VERTE POUR UN MILLION DE RURAUX À MADAGASCAR

Par où commencer pour mettre en place, à l'échelle régionale, un programme d'électrification rurale décentralisée basé sur les énergies renouvelables ? ***Après 3 ans d'études de terrain, et forte d'une expérience de 10 ans à Madagascar***, la Fondation Énergies pour le Monde a élaboré, en collaboration avec le ministère de l'Énergie et des Mines, le programme "De l'électricité verte pour un million de ruraux à Madagascar". Il vise l'électrification, par l'utilisation des gisements locaux d'énergie, de ***73 communes rurales des 9 régions du sud de l'île***, soit une population cible de plus d'***un million de personnes***.

Développer les énergies renouvelables à Madagascar, situé dans l'océan indien, à 400 km au large du Mozambique, c'est :

➢ ***Accroître le taux d'électrification rurale*** aujourd'hui inférieur à 5 %, alors que 70 % de la population vit en milieu rural, et contribuer au développement social et économique du pays.

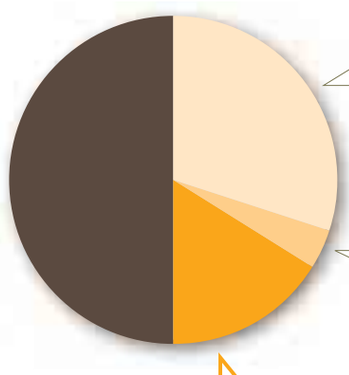
➢ ***Exploiter des sources d'énergie locales*** qui n'alourdissent pas la facture énergétique, et permettre à la population éloignée du réseau électrique des villes de bénéficier d'énergies modernes.

➢ ***Réduire les émissions de gaz à effet de serre et protéger l'environnement malgache***, déjà soumis à rude épreuve.

Le programme en chiffres

Régions cibles	*Nombre de communes cibles*	*Technologie retenue*			*Coût d'investissement (en €)*	*Impacts*			
		Solaire photovoltaïque	*Éolien*	*Micro-hydraulique*		*Nombre de bénéficiaires*	*Nombre d'infrastructures sociales et administratives électrifiées*	*Nombre d'activités économiques développées*	*Nombre de tonnes de CO2 évitées sur 20 ans*
Androy	7	-	7	-	905 000	100 000	65	75	2 300
Anosy	8	-	8	-	2 588 000	110 000	105	175	5 000
Menabe	8	7	1	-	3 242 000	80 000	90	160	6 200
Atsimo Andrefana	13	6	6	1	7 915 000	210 000	240	365	17 000
Haute Matsiatra	10	7	-	3	2 487 000	130 000	155	370	7 300
Ihorombe	2	1	-	1	739 000	30 000	55	105	2 500
Amoron'i mania	10	10	-	-	3 492 000	100 000	120	205	6 000
Atsimo Atsinanana	5	4	-	1	3 300 000	90 000	75	105	5 700
Vatovavy Fitovinany	10	7	-	3	5 332 000	150 000	185	340	13 000
Total	**73**	**42**	**22**	**9**	**30 000 000**	**1 000 000**	**1 090**	**1 900**	**65 000**

➤ ***Les trois technologies renouvelables retenues :***
- ➤ ***le solaire photovoltaïque pour 42 communes ;***
- ➤ ***l'éolien pour 22 communes ;***
- ➤ ***la micro-hydraulique pour 9 communes.***



Subventions / Dons
- ➤ Bailleurs institutionnels
- ➤ Mécènes

15 000 000 € — 50 %

30 % — ***Prise en charge des droits de douane + TVA***
- ➤ État malgache

9 000 000 €

4 % — ***Compensation carbone***

1 200 000 €

16 % — ***Investissements privés - Prêts***
- ➤ Venture philanthropy
- ➤ Investissements à rentabilité limitée
- ➤ Opérateurs privés locaux
- ➤ Investisseurs locaux
- ➤ Fonds d'investissements européens
- ➤ Banques locales

4 800 000 €

Madagascar dispose d'un potentiel d'énergies renouvelables très important et encore peu valorisé, qu'il soit ***solaire, éolien ou hydraulique***.
Pour électrifier les 73 communes cibles, la Fondation a donc retenu, après analyse des gisements énergétiques disponibles, 3 technologies renouvelables décentralisées, associant unités de production et réseau local de distribution.

➤ ***Coût total du programme : 30 millions d'euros.***

Rentabilité visée pour les exploitants régionaux :
- ➤ ***Taux de rentabilité interne de 15 %***
- ➤ ***Temps de retour de 6 ans***

LES POINTS FORTS DU PROGRAMME

- ➤ Il s'appuie sur une expérience de 10 ans de la Fondation Énergies pour le Monde à Madagascar.
- ➤ Il s'inscrit dans les priorités du gouvernement malgache, et est soutenu localement.
- ➤ Il est issu de 3 ans d'études permettant une connaissance très fine des contextes locaux.
- ➤ Le choix des groupes de communes pertinentes s'appuie sur une méthodologie précise et des critères techniques.
- ➤ Les technologies renouvelables retenues sont fiables, adaptées aux contextes locaux et à la demande, et valorisent un gisement local.
- ➤ L'implication d'opérateurs privés garantit une gestion efficace et professionnelle des infrastructures.
- ➤ Le montage financier innovant assure la rentabilité pour l'exploitant et des tarifs abordables pour les clients.
- ➤ Un programme de formation, de suivi et d'accompagnement garantit la pérennité des infrastructures.
- ➤ Le bénéfice de l'électrification pour des applications domestiques, sociales et économiques permet un vrai développement des communes cibles.

Le dimensionnement technique précis de ces infrastructures ainsi que le calcul des coûts d'investissement et d'exploitation ont été réalisés par la Fondation.

Le paiement du service électrique par les usagers et un montage financier innovant, associant investissements privés et publics, permet à des sociétés privées régionales d'exploiter ces infrastructures en dégageant une ***rentabilité significative***.
Cette exploitation privée est gage d'efficacité, de professionnalisme et donc de pérennité des installations.

Les impacts pour Madagascar d'un tel programme seront très importants :
- ➤ ***impact social*** avec l'électrification d'écoles et de centres de santé, permettant d'améliorer le niveau scolaire et la qualité des soins ;
- ➤ ***impact économique*** avec le développement de nouvelles activités (commerces, conservation et transformation de produits agricoles, artisanat) ;
- ➤ ***impact environnemental*** avec plus de 65 000 tonnes de CO2 évitées sur 20 ans.

La Fondation et ses partenaires malgaches, le ministère de l'Énergie et des Mines et les responsables des 9 régions concernées, mettront en œuvre toutes leurs compétences pour accompagner la réalisation de ce programme et sécuriser les investissements engagés.

➤ ***Objectif : électrifier des écoles et centres de santé, développer de nouvelles activités économiques et réduire les émissions de gaz à effet de serre.***

NEUF PROGRAMMES RÉGIONAUX À FINANCER

RÉGION DE MENABE

Sources d'énergie renouvelable utilisées :
- ➤ 7 centrales solaires d'une puissance totale de 194 kWc
- ➤ une centrale éolienne d'une puissance de 63 kW

Coût d'investissement : 3,2 millions d'euros, dont 495 000 € seront à financer par des investisseurs privés

Nombre de communes concernées : 8
Ampanihy, Analaiva, Ankotrofotsy, Anosimena, Belo-sur-Mer, Beroboka, Isalo, Tsimafana

Nombre d'abonnés : 2 000

Nombre de bénéficiaires : 80 000

Taux d'électrification rurale avant programme : moins de 1 %

Taux d'électrification rurale après programme : 18 %

RÉGION D'ATSIMO ANDREFANA

Sources d'énergie renouvelable utilisées :
- ➤ une microcentrale hydraulique d'une puissance de 120 kW
- ➤ 6 centrales éoliennes d'une puissance totale de 561 kW
- ➤ 6 centrales solaires d'une puissance totale de 206 kWc

Coût d'investissement : 7,9 millions d'euros, dont 1,7 M€ seront à financer par des investisseurs privés

Nombre de communes concernées : 13
Ambohimahavelona, Analamisampy, Andranohinaly, Antanimieva, Befandriana, Belalanda, Bezaha, Ifaty, Mangily, Mahaboboka, Manombo, Soalara, Saint-Augustin

Nombre d'abonnés : 6 300

Nombre de bénéficiaires : 210 000

Taux d'électrification rurale avant programme : 6 %

Taux d'électrification rurale après programme : 20 %

RÉGION D'ANDROY

Sources d'énergie renouvelable utilisées :
- ➤ 7 centrales éoliennes d'une puissance totale de 71 kW

Coût d'investissement : 0,9 million d'euros, dont 100 000 € seront à financer par des investisseurs privés

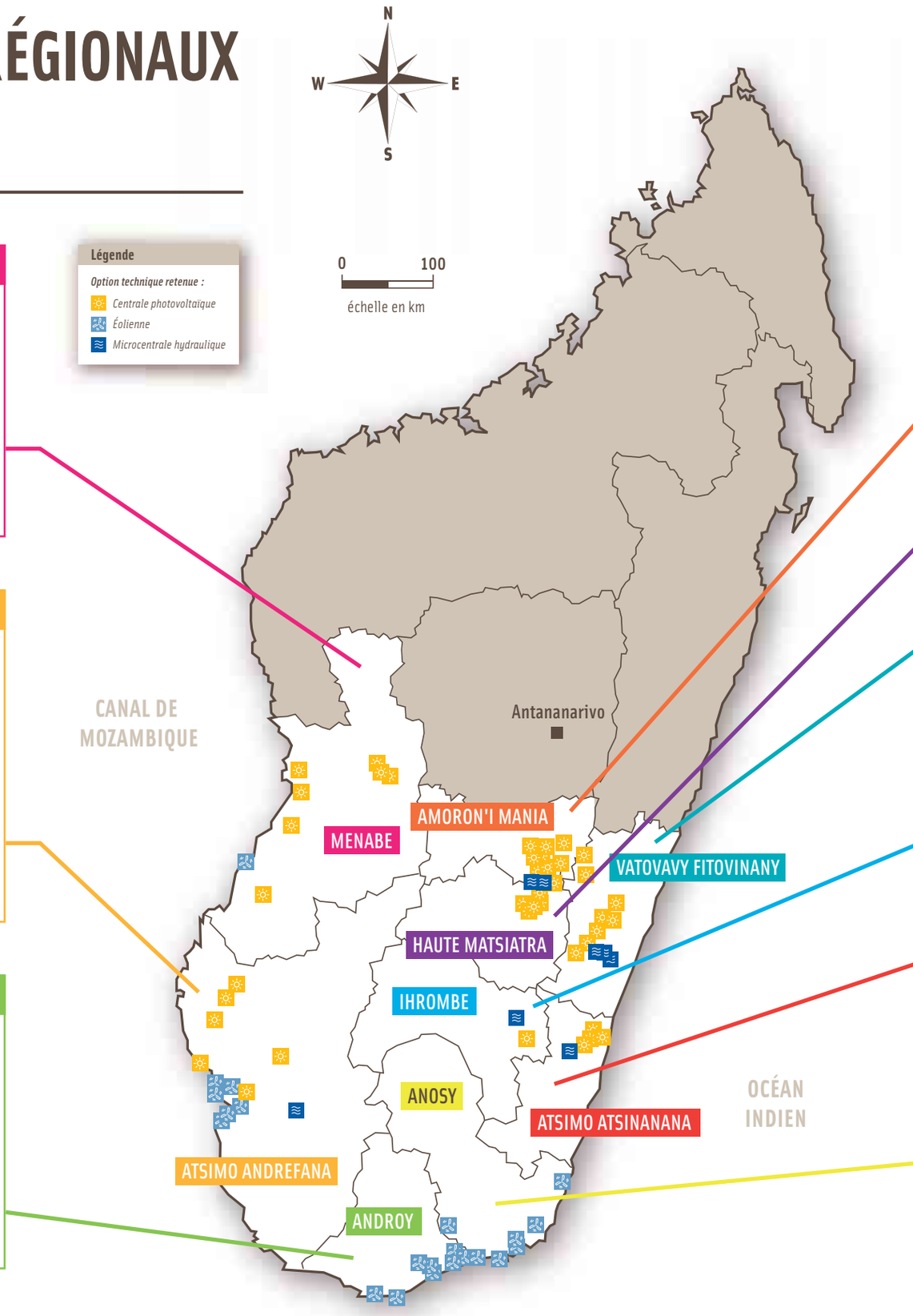
Nombre de communes concernées : 7
Ambonaivo, Ankilikira, Faux-Cap, Marovato, Ambondro, Erada, Maroalomainty

Nombre d'abonnés : 800

Nombre de bénéficiaires : 100 000

Taux d'électrification rurale avant programme : 1 %

Taux d'électrification rurale après programme : 15 %



RÉGION D'AMORON'I MANIA

Sources d'énergie renouvelable utilisées :
➤ 10 centrales solaires d'une puissance totale de 251 kWc

Coût d'investissement : 3,5 millions d'euros dont 400 000 € seront à financer par des investisseurs privés

Nombre de communes concernées : 10
Ambatofitorahana, Ambatomarina, Ambanindrano, Ambohimahazo, Anjoman'ankona, Anjoma-Nandhizana, Antoetra, Ivony, Marosoa, Vinany-Andakatany

Nombre d'abonnés : 2 000

Nombre de bénéficiaires : 100 000

Taux d'électrification rurale avant programme : 10 %

Taux d'électrification rurale après programme : 29 %

RÉGION DE HAUTE MATSIATRA

Sources d'énergie renouvelable utilisées :
➤ 7 centrales solaires d'une puissance totale de 135 kWc
➤ une microcentrale hydraulique d'une puissance de 150 kW

Coût d'investissement : 2,5 millions d'euros dont 640 000 euros seront à financer par des investisseurs privés

Nombre de communes concernées : 10
Ambatosoa, Ambondrona, Anjoma-Itsara, Befeta, Camp-Robin, Fiadanana, Ikalalao, Sahave, Sahatona, Vohiposa

Nombre d'abonnés : 2 200

Nombre de bénéficiaires : 130 000

Taux d'électrification rurale avant programme : 16 %

Taux d'électrification rurale après programme : 29 %

RÉGION DE VATOVAVY FITOVINANY

Sources d'énergie renouvelable utilisées :
➤ 7 centrales solaires d'une puissance totale de 342 kWc
➤ une microcentrale hydraulique d'une puissance de 160 kW

Coût d'investissement : 5,3 millions d'euros dont 495 000 € seront à financer par des investisseurs privés

Nombre de communes concernées : 10
Ambatofotsy, Ambohimanga, Ambohinihaonana, Androrangavola, Antaretra, Kianjavato, Manampatrana, Sahasinaka, Fenomby, Mahabako

Nombre d'abonnés : 3 700

Nombre de bénéficiaires : 150 000

Taux d'électrification rurale avant programme : 1 %

Taux d'électrification rurale après programme : 9 %

RÉGION D'IHOROMBE

Sources d'énergie renouvelable utilisées :
➤ une centrale solaire d'une puissance de 28 kWc
➤ une microcentrale hydraulique d'une puissance de 80 kW

Coût d'investissement : 0,8 million d'euros dont 215 000 € seront à financer par des investisseurs privés

Nombre de communes concernées : 2
Ivohibe, Maropaika

Nombre d'abonnés : 1 000

Nombre de bénéficiaires : 30 000

Taux d'électrification rurale avant programme : 17 %

Taux d'électrification rurale après programme : 26 %

RÉGION D'ATSIMO ATSINANANA

Sources d'énergie renouvelable utilisées :
➤ 4 centrales solaires d'une puissance totale de 232 kWc
➤ une microcentrale hydraulique d'une puissance de 20 kW

Coût d'investissement : 3,3 millions d'euros dont 445 000 € seront à financer par des investisseurs privés

Nombre de communes concernées : 5
Ambohigogo, Evato, Mahafasa, Mahatsinjo, Tangainony

Nombre d'abonnés : 2 200

Nombre de bénéficiaires : 90 000

Taux d'électrification rurale avant programme : moins de 1 %

Taux d'électrification rurale après programme : 6 %

RÉGION D'ANOSY

Sources d'énergie renouvelable utilisées :
➤ 8 centrales éoliennes d'une puissance totale de 279 kW

Coût d'investissement : 2,6 millions d'euros, dont 310 000 € seront à financer par des investisseurs privés

Nombre de communes concernées : 8
Analapatsy, Ifarantsoa, Ifotaka, Mahatalaky, Manantenina, Sampona, Soanierana, Tanandava

Nombre d'abonnés : 1 800

Nombre de bénéficiaires : 110 000

Taux d'électrification rurale avant programme : 7 %

Taux d'électrification rurale après programme : 21 %

PROGRAMME GLOBAL

Les 3 sources d'énergie renouvelable utilisées :
➤ le solaire photovoltaïque dans 42 communes pour une puissance totale de 1 388 kWc
➤ la micro-hydraulique dans 9 communes pour une puissance totale de 530 kW
➤ l'éolien dans 22 communes pour une puissance totale de 974 kW

Coût d'investissement : 30 millions d'euros dont 4 800 000 euros seront à financer par des investisseurs privés

Nombre de communes concernées : 73

Nombre d'abonnés : 22 000

Nombre de bénéficiaires : 1 000 000

Taux d'électrification rurale avant programme : 5 %

Taux d'électrification rurale après programme : 17 %

Où ?

Le sud de Madagascar

MADAGASCAR, UN PAYS EN DÉVELOPPEMENT

p. 7 ➤ *Fiche d'identité de Madagascar*

➤ *Une politique de développement volontaire*

p. 8 ➤ *Une île, 1 491 communes et 22 régions*

p. 9 ➤ *La décentralisation administrative*

p. 10 ➤ *Le mode de vie des ménages*

LE CONTEXTE ÉNERGÉTIQUE MALGACHE

p. 11 ➤ *Le bilan énergétique actuel*

➤ *L'accès à l'électricité*

p. 12 ➤ *Le secteur de l'électricité*

p. 13 ➤ *Un potentiel d'énergies renouvelables encore peu valorisé*

➤ *L'accès à l'énergie, un enjeu mondial*

73 COMMUNES SÉLECTIONNÉES

p. 14 ➤ *L'identification des communes les plus favorables*

➤ *Trois années d'études*

p. 15 ➤ *La méthodologie Noria*

MADAGASCAR, UN PAYS EN DÉVELOPPEMENT

Lancé par le gouvernement, le "Madagascar Action Plan" vise un service électrique fiable, pérenne et abordable par l'utilisation d'énergies renouvelables

La traction animale est encore utilisée pour le transport de l'eau et des marchandises dans certaines régions du sud de Madagascar.

Fiche d'identité de Madagascar

Située à 400 km au large du Mozambique, dans l'océan Indien, cette île est un peu plus grande que la France métropolitaine, mais plus de trois fois moins peuplée. 70 % de la population vit en zone rurale.

Malgré une croissance d'environ 5 % par an depuis 10 ans, Madagascar fait partie des pays les plus pauvres du monde.

Capitale : Antananarivo

Superficie : 587 000 km²

Nombre d'habitants : 18 millions (en 2005)

Densité de population : 30,73 habitants/km²

Président : Marc Ravalomanana, élu en 2006 pour 5 ans

Langues officielles : malgache, français, anglais

Monnaie : l'ariary (1 euro = 2 300 ariary)

Régime politique : système démocratique présidentiel

Taux d'alphabétisation : 65 % en zone urbaine, 31 % en zone rurale

PIB/hab : 314 USD (en 2006)

Sources : ministère de l'Économie malgache

Une politique de développement volontaire

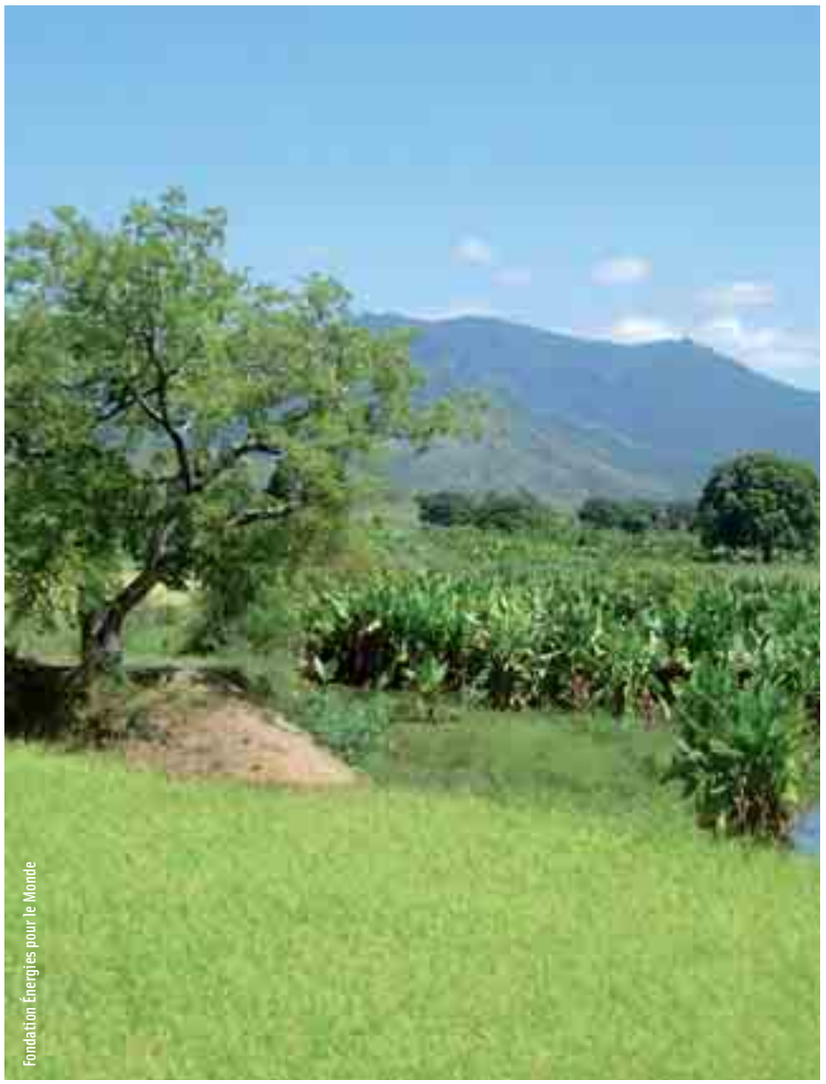
Dans la lignée du document stratégique de réduction de la pauvreté, mis en place en 1999 à l'initiative du Fonds monétaire international (FMI), le gouvernement malgache a lancé, pour la période 2007-2012, le "Madagascar Action Plan" (Map). Il vise à favoriser le développement économique et à réduire la pauvreté sur l'île.

Le développement des infrastructures et du monde rural ainsi que la protection de l'environnement font partie de l'Engagement 2 - Défi 4 du Map. Le ministère de l'Énergie et des Mines y a inscrit la disponibilité d'un service électrique fiable, pérenne et abordable par l'utilisation des énergies renouvelables.

Le Map oblige également les communes à établir des plans locaux de développement, eux-mêmes compris dans des plans régionaux, et qui fixent les priorités de développement sur une période de cinq ans. ***La mise en place d'un programme d'électrification rurale par les énergies renouvelables s'inscrit bien dans cette volonté politique.***

Une île, 1 491 communes et 22 régions

Madagascar compte 22 régions et 1 491 communes qui regroupent chacune plusieurs villages. Le programme "De l'électricité verte pour un million de ruraux à Madagascar" cible les 9 régions de la moitié sud de l'île. Ces régions présentent des contextes très variés tant au niveau géographique (zones montagneuses, côtières, plaines, plateaux…), que climatique (climat tropical océanique ou de montagne), ou encore économique (activités agricoles, élevage, pêche, commerce, artisanat…).



Fondation Énergies pour le Monde

L'île de Madagascar présente des reliefs et des climats variés, sources d'une grande biodiversité.

Dans les Hautes Terres, région centrale de Madagascar, les énergies solaire, hydraulique et issue de la biomasse sont abondantes.

La politique de décentralisation offre aux Régions et aux Communes la possibilité de participer activement à un programme d'électrification à l'échelle régionale, ce qui représente un atout pour la mise en place et l'accompagnement du projet.

La décentralisation administrative

Un processus de décentralisation administrative est en cours. ***En 2004***, des domaines de compétence particuliers ont été attribués aux Régions, devenues à la fois collectivités territoriales décentralisées et circonscriptions administratives. Ceux-ci comprennent :

- l'établissement de programmes cadres régionaux de développement économique et social ;
- l'établissement de schémas régionaux d'aménagement du territoire (eau et assainissement, route et électrification) ;
- le cadrage et la programmation des actions d'envergure régionale ;
- la gestion des infrastructures routières et sanitaires ;
- la gestion à son niveau des risques et catastrophes naturelles.

Les Communes travaillent en collaboration avec les Régions, sans connotation hiérarchique, pour coordonner et promouvoir les travaux des divers acteurs menés sur leurs territoires.
Les autorités au sein d'une commune se divisent en deux catégories :

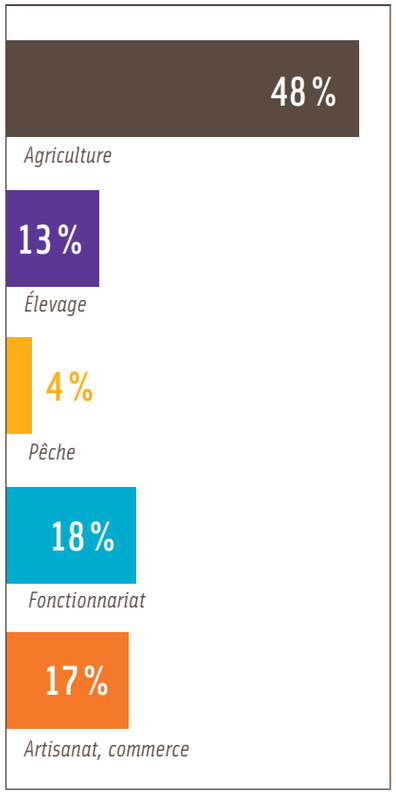
- ***les autorités administratives :*** le maire, élu, est chargé de la gestion et du développement de la commune (sous le contrôle des conseillers communaux), et le délégué d'arrondissement administratif (DAA) représente l'État dans la commune.
- ***les autorités traditionnelles :*** le Hazomanga (chef de clan) intervient lors des événements traditionnels et dans la vie sociale des habitants.

Ces deux entités travaillent en bonne entente dans un souci de développement de leur commune.
Les relations sociales dans les communes sont bonnes. Diverses ethnies et confessions religieuses (catholiques, protestantes…) se côtoient. Les autorités des villages d'une même commune se réunissent régulièrement afin de discuter de la gestion des terres, de l'eau et des programmes de développement.

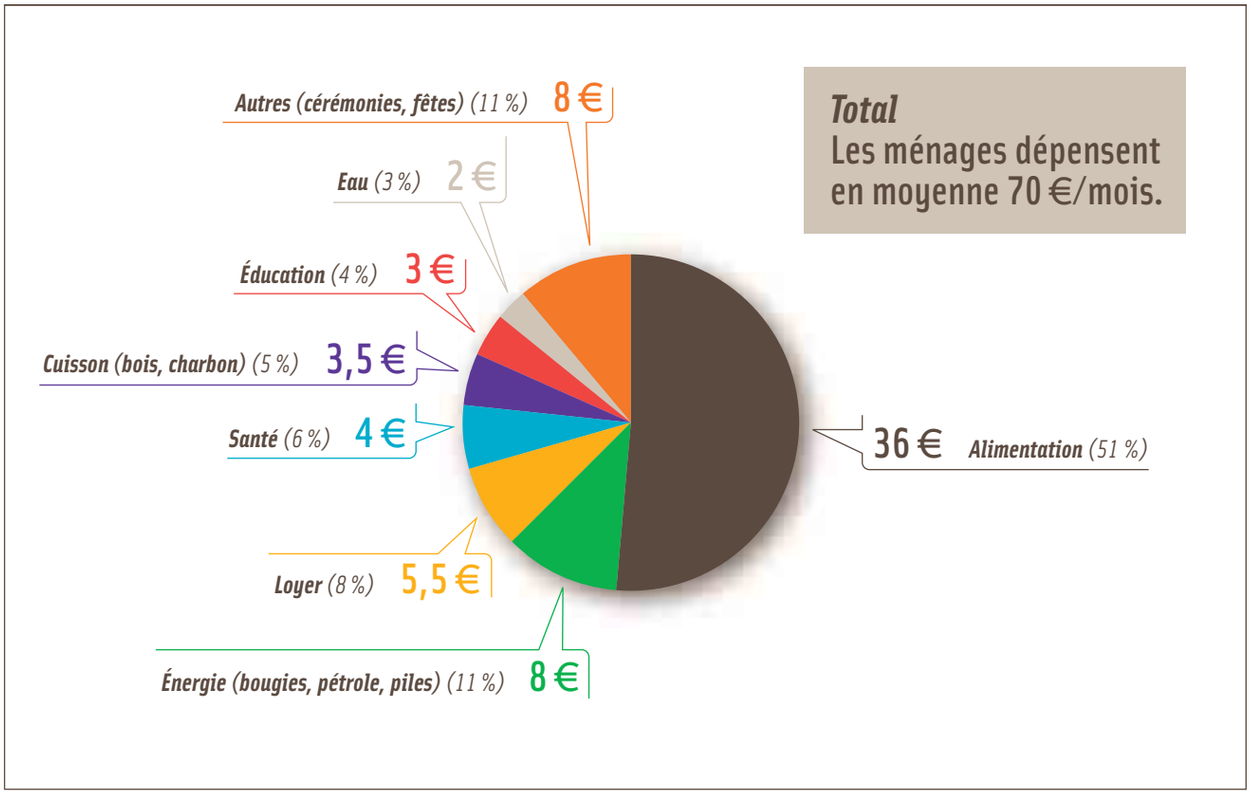
Dans les régions côtières, les activités liées à la pêche peuvent être développées grâce à l'électricité.

En zone rurale, les Malgaches construisent leur habitation principalement en terre ou en paille.

Les activités de la population active



Répartition des dépenses mensuelles des ménages dans les communes cibles



L'énergie est le deuxième poste de dépense d'un foyer, avec 8 € par mois en moyenne (sur un budget de 70 €), pour l'achat de pétrole, de bougies ou encore de piles.

Le mode de vie des ménages

Les études menées par la Fondation pendant 3 ans ont permis de mieux comprendre comment vivent les Malgaches dans les 9 régions ciblées par le programme. L'activité principale est ***l'agriculture***. Les ménages logent principalement dans des habitations modestes, de ***3 pièces en moyenne***, construites en terre et en paille essentiellement. Le budget est, le plus souvent, géré par la mère de famille.

Un ménage dépense 70 euros par mois en moyenne, dont la moitié pour l'alimentation.
95 % des familles déclarent disposer d'économies chaque mois. ***L'épargne*** peut se présenter sous forme de volailles ou de têtes de bétail, et d'argent.
Les économies servent soit à faire face aux périodes difficiles, soit pour l'achat de terrain et le développement de l'exploitation agricole ou commerciale.

Les différents types d'habitat

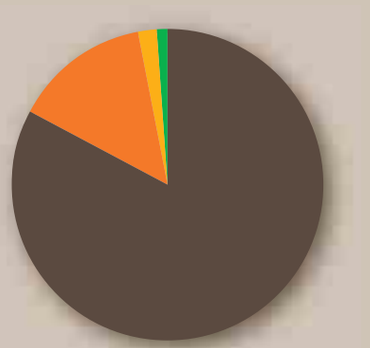
	Habitat supérieur	*Habitat moyen*	*Habitat modeste*
Mur	Brique, parpaing	Bois	Terre
Toit	Tôle	Bois, tôle	Paille
% de ménages	20 %	10 %	70 %

LE CONTEXTE ÉNERGÉTIQUE MALGACHE

Le bilan énergétique actuel

La consommation énergétique par habitant est de 0,2 tep/an, parmi les plus faibles du monde, la moyenne mondiale étant de 1,6 tep/an. Elle repose pour le moment essentiellement sur l'utilisation du bois et de ses dérivés, ce qui a fortement contribué à la déforestation : la couverture forestière de l'île a diminué de près de 40 % entre 1950 et 2000.

Les postes de consommation énergétique à Madagascar



- 83 % *Biomasse*
- 14 % *Pétrole*
- 1 % *Électricité*
- 2 % *Charbon minéral*

L'électrification dans les 9 régions du programme

Régions cibles	*Nombre de communes*	*Nombre de communes électrifiées*	*Taux d'électrification*	*Taux d'électrification rurale*
Androy	62	4	8 %	1 %
Anosy	61	7	11 %	7 %
Menabe	50	5	10 %	1 %
Atsimo Andrefana	105	14	13 %	6 %
Haute Matsiatra	81	17	21 %	16 %
Ihorombe	26	7	27 %	17 %
Amoron'i mania	55	9	16 %	10 %
Atsimo Atsinanana	90	5	6 %	1 %
Vatovavy Fitovinany	132	7	5 %	1 %
Total ou moyenne	**662**	**75**	**12 %**	**5 %**

L'accès à l'électricité

LE TAUX D'ÉLECTRIFICATION

En 2006, le taux de couverture nationale en électricité à Madagascar est d'environ 28 % et de 12 % dans les 9 régions cibles du programme. ***En zone rurale, où vit 70 % de la population, le taux d'électrification n'est plus que de 5 %.***

LA PUISSANCE INSTALLÉE

Une puissance totale de 308 MW est installée dans le pays fin 2006. 66 % de la production d'électricité sont fournis par les ***centrales hydrauliques*** et le tiers restant provient des ***centrales thermiques***.

Le secteur de l'électricité à Madagascar

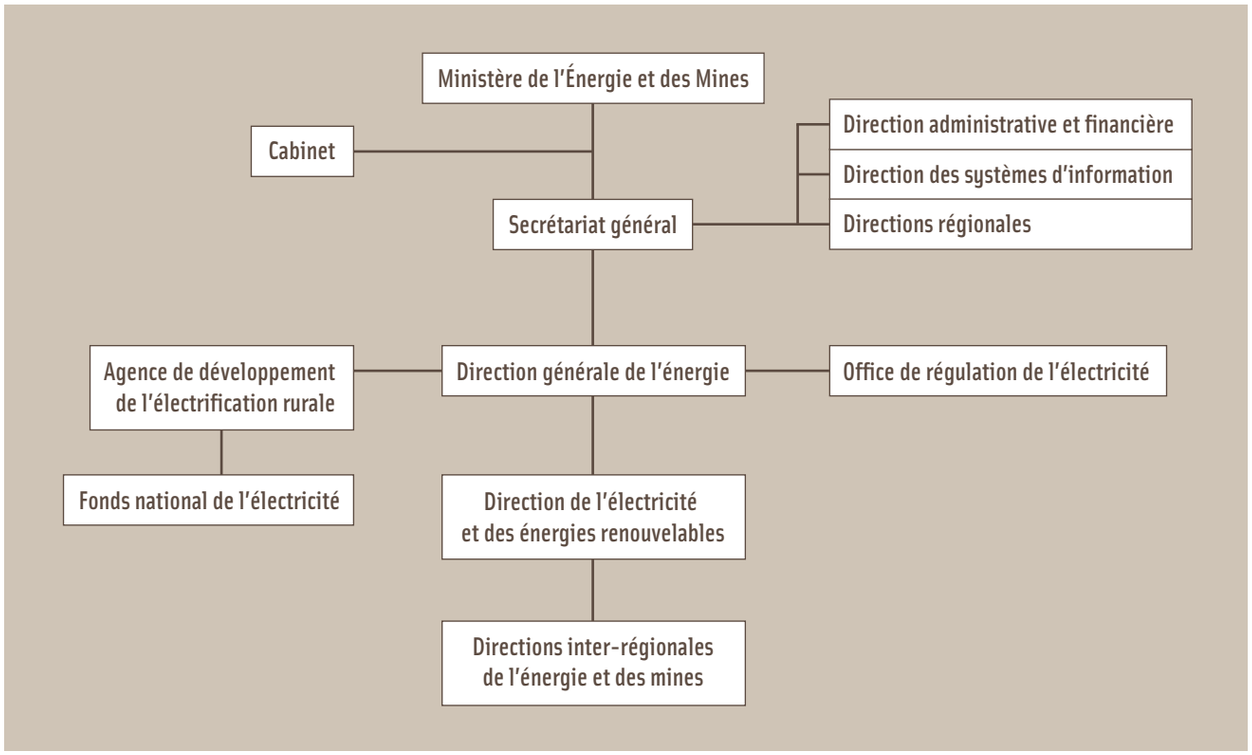
La Jirama, la compagnie nationale d'électricité et d'eau créée en 1975, est chargée de distribuer l'électricité sur tout le territoire à un prix abordable pour ses abonnés. Elle gère l'ensemble des infrastructures. Cependant, de faibles capacités d'investissement ainsi que le nécessaire renouvellement de son parc de production ne lui permettent plus, depuis quelques années, d'assurer l'électrification de l'ensemble du pays, et notamment des zones rurales.
Le gouvernement malgache a donc mis en place un cadre législatif attractif pour de nouveaux opérateurs privés d'électricité. ***En 1999, l'État a ainsi voté la loi sur la libéralisation du secteur de l'électricité*** avec notamment comme objectif le développement des productions indépendantes d'électricité, la promotion de la concurrence, le développement de partenariats public-privé, et l'approvisionnement fiable et durable des zones rurales. ***L'objectif du gouvernement est d'atteindre un taux d'accès à l'électricité de 10 % en milieu rural d'ici 2011 et de substituer des sources d'énergies conventionnelles par les ressources renouvelables à hauteur de 3 % de la consommation totale d'énergie d'ici 2012.***

Depuis cette réforme, 19 opérateurs privés fournissent de l'électricité à une quarantaine de communes en zone rurale, soit près de 20 % des communes électrifiées de l'île. Mais cette énergie, essentiellement basée sur l'utilisation de groupes électrogènes, ne répond ni aux capacités financières de la population, ni aux contraintes liées à l'éloignement des sites, ni aux exigences environnementales. L'augmentation des coûts du combustible met par ailleurs en péril leur viabilité financière. Un approvisionnement en électricité basé sur l'utilisation des énergies renouvelables permet d'éviter ces difficultés et se situe de plus dans la droite ligne de la réforme du secteur souhaité par l'État malgache.

« Les énergies renouvelables représentaient il y a dix ans 75 % de la production d'électricité, mais elles sont passées à 35 % aujourd'hui ! Faute de pouvoir faire les investissements nécessaires, on a eu recours à l'électricité thermique, moins chère à mettre en œuvre et plus vite rentabilisée, qui représente actuellement 65 % de la production électrique malgache. Cependant, le maintien de tarifs de consommation constants se heurte à la hausse du coût des produits pétroliers… Notre intention est donc d'exploiter les énergies renouvelables à la hauteur des moyens dont nous disposons ; l'objectif est de faire progresser de dix points la part des énergies renouvelables d'ici à 2020. »

Rodolphe Ramanantsoa,
directeur général de l'Énergie de Madagascar

Les instances administratives du secteur de l'électricité



*Le **ministère de l'Énergie et des Mines** est responsable du secteur de l'électricité, de la coordination et de la promotion de son développement, à travers les actions menées par la **Direction de l'électricité et des énergies renouvelables (DEER)** et ses **Directions interrégionales de l'énergie et des mines (DIRMEM)**. L'**Agence de développement de l'électrification rurale (ADER)** est chargée de mettre en œuvre la politique de l'État en matière d'accès à l'électricité en milieu rural, et l'**Office de régulation de l'électricité (ORE)** des relations entre les opérateurs et leurs clients, principalement.*

Un potentiel d'énergies renouvelables encore peu valorisé

Les énergies solaire, éolienne ou hydraulique sont disponibles à Madagascar. Le potentiel hydraulique est estimé à 7 800 MW, or seuls 105 MW sont pour le moment exploités. L'île bénéficie d'un gisement solaire de 2 000 kWh/m².an et d'un ensoleillement supérieur à 2 800 heures par an sur toutes les régions du pays. Enfin, le potentiel éolien est conséquent avec une vitesse de vent moyenne de 6 à 9 m/s à 50 mètres de hauteur. Il existe également quelques ressources d'énergie géothermique, et la valorisation de la biomasse issue des déchets agricoles et agro-industriels est possible.

Malgré la disponibilité des ressources en énergies renouvelables et un cadre législatif désormais clair et favorable, peu de programmes ont été mis en place pour leur utilisation. Ce faible développement est d'abord lié aux ressources limitées du secteur public pour répondre à la demande en énergie. Les budgets disponibles ne permettent pas de supporter l'investissement initial important d'une électrification par énergies renouvelables. Malgré l'intérêt que ces dernières suscitent, il n'existe pas, pour le moment, de mesures incitatives assez fortes et de données suffisantes sur les gisements énergétiques pour encourager véritablement les investisseurs privés locaux dans cette voie, compte tenu des incertitudes en terme de rentabilité. ***L'absence de méthodologie pour le montage de programmes d'électrification rurale décentralisée est également un obstacle à la mise en place de projets d'envergure.*** Enfin, les connaissances et compétences des acteurs locaux concernant l'énergie en milieu rural et les énergies renouvelables sont souvent limitées aux aspects théoriques.
Malgré ces freins, plusieurs opérations ponctuelles d'électrification par énergies renouvelables ont été menées à Madagascar. La Fondation Énergies pour le Monde a porté des projets d'électrification avec une microcentrale hydraulique ou des panneaux solaires photovoltaïques, des opérateurs privés se sont lancés dans l'exploitation de microcentrales hydrauliques pour l'alimentation de localités rurales, et une éolienne a été mise en place pour l'électrification d'un village dans le nord du pays.

« À Madagascar, tout le monde a pris conscience de l'intérêt des énergies renouvelables, particulièrement avec la hausse du prix du pétrole de 2002 à 2008. Le pays cherche à exploiter son énorme potentiel dans le domaine, mais a besoin d'être appuyé par des organismes capables de réaliser des études préalables et de proposer des projets concrets. »

Nicolas Guichard,
expert à la Fondation Énergies pour le Monde

Sans électricité, le travail scolaire se fait à la lueur, de mauvaise qualité, de lampes à pétrole. L'émission de fumées est préjudiciable à la santé des enfants.

L'accès à l'énergie, un enjeu mondial

Deux milliards de personnes dans le monde n'ont pas accès à l'électricité. Pourtant, l'électricité n'est pas un simple service de confort. Elle permet également d'avoir accès à l'eau potable, à des services de soins plus efficaces, favorise la croissance des activités artisanales ou industrielles et l'information des populations via la radio ou la télévision. ***L'énergie joue un rôle primordial pour accélérer le développement des pays les plus pauvres du monde. Or ces pays consomment principalement des énergies d'origine fossile, dont les prix ne cessent d'augmenter.***
Aujourd'hui, l'usage de technologies utilisant les renouvelables en milieu rural est compétitif face aux solutions conventionnelles.

L'impact des énergies fossiles sur l'environnement et le changement climatique a été clairement établi depuis la conférence de Kyoto en 1997.
L'augmentation de la concentration de CO_2 dans l'atmosphère est en effet principalement due à l'utilisation d'énergies fossiles.
La situation actuelle nécessite donc de développer des énergies alternatives ayant un impact limité sur l'environnement.

Le programme "De l'électricité verte pour un million de ruraux à Madagascar" s'inscrit donc dans un cadre international favorable, pour répondre à la hausse des coûts des énergies fossiles et à leurs impacts sur le changement climatique.

73 COMMUNES SÉLECTIONNÉES

L'identification des communes les plus favorables

Pour faire avancer véritablement l'électrification rurale à Madagascar et répondre aux besoins du pays, un changement d'échelle s'impose.

Après l'électrification ponctuelle d'un village ou d'infrastructures communautaires, il est à présent indispensable de développer des projets d'ampleur régionale. Mais par quelles zones commencer ?

Il est nécessaire d'identifier les groupes de communes les plus favorables pour proposer des projets rentables, les plus pérennes techniquement et financièrement, tout en impliquant les décideurs régionaux et les acteurs locaux. ***Objectif : limiter les risques et maximiser la viabilité pour convaincre les bailleurs, les investisseurs et les opérateurs privés de s'engager dans ce nouveau secteur d'activité.***

LES CARACTÉRISTIQUES DES COMMUNES RETENUES POUR LE PROGRAMME

- 13 000 habitants en moyenne
- Situées à 30 km du réseau électrique en moyenne
- Présence de gisements d'énergies renouvelables
- Accessibles toute l'année
- Économiquement dynamiques (marchés, commerces, artisans)
- Cohésion sociale et stabilité politique assurées

« De l'atelier de lancement en 2005 jusqu'au séminaire final, les Régions ont été présentes et parties prenantes du projet, permettant de mener à bien un travail d'études de grande envergure. Tous les acteurs locaux ont été associés aux différentes étapes de la démarche Noria et ont validé les choix importants. Chacun d'entre eux est aujourd'hui prêt à tout mettre en œuvre pour la bonne réalisation du programme et la sécurisation des investissements qui seront réalisés. »

Nicolas Guichard,
expert à la Fondation Énergies pour le Monde

Trois années d'études de terrain

À Madagascar, les neuf régions du sud de l'île ont fait l'objet de trois années d'études entre 2005 et 2008, afin de déterminer quelles étaient les communes favorables pour une électrification rurale basée sur les énergies renouvelables. Menées dans le cadre du projet PEPSE (lire ci-dessous), ***ces études ont porté sur plus de 500 communes non électrifiées.***

La collecte des données au niveau régional a d'abord permis de recenser :

- les infrastructures de santé, d'eau, d'éducation et d'électricité ;
- les programmes et organismes de développement rural ;
- les données géographiques, démographiques, socio-économiques ;
- les priorités des acteurs du développement et des responsables politiques pour l'électrification.

La représentation cartographique de ces informations a permis une analyse du contexte général (démographie, économie, risques naturels ou sociaux…), du contexte énergétique (ressources, communes déjà électrifiées…), et la prise en compte des priorités des acteurs locaux pour l'électrification.
Le croisement des cartes obtenues ainsi que les discussions avec les acteurs locaux ont abouti à l'identification de zones d'intérêt prioritaires dans chaque région, représentant un total de 103 communes où un programme d'électrification serait viable.

Les analyses plus poussées de chaque commune en particulier ainsi que des ressources disponibles en énergies renouvelables, conjuguées à des enquêtes auprès de la population, ont par la suite affiné cette première sélection. ***Les études ont débouché sur l'identification de 73 communes, réparties dans les 9 régions, dans lesquelles l'installation de systèmes d'énergies renouvelables est viable techniquement et économiquement.***
La dernière étape, à partir de cette sélection, a consisté à élaborer les modalités techniques, organisationnelles et financières de 9 programmes d'électrification régionaux.

Des groupes de communes proches les unes des autres ont été retenus afin de faciliter la gestion des infrastructures et de diminuer les coûts.

Les partenaires de l'étude PEPSE

L'étude "Poverty Eradication and Planning of Sustainable Energy" (PEPSE) a été réalisée de 2005 à 2008 et menée en partenariat par ***la Fondation Énergies pour le Monde, l'université de Magdebourg en Allemagne et la Direction générale de l'énergie de Madagascar****, dans le cadre du programme européen COOPENER.*
PEPSE a permis l'élaboration du programme ***"De l'électricité verte pour un million de ruraux à Madagascar".***
Les études PEPSE ont été possibles grâce aux financements conjoints de :

Intelligent Energy Europe
DG Tren Programme Coopener

ADEME
Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie

EDF

TOTAL

Année 1

Année 2

Année 3

COLLECTE DE DONNÉES AUPRÈS DES ACTEURS NATIONAUX ET RÉGIONAUX

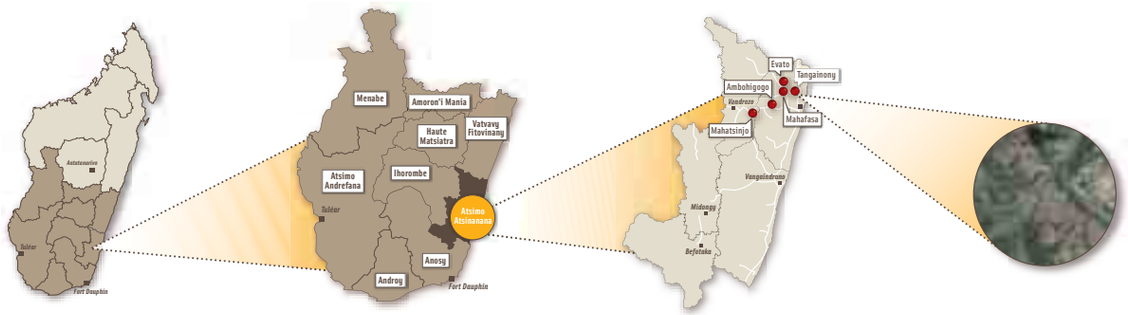
Base de données nationale

Intégration dans le Système d'Information Géographique

Base de données régionale

DÉFINITION DES CRITÈRES DE SÉLECTION ADAPTÉS AU CONTEXTE ET VALIDATION PAR LES AUTORITÉS OU LES ÉLUS LOCAUX

SÉLECTION DE ZONES PRIORITAIRES PAR ANALYSE ET CROISEMENT DES DONNÉES



COLLECTE DES DONNÉES GÉNÉRALES SUR L'ENSEMBLE DES COMMUNES DES ZONES D'INTÉRÊT PRIORITAIRES

Base de données villageoise

Intégration dans le Système d'Information Géographique

CLASSIFICATION, HIÉRARCHISATION ET VALIDATION PAR LES AUTORITÉS OU LES ÉLUS LOCAUX

ENQUÊTE AUPRÈS D'UN ÉCHANTILLON REPRÉSENTATIF D'USAGERS POTENTIELS

Résultats des enquêtes usagers

Intégration dans le Système d'Information Géographique

ÉLABORATION DES MODALITÉS DE RÉALISATION ET DÉFINITION DE PROGRAMMES D'ÉLECTRIFICATION RURALE DÉCENTRALISÉE

Modalités techniques

Modalités organisationnelles

Modalités financières

DOCUMENT DE PROGRAMME SOUMIS À DES BAILLEURS DE FONDS ET INVESTISSEURS POTENTIELS

I. ANALYSE DES CONTEXTES NATIONAUX ET RÉGIONAUX

- *institutionnel*
- *fiscal*
- *réglementaire*
- *douanier*
- *économique*
- *sociologique*
- *politique*
- *etc.*

II. ANALYSE DES CONTEXTES COMMUNAUX

- *accessibilité*
- *densité*
- *gisement énergétique*
- *dynamisme local*
- *etc.*

III. ÉTUDE DE MARCHÉ

- *activités économiques*
- *demandes des usagers*
- *capacités de paiement*
- *compétences*
- *besoins en énergie*
- *etc.*

La méthodologie Noria

Pour identifier les communes favorables, la Fondation Énergies pour le Monde a développé un logiciel expert baptisé Noria (Nouvelles orientations pour la réalisation d'investissements adaptés).

Celui-ci est composé :

- d'***un ensemble de bases de données***, qui permettent de stocker et d'organiser toutes les informations recueillies, notamment sur le terrain, par modules thématiques ;
- d'***un logiciel cartographique*** qui permet de superposer sur une même carte les données collectées, de croiser les critères de sélection et de délimiter des zones de faisabilité de programmes d'électrification rurale décentralisée viables ;
- d'***un logiciel de calculs***, qui permet de définir les options techniques, financières et organisationnelles optimisant le programme d'électrification rurale décentralisée choisi.

L'expérience de la Fondation Énergies pour le Monde

La Fondation Énergies pour le Monde a déjà appliqué la méthodologie Noria au Sénégal, au Burkina-Faso, ainsi que dans plusieurs pays en Asie.

Pourquoi ?

Un impact très fort pour Madagascar

LES DIFFÉRENTS IMPACTS ATTENDUS

p. 17 ➤ *Les impacts sociaux*

p. 18 ➤ *Les impacts économiques*

➤ *Les impacts environnementaux*

DOUBLER LE NOMBRE DE COMMUNES ÉLECTRIFIÉES

p. 19

LES DIFFÉRENTS IMPACTS ATTENDUS

Les services rendus par l'électricité dans la lutte contre la pauvreté et pour le développement sont nombreux. Ils interviennent tant sur le plan social, qu'économique ou environnemental.

Les impacts sociaux

ÉDUCATION

L'équipement des écoles offre de meilleures conditions de travail aux élèves, qui bénéficient de l'éclairage après la tombée du jour et d'outils audiovisuels éducatifs (ordinateur, imprimante…) et aux professeurs pour la préparation des cours. La qualité de l'enseignement s'en trouve améliorée, et les taux de fréquentation et de réussite scolaire augmentent. ***À la maison, un meilleur éclairage permet aux enfants de faire leurs devoirs dans de bonnes conditions.***

SANTÉ

Dans les centres de santé, la conservation au froid des médicaments et des vaccins, l'utilisation d'équipements médicaux électriques ou encore l'éclairage correct des salles d'opération permettent d'améliorer les conditions de soins et de diminuer la mortalité infantile. À la maison, l'électricité provoque moins d'accidents domestiques que le pétrole lampant ou les bougies, et permet d'éviter aux enfants d'inhaler les fumées des combustibles. 17 % des décès des enfants de moins de cinq ans sont en effet dus à des infections respiratoires, causées par l'utilisation des lampes à pétrole.

ACCÈS À L'EAU PROPRE

La mécanisation du pompage améliore la qualité de l'eau et réduit les risques de maladie. La grande fiabilité des équipements limite les temps d'arrêt et les risques de pénurie.

SÉCURITÉ

L'éclairage public favorise la lutte contre l'insécurité, notamment en réduisant le nombre de vols. La sécurité est d'ailleurs le bénéfice de l'électricité le plus souvent cité par la population. Le vol de bétail, particulièrement fréquent à Madagascar, est fortement réduit par la présence de la lumière électrique.

ACCÈS À L'INFORMATION

L'électrification donne aux ménages l'accès aux informations via la radio ou la télévision. La recharge sur place des téléphones portables facilite leur usage et les liens avec l'extérieur. Enfin, des cybercafés peuvent être installés, ouvrant le champ de l'utilisation d'Internet.

ÉGALITÉ DES GENRES

Le confort domestique et les conditions de vie sont largement améliorés, notamment pour les femmes. L'électricité allège la charge de travail des tâches ménagères. Elle permet de développer des activités artisanales domestiques génératrices de revenus pouvant être effectuées par les femmes, telles que la vannerie, le petit maraîchage, la petite restauration, la couture…

L'expérience de la Fondation Énergies pour le Monde

TRENTE DISPENSAIRES ÉLECTRIFIÉS

En 1997, la Région Languedoc-Roussillon demande à la Fondation Énergies pour le Monde d'assurer la maîtrise d'ouvrage d'un projet visant à électrifier une trentaine de dispensaires dans la province de Fianarantsoa, au sud d'Antananarivo. La solution photovoltaïque est privilégiée. Elle permet d'offrir à ces établissements à la fois l'éclairage nécessaire aux salles de soins et d'accouchements, mais aussi la réfrigération, indispensable à la conservation des vaccins et des médicaments. L'impact de ce projet pilote a été jugé très important par les autorités malgaches, qui ont, par la suite, lancé des programmes similaires avec d'autres partenaires financiers.

L'électricité dans les centres de santé permet d'améliorer la qualité des soins et la sécurité des interventions chirurgicales.

L'expérience de la Fondation Énergies pour le Monde

DES POMPES SOLAIRES POUR 12 VILLAGES

La Fondation a mis en place, également en 1997, mais dans la région Androy, à l'extrême sud du pays, un autre projet s'appuyant sur le solaire photovoltaïque. Objectif de ce programme : remplacer l'approvisionnement en eau potable effectué par camion-citerne ou groupe électrogène de pompage par des pompes solaires dans douze villages fréquemment touchés par la sécheresse. Le programme s'est achevé en 2006, permettant à 17 000 personnes de bénéficier d'une eau de bonne qualité, pour un coût de fonctionnement inférieur à celui des solutions précédemment utilisées. La meilleure qualité de l'eau a eu un impact très fort sur la santé de la population, réduisant notamment le taux de mortalité infantile.

Les impacts économiques

RÉDUCTION DE LA FACTURE ÉNERGÉTIQUE
Le coût des services rendus (éclairage, radio, télévision, etc.) par l'électricité d'origine renouvelable est inférieur à celui de l'utilisation du pétrole lampant et des piles. ***La facture énergétique d'un foyer est réduite d'environ 20 %.***

ACCROISSEMENT DU TEMPS DISPONIBLE
Les activités domestiques, commerciales et artisanales peuvent être poursuivies après la tombée du jour grâce à l'éclairage. La qualité des travaux, des produits fabriqués et des services est améliorée, la sécurité est renforcée.

DÉVELOPPEMENT DE NOUVELLES ACTIVITÉS
L'électrification permet aussi de lancer de nouvelles activités pour lesquelles l'électricité est indispensable, comme la conservation de produits agricoles avec le froid, ou leur transformation par des appareils électriques adaptés. ***Les revenus complémentaires générés contribuent à réduire la pauvreté.***

CRÉATION D'EMPLOIS DÉDIÉS
L'électrification crée des emplois locaux, que ce soit pour l'installation des équipements, mais aussi pour leur exploitation et gestion. Des techniciens sont chargés de l'entretien des systèmes électriques, du personnel collecte les redevances et gère la clientèle, un comptable établit les factures et assure la bonne gestion des fonds. Enfin, un manager doit animer l'équipe et assurer les relations avec les autres intervenants.

À Ambondro, dans l'extrême sud de l'île, une pompe solaire améliore l'accès à l'eau potable. Depuis 1999, un comité villageois assure avec succès la gestion du point d'eau.

L'éclairage permet la création d'activités artisanales et une augmentation des revenus familiaux.

L'électrification des 73 communes permettra d'éviter l'émission de 65 000 tonnes de CO2.

Les impacts environnementaux

RÉDUCTION DE LA POLLUTION
Dans des écosystèmes fragiles, le recours à des sources locales d'énergies renouvelables pour remplacer les énergies fossiles permet de réduire les pollutions dues aux piles ainsi qu'au transport et à l'utilisation de pétrole. L'émission de 65 000 tonnes de CO2 est évitée durant les 20 premières années de fonctionnement des systèmes électriques.

L'expérience de la Fondation Énergies pour le Monde

DE NOUVELLES ACTIVITÉS AUTOUR D'UNE CENTRALE HYDRAULIQUE

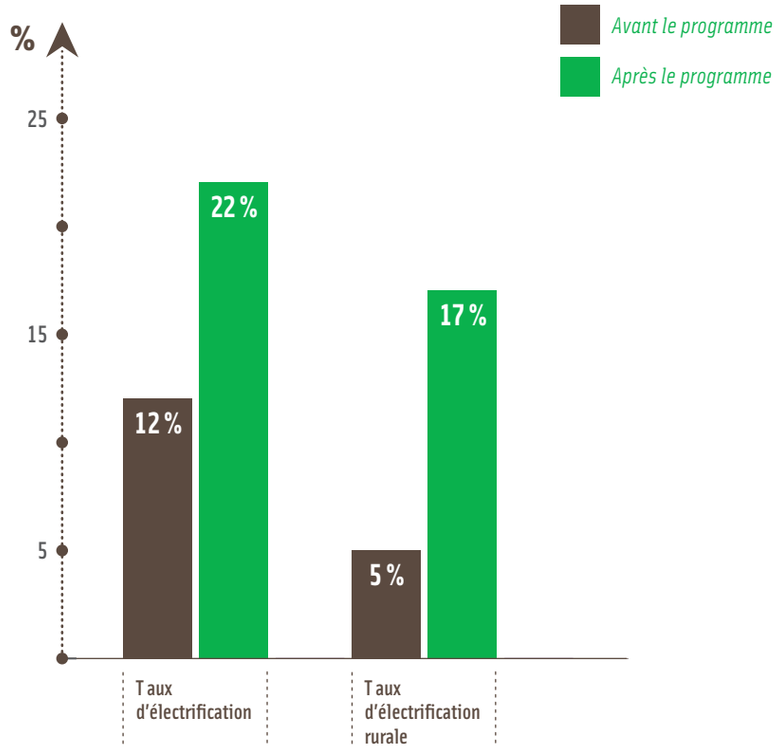
Dans le hameau d'Antetezambato, à 250 km au sud de la capitale, une microcentrale hydraulique de 42 kW couplée à un réseau local de distribution alimente 186 foyers. Si l'électrification de la commune a eu un impact très fort sur l'éducation, avec des résultats aux examens d'entrée au collège en nette augmentation, c'est l'impact économique qui est le plus marquant depuis quelques années. D'une part, les activités déjà existantes pouvant se poursuivre après le coucher du soleil (boutiques, ateliers, restaurants) ont permis d'augmenter nettement les revenus des ménages. D'autre part, de nouvelles activités ont émergé grâce à l'arrivée de l'électricité. Ainsi, une ferme-école et un atelier de soudure et de réparation se sont implantés sur la commune, créant de nouveaux emplois. Beaucoup de ménages ont également investi dans des machines à coudre, des fers à repasser, des réfrigérateurs, et ont ajouté une activité secondaire à leur métier de base, en général l'agriculture ou l'élevage.

DOUBLER LE NOMBRE DE COMMUNES ÉLECTRIFIÉES

L'objectif du programme est de doubler le nombre de communes électrifiées et de tripler le taux d'électrification rurale des 9 régions, dont seules 75 communes sont aujourd'hui électrifiées. La mise en œuvre du programme va permettre d'en électrifier 73 autres.
Le taux d'électrification global des 9 régions passera de 12 % actuellement à 22 %.
Dans les zones rurales plus particulièrement, le taux d'électrification passera de 5 % à 17 %.

L'amélioration des résultats scolaires est l'un des impacts les plus significatifs d'un programme d'électrification rurale.

Évolution du taux d'électrification des 9 régions grâce au programme



Impact social	Éducation	210 écoles ou collèges électrifiés
	Santé	240 centres de santé électrifiés
	Administratif (mairies, postes, bureaux associatifs, gendarmeries)	280 bâtiments administratifs électrifiés
	Éclairage public	360 lampadaires
Impact économique	Activités économiques	1 900 activités (hôtels, boutiques, ateliers de production, etc.) raccordées
Impact environnemental	Émissions de CO2	65 000 tonnes de CO2 évitées sur 20 ans

Au-delà des 22 000 abonnés, bénéficiaires directs du programme, 1 000 000 Malgaches seront concernés par les impacts indirects de l'électricité, comme l'accès à de meilleurs soins et à une meilleure éducation.

Comment ?

Les installations programmées

LES TECHNOLOGIES RENOUVELABLES RETENUES

p. 21 ➤ *Le choix des options techniques*

p. 22 ➤ *Les gisements renouvelables disponibles*

p. 23 ➤ *La configuration géographique des communes*

p. 24 ➤ *La demande en électricité*

➤ *Le dimensionnement des infrastructures électriques*

p. 25 ➤ *La comparaison économique en deux étapes*

p. 26 ➤ *Les trois technologies retenues*

p. 27 ➤ *Une puissance installée totale de 2 895 kW*

L'EXPLOITATION DES INFRASTRUCTURES

p. 28 ➤ *Un exploitant privé dans chaque région*

➤ *Les obligations de l'exploitant*

➤ *Le rôle de l'exploitant au quotidien*

p. 29 ➤ *Le suivi de l'exploitant*

p. 30 ➤ *L'accompagnement et la formation pour pérenniser le programme*

LES TECHNOLOGIES RENOUVELABLES RETENUES

Le choix des options techniques

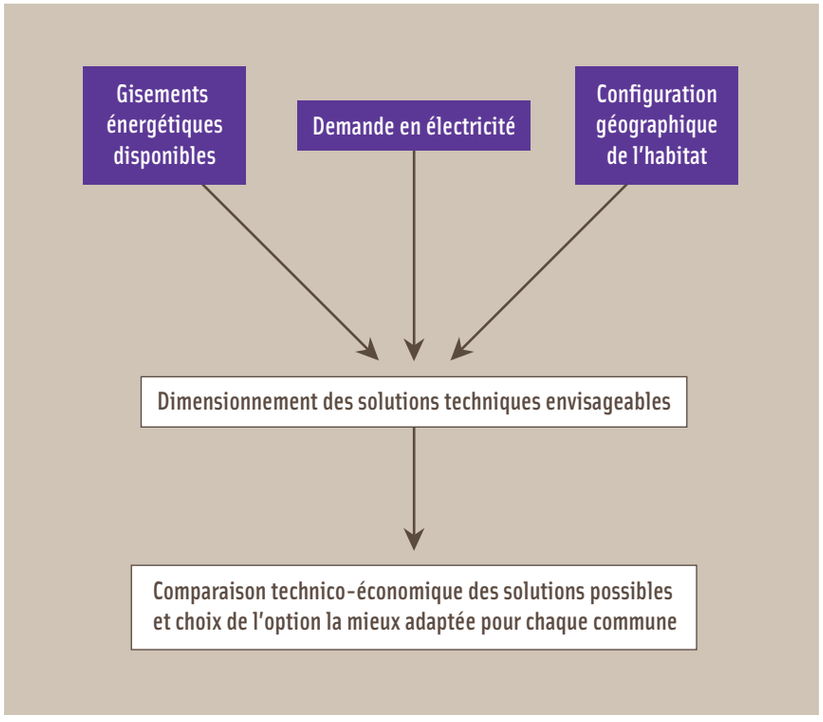
Les informations sur les ressources d'énergie disponibles, les besoins locaux en électricité et la configuration géographique des communes ont été croisés pour évaluer les solutions techniques à mettre en place.

Toutes les options techniques envisageables ont été étudiées et dimensionnées. Le dimensionnement des équipements de production permet de satisfaire la demande en énergie du village pendant 20 ans.

DES COLLECTES D'INFORMATIONS TRÈS PRÉCISES

De nombreuses enquêtes ont été menées sur le terrain auprès de ménages représentatifs pour déterminer leurs capacités de paiement et leurs besoins en électricité. Des informations ont aussi été collectées auprès des infrastructures sociales et des acteurs économiques. L'ensemble des plans des communes a été relevé. Des collectes de données ont aussi été réalisées auprès de communes déjà électrifiées et des distributeurs de matériel électrique.

Les critères de choix des options techniques

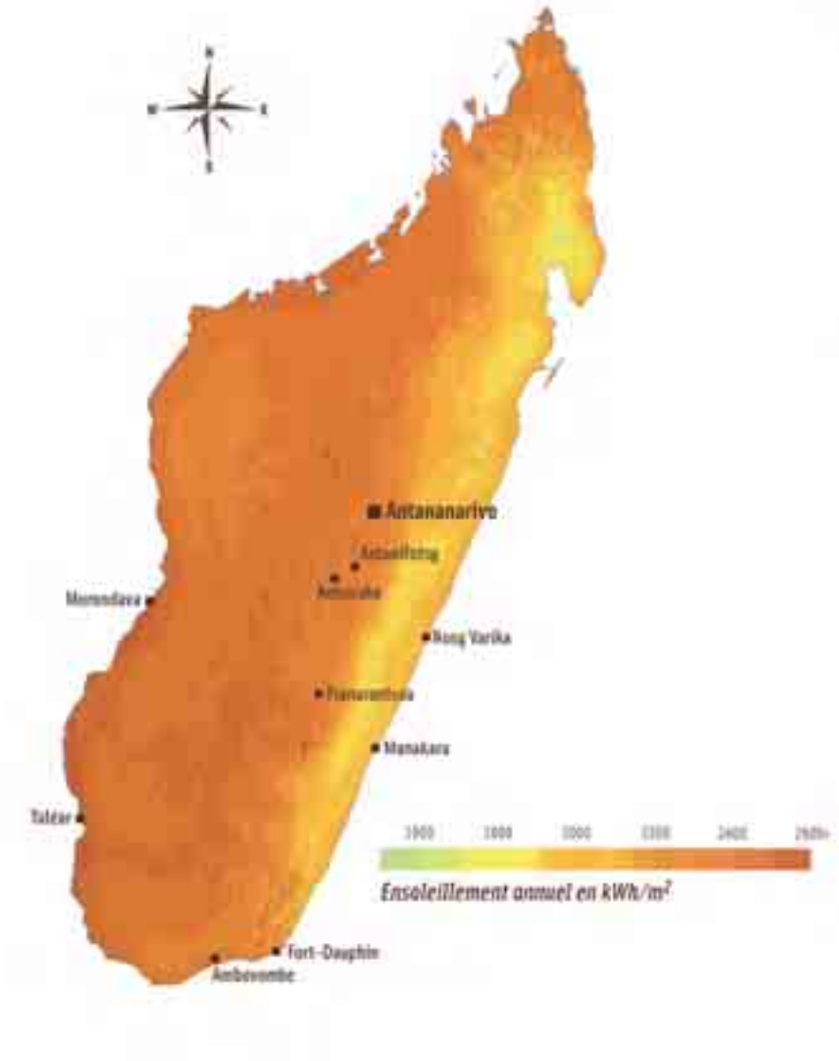


Le gisement solaire étant disponible dans l'ensemble des neuf régions, la centrale photovoltaïque est l'option la plus souvent retenue.

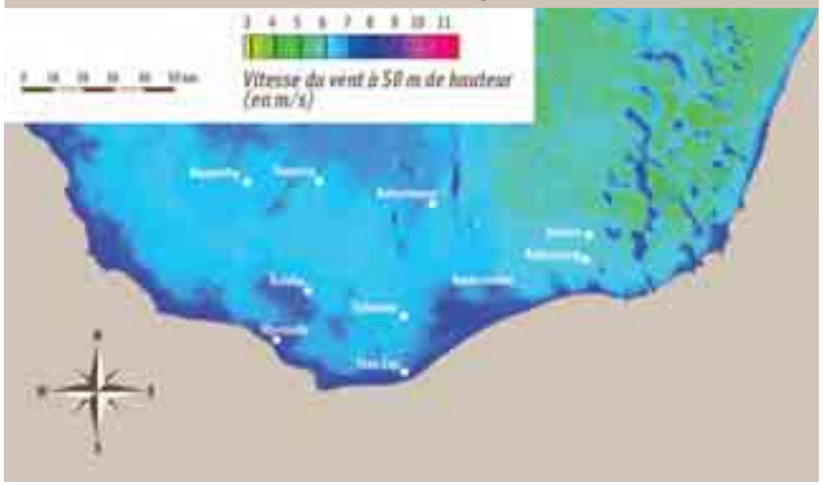
Les gisements renouvelables disponibles

Plusieurs études ont été menées pour évaluer les ressources d'énergies renouvelables disponibles.
Les sites hydrauliques potentiels ont été recensés et étudiés dans les neuf régions.
Concernant l'éolien, un atlas existant et les données fournies par la NASA indiquent les différents potentiels de vent. Un mât de mesure a été installé dans l'extrême sud du pays pour préciser plus finement les données.
La carte d'ensoleillement de Madagascar fournit des informations précises sur le gisement solaire existant.

Potentiel solaire de Madagascar



Potentiel éolien dans le sud de Madagascar



Ci-dessus :
Le littoral sud de Madagascar bénéficie d'un gisement éolien fort et régulier.

Ci-contre :
Selon la localisation, et aux meilleurs conditions, l'ensoleillement annuel à Madagascar varie de 1 600 à 2 500 kWh/m².

Ci-dessus :
Dans les Hautes Terres, au centre de l'île, de nombreuses chutes d'eau peuvent être équipées de microcentrales hydrauliques.

La configuration géographique des communes

L'analyse des images satellites et des plans des communes a permis d'estimer la longueur et les limites du réseau de distribution à mettre en place, en fonction de la dispersion de l'habitat.

Dès que l'habitat est concentré et que la demande en énergie devient importante, il est nécessaire de considérer des options centralisées, associées à de miniréseaux de distribution, plutôt que des installations individuelles. Ces options permettent une distribution de l'électricité en courant alternatif, 220 V, un raccordement facile lorsque le réseau interconnecté sera disponible, la possibilité de dimensionner de façon optimale les équipements, et une exploitation centralisée de l'infrastructure électrique.

Dans les 73 communes, des unités de production centralisées couplées à un miniréseau ont été retenues.

Croquis de la commune d'Ambondro, dans la région d'Androy

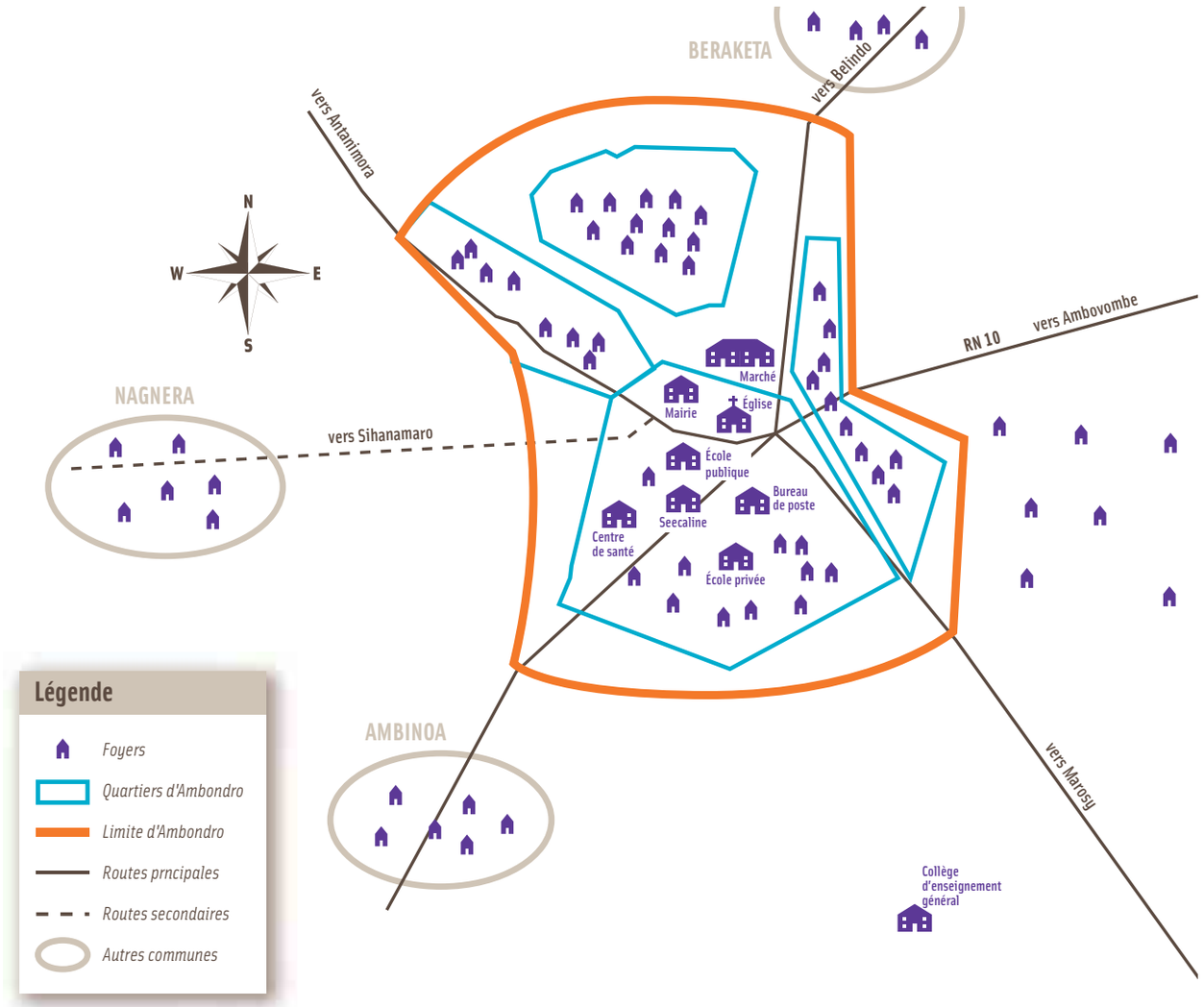


Image satellite de la commune d'Ambondro (source : GoogleEarth).

Croquis réalisé à partir de coordonnées GPS.

La demande en électricité

Les enquêtes sur le terrain ont permis d'affiner les niveaux de demande d'électricité. ***Selon les situations, les besoins mensuels en électricité s'élèvent de 3 à 32 kWh.***

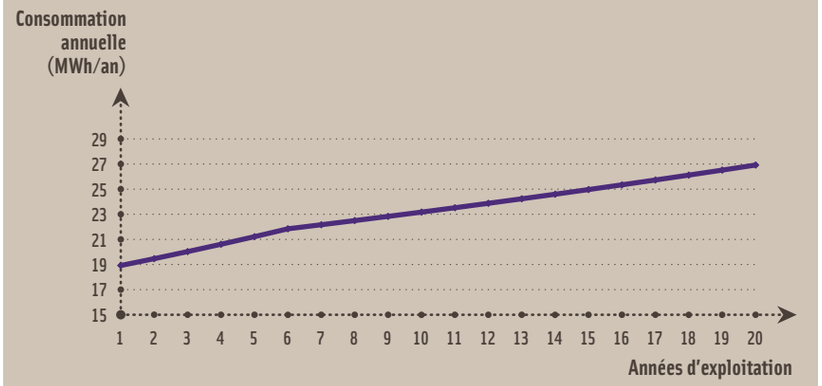
- ***Pour les besoins domestiques***, la consommation est segmentée en 3 ou 4 niveaux de service, de 3 à 11 kWh par mois. De quoi faire fonctionner de quelques lampes, pour le premier niveau de service, à une palette d'applications (éclairage, radio, télévision, chargeur d'accus), pour l'abonnement le plus élevé.

- ***Pour les activités économiques*** (commerce, artisan…), la consommation s'élève de 6 à 30 kWh par mois. L'électricité permet alors de faire fonctionner l'éclairage, un réfrigérateur, un ou plusieurs moteurs, un ordinateur…

- ***Pour les infrastructures sociales*** (éducation, santé, éclairage public), les besoins s'élèvent de 6 à 32 kWh par mois.

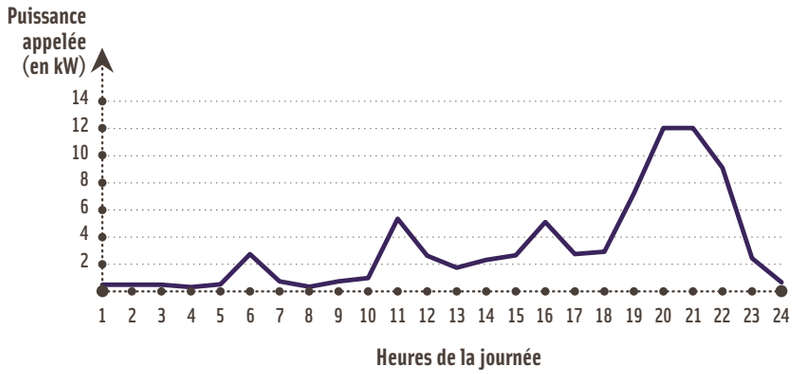
Les études ont permis également d'analyser la répartition de cette demande au cours d'une journée, et donc la puissance de pointe appelée.
Enfin, des scénarios d'évolution de cette demande sur 20 ans ont été élaborés, basés notamment sur l'analyse de communes déjà électrifiées.

Évolution de la consommation électrique sur 20 ans sur la commune d'Ambondro



Les consommations individuelles des abonnés augmentent au cours du temps et de nouveaux raccordements sont effectués par l'exploitant.

Exemple de courbe de charge journalière sur la commune d'Ambondro



Ci-dessus :
Fonctionnant entre 23 h et 5 h du matin, l'éclairage public permet de réduire l'insécurité.

Ci-contre :
La puissance de pointe correspond à l'éclairage domestique en soirée (19h - 22h). Au cours de la journée, les activités économiques représentent l'essentiel de la puissance appelée.

Le dimensionnement des infrastructures électriques

Une fois l'analyse de la demande en services électriques effectuée, les gisements énergétiques disponibles localement connus et la configuration de l'habitat précisée, un dimensionnement des équipements de production d'électricité et de sa distribution est mené commune par commune. Pour chacune des technologies retenues, il permet de déterminer avec précision la puissance de l'unité de production, la taille et la nature du stockage pour les périodes de faible gisement (période nuageuse, sans vent, étiage) et les équipements nécessaires à la distribution de l'électricité, sans oublier les accessoires pour la sécurité des usagers.

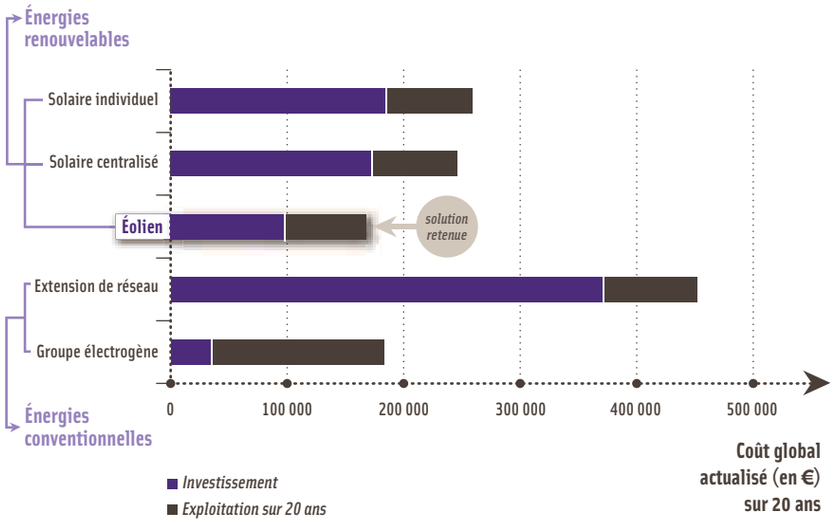
La comparaison économique en deux étapes

Dans chaque commune, le dimensionnement technique des options présélectionnées permet de déterminer les coûts d'investissement et d'exploitation. ***Une comparaison économique est alors menée sur 20 ans pour identifier et retenir la solution renouvelable de moindre coût.*** La comparaison prend en compte le coût global actualisé de chaque option, incluant le montant d'investissement et la somme actualisée sur 20 ans des coûts d'exploitation.

Le taux d'actualisation réel appliqué aux différents postes de coûts, pris en euros constants, est de 9 %.

Après avoir retenu l'option technique renouvelable de moindre coût, une dernière comparaison est effectuée avec les ***deux modes traditionnels d'électrification : le raccordement au réseau électrique et l'utilisation d'un groupe électrogène.***

Choix de l'option technique de moindre coût pour la commune d'Erada

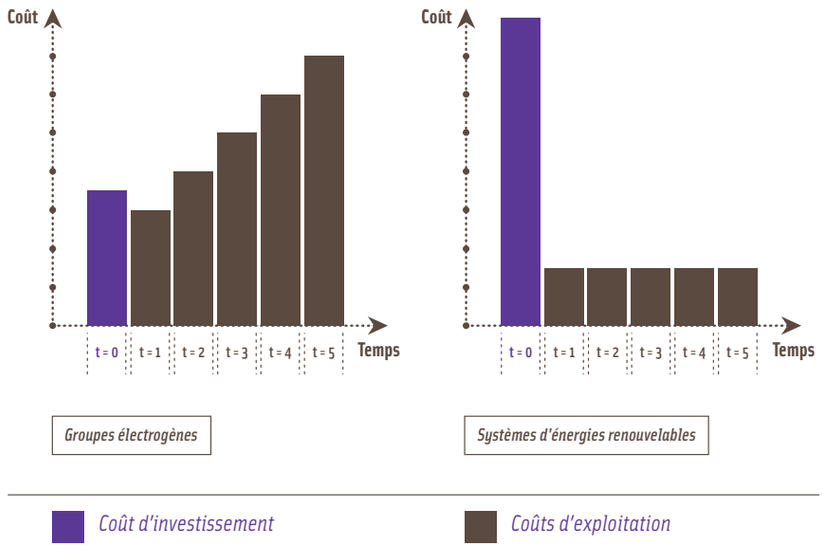


À titre d'exemple sur la commune d'Erada dans la région de l'Androy, la première étape de comparaison montre que l'utilisation du gisement éolien est la meilleure option parmi celles faisant appel aux énergies renouvelables. La seconde étape montre que ni l'option du raccordement au réseau ni celle du groupe électrogène ne sont plus favorables. La première en raison de son coût d'investissement, la seconde par ses coûts d'exploitation sur 20 ans très élevés qui ne pourront être couverts par les recettes.

LES SOLUTIONS RENOUVELABLES SONT TOUJOURS PLUS ÉCONOMIQUES

En moyenne, les 73 communes sélectionnées par les études PEPSE se trouvent à 30 km du réseau. Pour acheminer l'électricité jusque dans ces localités, les études ont montré que les solutions techniques décentralisées à partir d'énergies locales et renouvelables se révèlent à chaque fois économiquement plus viables que les solutions traditionnelles, qui consistent par exemple à étendre le réseau ou à mettre en place des groupes électrogènes avec microréseau de distribution. Si les projets basés sur les énergies renouvelables présentent généralement des coûts d'investissement plus élevés que les solutions conventionnelles, les coûts d'exploitation annuels sont plus faibles. Sur le long terme, ces coûts deviennent vite un argument essentiel, car ils restent à la charge de l'exploitant et donc conditionnent la viabilité financière du projet. Les coûts d'exploitation des systèmes traditionnels ont, à l'inverse, tendance à augmenter dans le temps, en raison de la hausse du prix des énergies fossiles.

Une répartition des coûts différente



Les trois technologies retenues

Trois solutions ont été retenues :
les centrales solaires photovoltaïques, l'éolien et la micro-hydraulique.
Quelle que soit la solution, l'équipement est couplé à un réseau local de distribution et à un groupe électrogène de secours.

LE SOLAIRE :
Les modules solaires photovoltaïques ont une durée de vie d'au moins 20 ans, et ne nécessitent qu'une maintenance légère et régulière, assurée localement. La taille de la centrale solaire, et donc le nombre de modules, peut aisément être revue à la hausse pour s'adapter à l'évolution de la demande d'énergie locale. Du fait de l'importante ressource solaire sur tout le territoire malgache, c'est la solution la plus souvent retenue.

Pour les régions côtières du sud et de l'ouest, l'éolien est très souvent la meilleure option disponible.

L'HYDRAULIQUE :
Permettant de répondre à des besoins en forte puissance, les microcentrales hydrauliques ont une durée de vie de 25 ans environ. Elles nécessitent une maintenance régulière, qui est assurée localement, après formation du personnel. Le potentiel est limité aux zones bénéficiant de cours d'eau et de dénivelés. Une baisse de puissance est à prévoir pendant les périodes d'étiage.

L'ÉOLIEN :
D'une durée de vie de 20 ans environ, les aérogénérateurs permettent de répondre à des besoins de puissance. Les machines nécessitent une maintenance régulière, assurée localement, après formation du personnel. Cette solution est modulaire : en fonction de l'évolution de la demande locale d'électricité, de nouvelles turbines peuvent être installées. Le potentiel éolien est concentré sur les zones côtières.

Sans pièces en mouvement, les générateurs photovoltaïques nécesssitent une maintenance réduite.

L'option hydraulique a été sélectionnée uniquement dans les régions montagneuses du centre de Madagascar.

« Les technologies retenues sont fiables et adaptées à des contextes climatiques pouvant être parfois extrêmes (cyclones, sable). Elles sont disponibles auprès de fournisseurs-installateurs présents à Madagascar, et donc en mesure d'assurer un service après-vente indispensable à leur pérennité. »

Nicolas Guichard,
expert à la Fondation Énergies pour le Monde

L'expérience de la Fondation Énergies pour le Monde

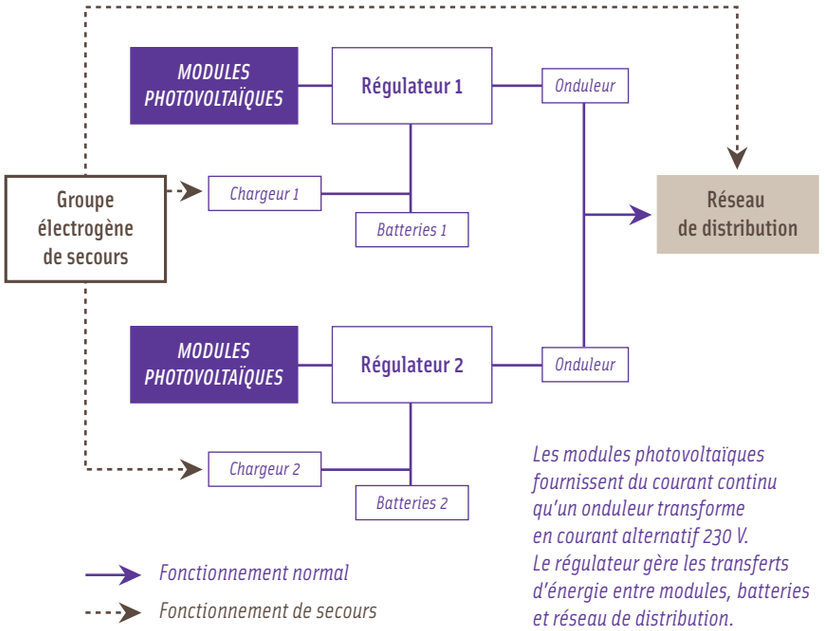
LA MICROCENTRALE HYDRAULIQUE D'ANTETEZAMBATO

Aux alentours d'Ambositra, au centre du pays, le village d'Antetezambato a été électrifié en 2002 grâce à un appui de la Fondation Énergies pour le Monde. L'installation d'une microcentrale hydraulique de 42 kW connectée à un réseau de quelques kilomètres a permis de raccorder les 54 premiers clients. Au cours des années suivantes, ce sont finalement plus de 180 abonnés qui ont eu accès aux services de l'électricité. Familles, école, centre de santé et petits entrepreneurs disposent d'éclairage, de moyens audiovisuels et de force motrice pour une amélioration du cadre de vie et un accroissement de leurs activités. L'exploitation de la microcentrale et du réseau est effectuée par une coopérative créée à cet effet. Ses techniciens entretiennent les infrastructures et procèdent aux extensions nécessaires. Le changement des pièces d'usure s'est effectué correctement sans interruption notoire du service.

Le retour d'expérience acquis au cours des 6 années de fonctionnement confirme la pertinence de la technologie des microcentrales hydrauliques : d'un coût d'investissement limité, fiables et robustes, faciles d'entretien, elles répondent aux exigences du contexte malgache.

➤ ***Les gammes de puissance prévues dans le programme sont sans commune mesure avec les centrales éolienne, solaire et hydraulique des pays du Nord, les consommations électriques des Malgaches en zone rurale demeurant faibles comparées à celles des pays développés.***

Principe de fonctionnement d'une centrale photovoltaïque



Les modules photovoltaïques fournissent du courant continu qu'un onduleur transforme en courant alternatif 230 V. Le régulateur gère les transferts d'énergie entre modules, batteries et réseau de distribution. Le groupe électrogène ne fonctionne qu'en cas d'urgence.

Une puissance installée totale de 2 895 kW

La répartition des technologies par commune est la suivante :

- 41 communes seront équipées d'une centrale solaire photovoltaïque pour une puissance totale installée de 1 390 kWc ;
- 22 communes accueilleront des aérogénérateurs pour une puissance totale installée de 975 kW ;
- 9 communes seront raccordées à une microcentrale hydraulique pour une puissance totale installée de 530 kW.

Les puissances moyennes par commune en fonction de la technologie retenue

Option technique	Puissance moyenne par commune
Centrales photovoltaïques	35 kWc
Aérogénérateurs	45 kW
Microcentrales hydrauliques	100 kW

L'EXPLOITATION DES INFRASTRUCTURES

Un exploitant privé dans chaque région

Dans chaque région, un exploitant privé unique est responsable de la réalisation et de l'exploitation des infrastructures électriques de l'ensemble des localités cibles. L'exploitation d'un ensemble d'infrastructures électriques regroupées par un seul exploitant minimise les coûts de déplacement et les charges d'exploitation, et améliore la rentabilité. Cette organisation s'inscrit dans la stratégie nationale d'électrification. Elle évite les problèmes de coordination engendrés par un nombre trop élevé d'exploitants et des tarifs d'électricité différents dans une même région. Le choix d'un exploitant privé apporte professionnalisme, compétences et moyens.

L'exploitant régional doit être doté de moyens de communication performants pour rester en contact avec ses prestataires.

Les obligations de l'exploitant

Le contrat d'Autorisation ou de Concession, passé entre l'exploitant et le ministère de l'Énergie et des Mines, pour la production et la distribution de l'électricité oblige l'exploitant à respecter un certain nombre de règles permettant d'assurer qualité de services et satisfaction de la clientèle. L'exploitant, propriétaire des infrastructures durant toute la durée du contrat (en général, une quinzaine d'années renouvelables) doit les maintenir en parfait état de fonctionnement.

LA SÉLECTION DE L'EXPLOITANT

La sélection de l'exploitant se fait par appel d'offres lancé par le ministère de l'Énergie et des Mines en étroite collaboration avec les Régions. Ce processus vise notamment à favoriser l'émergence d'opérateurs issus d'alliances entre acteurs régionaux, à développer l'activité de la quinzaine d'opérateurs privés malgaches déjà impliqués dans l'électrification, et à impliquer, éventuellement, des opérateurs internationaux spécialisés. L'exploitant retenu est une personne morale de droit privé, ayant ou prévoyant une activité d'électrification à part entière. Il doit disposer de fonds propres pour financer une partie des investissements et avoir des bureaux dans le chef-lieu de région.

Le rôle de l'exploitant au quotidien

L'exploitant gère l'entretien et la maintenance des infrastructures. L'entretien au quotidien est assuré par un technicien formé et présent dans la localité. Des interventions en maintenance sont assurées par l'exploitant. Pour les pannes et les grosses réparations, l'exploitant fait intervenir le fournisseur, tenu d'agir par un contrat de maintenance.

Il prend en charge la gestion comptable et financière. L'exploitant établit les contrats d'abonnement, qui stipulent les droits et devoirs des usagers, ainsi qu'un règlement intérieur décrivant le fonctionnement du service et les pénalités en cas de non-respect du contrat d'abonnement. Il gère le recouvrement mensuel des paiements, et paie des redevances à la commune et au ministère de l'Énergie et des Mines.

Le suivi de l'exploitant

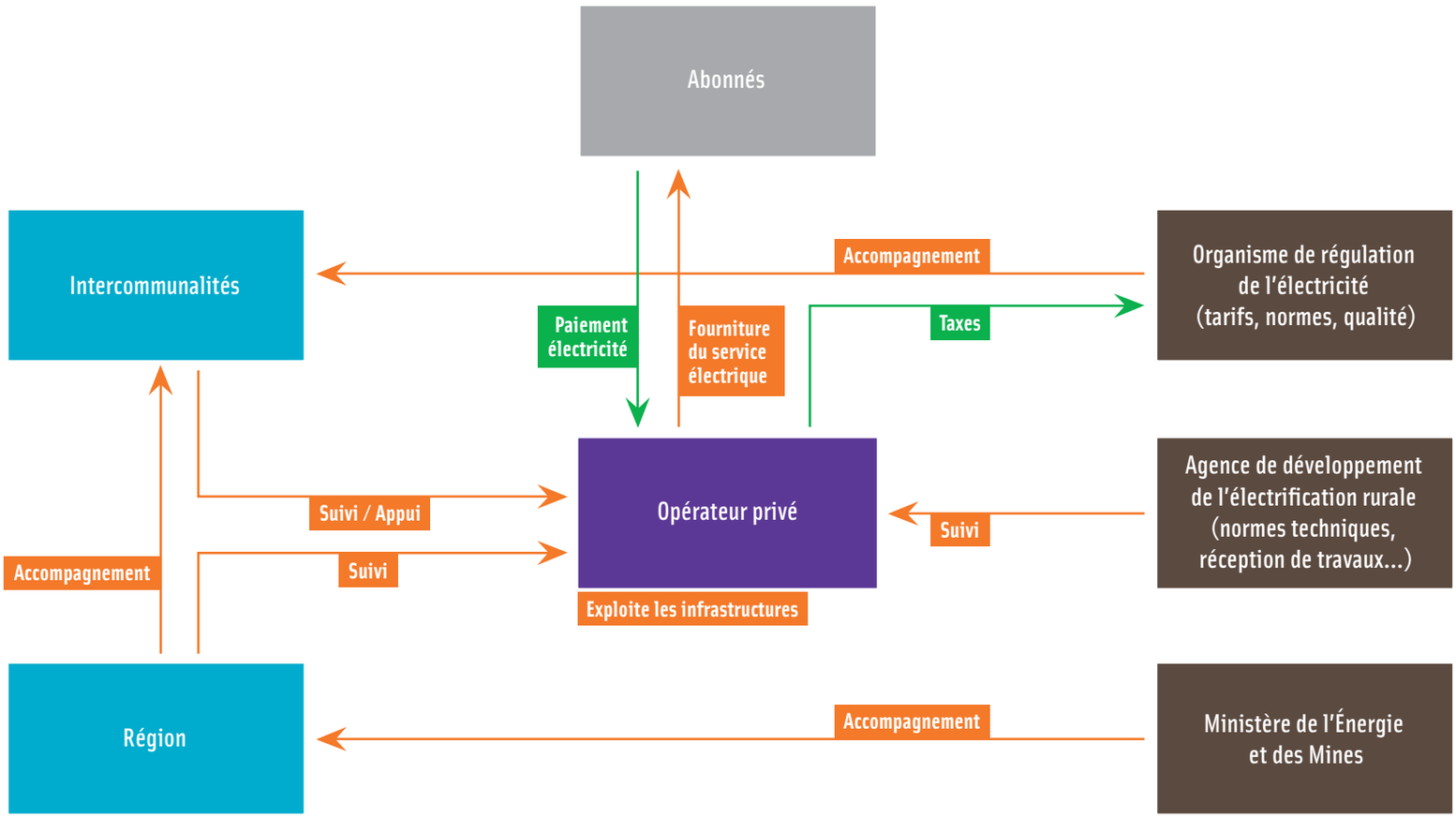
Pour s'assurer de la bonne gestion des infrastructures par l'exploitant privé, un certain nombre de structures, locales ou nationales, sont impliquées.
Le ministère de l'Énergie et des Mines veille au respect des engagements de l'exploitant, inscrits dans le contrat d'Autorisation.

Les Régions et les communes, éventuellement regroupées en intercommunalité, exercent un suivi de proximité et veillent à ce que les droits des abonnés soient assurés. Elles peuvent également servir de médiateur en cas de conflit entre l'exploitant et ces derniers.

« Le schéma organisationnel que propose la Fondation est le résultat de nombreuses concertations avec les acteurs locaux. Le choix de laisser un opérateur privé gérer l'électrification d'un groupe de communes est ainsi bénéfique à l'État, qui souhaite voir se développer une gestion privée de l'électricité, aux communes, qui ont affaire à des professionnels sur le terrain plutôt qu'à des instances administratives, et enfin à l'exploitant, qui dispose d'un réseau suffisamment important mais local, ce qui lui permet de réduire ses frais d'exploitation. »

Nicolas Guichard,
expert à la Fondation Énergies pour le Monde

Le modèle d'exploitation et de maintenance



L'accompagnement et la formation pour pérenniser le programme

Un programme d'électrification rurale décentralisée par énergies renouvelables ne peut être pérenne ni viable si les acteurs ne sont pas suffisamment sensibilisés et formés à la gestion du programme sur le long terme. Des formations ainsi qu'un suivi des exploitants et des personnels administratifs permettront de professionnaliser ces acteurs et d'assurer que :

- le service électrique dispensé est fiable et pérenne ;
- les schémas organisationnels sont opérationnels et pérennes ;
- les impacts sociaux et économiques de l'électrification sont réels et mesurés.

« L'expérience-pilote menée à Antetezambato, pour laquelle un accompagnement de cinq ans a permis de professionnaliser l'exploitation, nous a prouvé qu'il était indispensable de continuer à travailler avec les acteurs du programme, une fois les installations mises en place. C'est la seule façon d'améliorer les compétences des acteurs, de développer l'économie et au final de garantir réellement la pérennité de ce type de projet. »

Nicolas Guichard,
expert à la Fondation Énergies pour le Monde

Former, sensibiliser, accompagner, c'est aussi réduire les risques pour l'exploitant.

En milieu rural, il est important que l'exploitant ait des relations de proximité avec les abonnés pour prévenir les conflits potentiels.

LA FORMATION

Des formations, dispensées par des experts de l'électrification rurale décentralisée et de la gestion de structures régionales ou communales, seront mises en place avant, pendant et après l'installation des infrastructures.

Objectif : former tout d'abord des formateurs qui se chargeront ensuite de distribuer à leur tour leurs connaissances au sein de leur structure.

Les cadres puis les responsables des structures du ministère de l'Énergie et des Mines (DEER, DIRMEM, ADER, ORE) seront ainsi formés aux particularités de l'électrification rurale par énergies renouvelables, aux normes et spécifications techniques adaptées, aux outils d'analyse financière des projets, aux procédures de suivi et de contrôle…

Les responsables puis le personnel local du Bureau exécutif des Régions renforceront leurs connaissances sur la législation et l'organisation du secteur de l'électricité à Madagascar, les approches pour la sensibilisation de la population, les règles et les normes de sécurité des infrastructures électriques, les schémas tarifaires, la gestion des conflits…

Les exploitants bénéficieront quant à eux de formations sur la connaissance des normes et des textes réglementaires, la constitution de dossier d'Autorisation ou de Concession, la comptabilité et la gestion de l'exploitation, la rentabilité, les négociations avec les banques, la démarche commerciale…

INFORMATION ET SENSIBILISATION

Il est indispensable de veiller à ce que l'électrification ne soit pas une cause de plus grande injustice sociale, mais bien un facteur positif pour le développement.

L'électrification rurale par énergies renouvelables est encore une modalité très innovante qui requiert un climat de confiance entre l'usager et l'exploitant. Ce dernier doit être capable d'informer la population sur les aspects technologiques (quand et comment sera mis en place le service, à quel coût…), de former les abonnés à l'usage de l'électricité (utilisation rationnelle de l'énergie, que faire en cas de faible ensoleillement ou en période d'étiage…), d'informer régulièrement les usagers sur les changements relatifs au service (tarifs, raisons des coupures, évolution du nombre d'abonnés…), et de consulter régulièrement les usagers sur leurs attentes.

L'électrification doit également s'accompagner d'un accès équitable à l'électricité et permettre aux populations défavorisées d'en bénéficier.

Des modalités de paiement adaptées doivent être mises en place, permettant d'éviter les défaillances de paiement, qui sont souvent les premières raisons des difficultés des programmes d'électrification rurale. L'exploitant doit sensibiliser les abonnés à la nécessaire régularité des paiements, et aux conséquences des défaillances sur le service électrique.

À Antetezambato, la coopérative dispose d'un outil informatique pour la gestion technique et comptable.

L'expérience de la Fondation Énergies pour le Monde

L'ACCOMPAGNEMENT DE L'EXPLOITANT À ANTETEZAMBATO

Pendant 5 ans, la Fondation Énergies pour le Monde a accompagné la coopérative Aditsara, qui exploite l'infrastructure électrique d'Antetezambato.
Le suivi du personnel a permis de former l'ensemble des équipes techniques à l'entretien régulier des équipements, à la prévision de maintenance et à la sensibilisation des abonnés sur les règles de sécurité.
La formation des gestionnaires leur a permis d'acquérir une compétence en comptabilité, mais aussi en résolution de conflits, que ceux-ci portent sur des incidents de paiement ou les différents usages de l'eau en période d'étiage.
Ces formations et cet accompagnement ont contribué très significativement à la fiabilité technique des équipements et à la saine gestion de la coopérative.
6 ans après la mise en marche de la microcentrale, les équipements fonctionnent parfaitement. Le service de l'électricité est pérenne alors que les membres de la coopérative, issus de la population locale, n'étaient, au départ, ni des techniciens ni des gestionnaires.

APPUI AU DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE

Les retours d'expérience des précédents programmes d'électrification rurale montrent que si l'accès à l'électricité a, rapidement, un effet significatif sur la qualité de vie par ses usages domestiques, il ne permet l'émergence et le développement d'activités économiques que s'il est accompagné d'un appui aux artisans et entrepreneurs. Il sera donc nécessaire de leur ***apporter des informations et des formations sur les activités productives valorisant l'électricité***, de les aider à organiser des groupements professionnels afin de mener des actions communes et faciliter la mise en place de filières d'approvisionnement et de vente.
Un appui matériel, sous forme de mise à disposition de prêts ou de cautions pour l'achat d'appareils électriques, est également à prévoir.
Ces développements seront en outre bénéfiques à l'équilibre financier de l'exploitation des infrastructures électriques, puisque les activités économiques consomment de l'électricité en journée, à l'inverse des usages domestiques. Les usages productifs de l'électricité permettent donc une répartition plus homogène de la consommation, et des recettes plus importantes.

L'obtention d'un prêt permettra à un commerçant d'acquérir un réfrigérateur et de développer ainsi son activité en proposant des produit frais.

Combien ?

Un programme financièrement viable

LE COÛT DU PROGRAMME

p. 33 ➤ *Le coût d'investissement*

➤ *Les coûts d'exploitation*

LE TARIF POUR LES CLIENTS

p. 34 ➤ *Des dépenses énergétiques traditionnelles…*

➤ *… à une tarification abordable*

LA RENTABILITÉ POUR L'EXPLOITANT

p. 35 ➤ *L'analyse économique*

➤ *La rentabilité visée*

p. 36 ➤ *Un temps de retour court*

LE MONTAGE FINANCIER

p. 37

LE COÛT DU PROGRAMME

Le coût d'investissement

Le coût d'investissement total du projet est de 30 millions d'euros. Il prend en compte les coûts unitaires du matériel installé (intégrant 13 % de droits de douane pour les équipements importés, 20 % de TVA et 5 % d'imprévus). ***Le coût d'investissement moyen par région s'élève à 3,3 millions €, soit 1 350 € par abonné.***

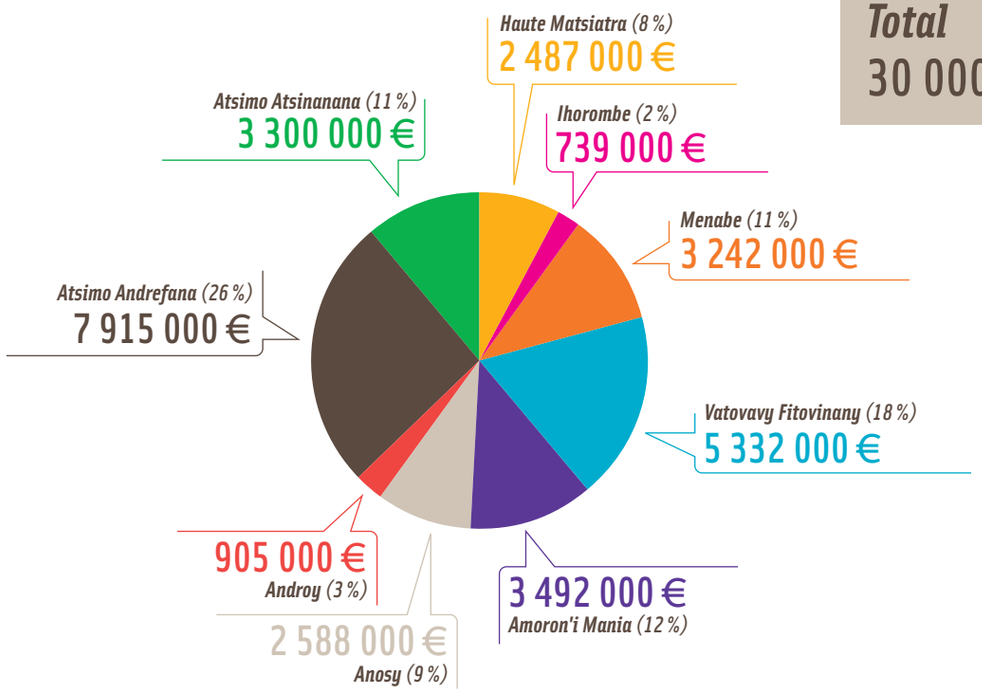
Le coût d'investissement réparti par technologie

63 % *Solaire*

29 % *Éolien*

8 % *Hydraulique*

Les coûts d'investissement par région



Total
30 000 000 €

Les coûts d'exploitation

Les coûts d'exploitation annuels par région varient entre 27 000 et 262 000 €, selon le nombre de communes électrifiées et d'abonnés.

Ils ont été évalués en prenant en compte plusieurs points :

- ***le renouvellement du matériel*** (dans le cas d'aérogénérateurs ou de centrales solaires, batteries, onduleurs, chargeurs et régulateurs devront être changés au bout de 10 ans, et le groupe électrogène de secours au bout de 7 ans) ;
- ***les charges de personnel*** (salaires, coûts de déplacement…) ;
- ***la maintenance*** (pièces détachées, consommables, outillage…) ;
- ***les frais de gestion*** (frais administratifs, fournitures, assurance des infrastructures…) ;
- ***la consommation de carburant*** pour les groupes de secours associés aux installations d'énergies renouvelables ;
- ***les taxes*** (1,2 % des recettes annuelles à verser à l'Office de régulation de l'électricité, et une taxe communale dont le montant prévisionnel a été fixé à 3 % des recettes annuelles).

Si l'investissement est élevé, les coûts d'exploitation des équipements des énergies renouvelables sont très nettement inférieurs à ceux des solutions basées sur des groupes électrogènes.

LE TARIF POUR LES CLIENTS

Des dépenses énergétiques traditionnelles…

La Fondation Énergies pour le Monde a mené des enquêtes détaillées auprès de la population afin de connaître les besoins et les moyens des futurs abonnés. Les ménages utilisent des équipements rustiques pour assurer leur confort énergétique : bougies et lampes à pétrole pour s'éclairer, piles pour alimenter une radio ou une torche électrique. Les durées journalières d'éclairage sont en moyenne de 5 heures, en général tôt le matin et entre 18 h et 22 h le soir.

Le montant moyen des dépenses énergétiques substituables par l'électricité est de 8 €.
Elles correspondent à 11 % des dépenses des ménages, soit le deuxième poste de dépenses après l'alimentation.
Par ailleurs, les études montrent que, pour 56 % des ménages, les dépenses énergétiques sont comprises entre 2 et 8 € par mois. Pour ceux qui disposent de batteries ou de groupes électrogènes, les dépenses sont beaucoup plus élevées.
La place accordée par les ménages à l'énergie est donc importante.
Ils ont donc la capacité de payer un service électrique.

Les pratiques énergétiques des ménages

	Lampe à pétrole	*Bougie*	*Piles*
Part des ménages utilisant cette source d'énergie	98 %	33 %	90 %
Consommation par mois	4 litres	48 bougies	8 piles
Coût à l'unité	1 €/litre	0,1 €/bougie	0,3 €/pile

UN BUDGET ÉNERGIE EN BAISSE

En moyenne, le coût de l'électricité pour les ménages, dans le cadre d'une électrification rurale par énergies renouvelables, s'élève à 6 €/mois tandis que les dépenses énergétiques substituables moyennes se montent à 8 €/mois. Le paiement du service de l'électricité dans le cadre du Programme permettra donc de réduire considérablement les dépenses énergétiques des ménages.

Exemple de grille de tarification régionale pour les ménages

Type d'abonnement	*Application*	*Frais de raccordement*	*Tarif mensuel moyen*
Service 1	2 lampes 1 radio	20 €	3 €
Service 2	3 lampes 1 radio 1 poste de télévision	35 €	7 €
Service 3	4 lampes 1 radio 1 poste de télévision 1 lecteur DVD 1 téléphone portable	55 €	13 €

…à une tarification abordable

La tarification doit répondre à un double impératif : être accessible à la population et assurer la pérennité du projet.
Elle est segmentée en trois types d'abonnés :

- secteur social (centre de santé, école, bâtiments administratifs, éclairage public). Pour chaque secteur d'application, les types et nombres de récepteurs ont été standardisés ;
- secteur domestique, avec 3 à 4 niveaux de services ;
- secteur économique (micro-entrepreneurs, artisanat), avec un niveau de consommation électrique prévisionnel unique.

Elle comprend les frais de raccordement initiaux et le paiement mensuel de la consommation électrique.

« Le paiement du service électrique par les usagers est indispensable pour assurer l'entretien et le renouvellement des équipements. L'expérience menée à Antetezambato montre que, lorsque les tarifs sont adaptés aux capacités de paiement, il est possible d'obtenir des taux de recouvrement très élevés (95 %), même en milieu rural. Pour y parvenir, une sensibilisation des usagers, en amont et pendant l'exploitation, ainsi qu'une grande rigueur dans l'application des pénalités en cas de non-paiement sont absolument nécessaires. »

Nicolas Guichard,
expert à la Fondation Énergies pour le Monde

LA RENTABILITÉ POUR L'EXPLOITANT

L'analyse économique

Dans les projets d'accès à l'électricité en milieu rural, il est habituel de mener une analyse économique sur une durée de 20 ans. Ce choix est lié notamment à la durée de vie des équipements de production (20 à 30 ans), et à la durée des contrats d'autorisation du ministère de l'Énergie et des Mines (15 à 20 ans). L'analyse économique prend aussi en compte un taux d'actualisation réel de 9 %, les coûts et recettes ainsi que les amortissements et impôts sur le bénéfice.

Un programme d'électrification n'a de sens que s'il est à la fois rentable pour l'exploitant et abordable pour les ruraux malgaches.

La rentabilité visée

À partir de l'estimation des coûts et des revenus, il est possible d'analyser les cash-flows générés sur 20 ans et la rentabilité de l'opération pour un entrepreneur qui s'engage dans l'exploitation des infrastructures. ***Dans ce secteur nouveau et considéré comme risqué, un retour sur investissement significatif est un élément important pour les investisseurs privés.***

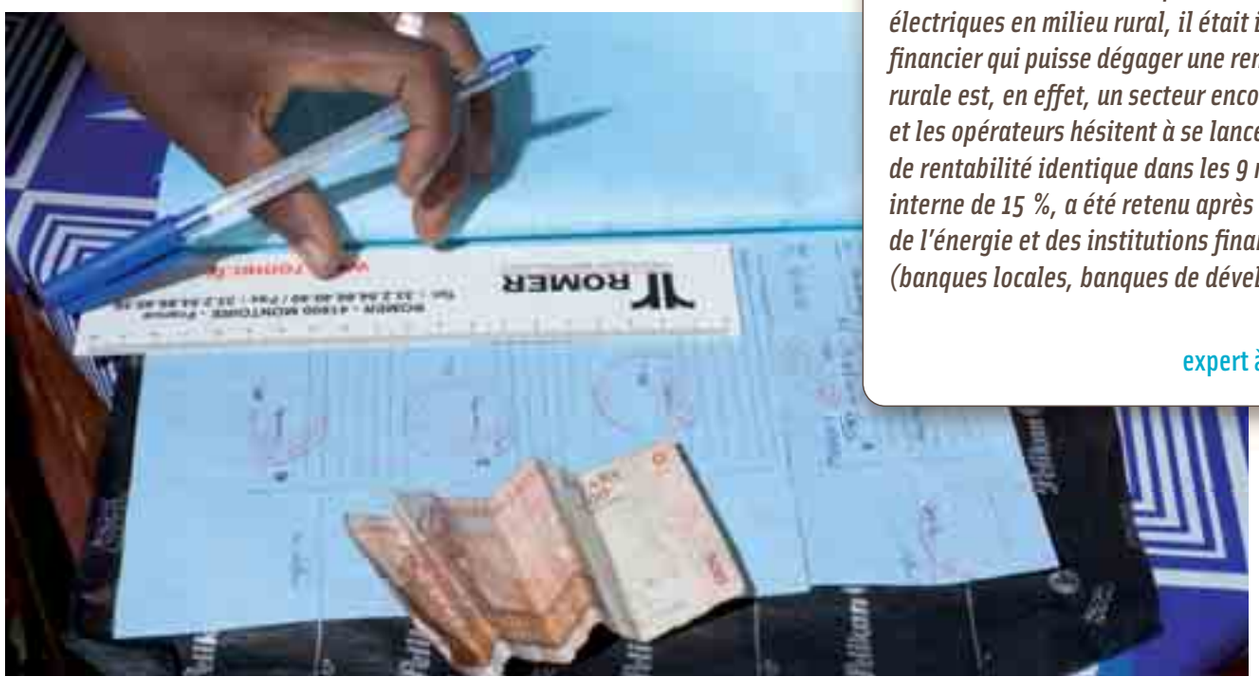
Seule la ***rentabilité économique*** est calculée, c'est-à-dire qu'il n'est pas tenu compte du montage financier (emprunts, fonds propres) permettant à la société de financer la part d'investissement initial non subventionné.

L'hypothèse retenue a été établie en concertation avec la Direction de l'énergie, et après consultation d'opérateurs privés déjà en activité. Elle ***vise un taux de rentabilité acceptable pour l'exploitant***, sur la seule part d'investissement qu'il financera, en éventuel partenariat avec des investisseurs associés. L'objectif régulièrement ciblé, notamment à Madagascar, est ***un taux de rentabilité interne (TRI) de 15 % sur 20 ans***.

Pour y parvenir, et sans modifier les coûts et recettes attendues, ***le montant maximal d'investissement privé est ainsi calculé, région par région. En agrégeant les 9 régions, il atteint le montant total de 4 800 000 €, soit une part privée représentant 16 % de l'investissement total du programme.*** Région par région, cette part varie de 10 à 26 %.

« Pour attirer des sociétés privées en tant qu'exploitant d'infrastructures électriques en milieu rural, il était important d'élaborer un montage financier qui puisse dégager une rentabilité significative. L'électrification rurale est, en effet, un secteur encore émergent et risqué à Madagascar, et les opérateurs hésitent à se lancer. Le choix d'un indicateur de rentabilité identique dans les 9 régions, un taux de rentabilité interne de 15 %, a été retenu après concertation avec la Direction de l'énergie et des institutions financières travaillant dans le domaine (banques locales, banques de développement). »

Nicolas Guichard,
expert à la Fondation Énergies pour le Monde



Le bon recouvrement des paiements assure des recettes régulières pour l'exploitant et la pérennité du service électrique.

Un temps de retour court

La rentabilité a été analysée région par région, pour chacune des 9 sociétés privées régionales qui seront retenues. Il est intéressant cependant d'agréger les "business plans" régionaux afin d'obtenir une vision globale de la rentabilité économique du programme, pour un investissement privé total de 4 800 000 €.

En moyenne, le cash-flow devient positif au bout de 6 ans.

Business plans agrégés des 9 régions

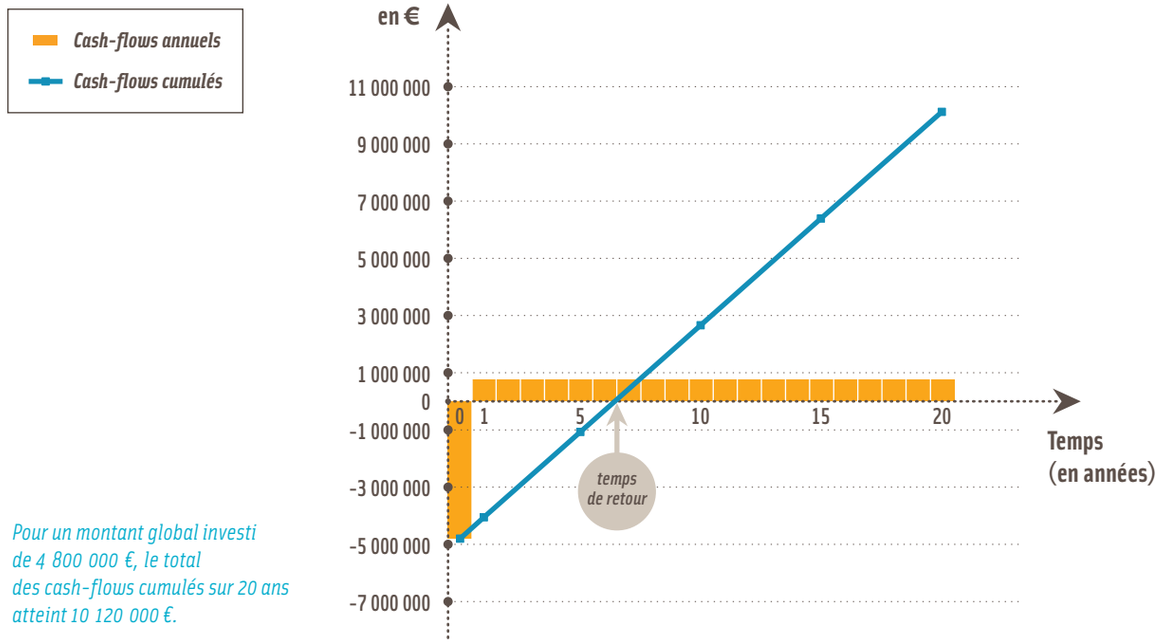
En €		*ANNÉE 0*	*ANNÉE 1*	*ANNÉE 5*	*ANNÉE 10*	*ANNÉE 15*	*ANNÉE 20*
Revenus	Recettes		1 950 000	1 950 000	1 950 000	1 950 000	1 950 000
Dépenses	Charges d'exploitation		-673 000	-673 000	-673 000	-673 000	-673 000
	Investissement initial	-4 800 000					
	Investissements d'expansion		-48 000	-48 000	-48 000	-48 000	-48 000
	Investissements de renouvellement		-327 000	-327 000	-327 000	-327 000	-327 000
	Impôts		-156 000	-156 000	-156 000	-156 000	-156 000
Free cash-flow (FCF)		-4 800 000	746 000	746 000	746 000	746 000	746 000
FCF cumulés		-4 800 000	-4 054 000	-1 070 000	2 660 000	6 390 000	10 120 000

Le tableau des flux est présenté en euros constants. Les recettes et dépenses annuelles sont des valeurs moyennées sur la durée de l'analyse.

Les indicateurs de rentabilité

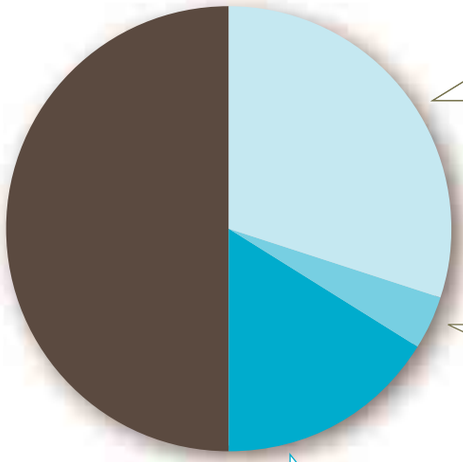
Taux de rentabilité interne	15 %
Valeur actuelle nette (VAN)	1 966 007 €
VAN/Investissement	0,41
➤ Temps de retour	6,4 ans

Évolution des cash-flows sur 20 ans



Pour un montant global investi de 4 800 000 €, le total des cash-flows cumulés sur 20 ans atteint 10 120 000 €.

LE MONTAGE FINANCIER



Subventions / Dons
➤ Bailleurs institutionnels
➤ Mécènes
15 000 000 € **50 %**

30 % ***Prise en charge des droits de douane + TVA***
➤ État malgache
9 000 000 €

4 % ***Compensation carbone***
1 200 000 €

16 % ***Investissements privés - Prêts***
➤ Venture philanthropy
➤ Investissements à rentabilité limitée
➤ Opérateurs privés locaux
➤ Investisseurs locaux
➤ Fonds d'investissements européens
➤ Banques locales

4 800 000 €

Au-delà des programmes subventionnés à 100 %, la Fondation Énergies pour le Monde propose ici un montage financier innovant basé sur un partenariat public – privé. À côté de la part de l'investissement privé atteignant 16 %, la prise en charge de la TVA et des droits de douane par ***l'État malgache*** permettra de réduire la facture globale du programme de 9 000 000 €, soit 30 % du coût global. ***La compensation carbone***, c'est-à-dire la valorisation des tonnes de CO2 évitées grâce à l'utilisation des énergies renouvelables, offrira quant à elle des revenus de 1 200 000 €, soit 4 % du coût total.
Au final, ***un taux de subvention*** de 50 % est nécessaire pour compléter le montage financier.

Le programme et son montage financier ont été présentés en juin 2008 aux acteurs institutionnels de l'énergie malgaches, aux opérateurs potentiels et aux acteurs bancaires locaux. Ils ont été favorablement reçus. ***L'équipe du Madagascar Action Plan 2007-2012 a retenu le Programme parmi ses priorités.***

« Aucun programme d'électrification rurale par énergies renouvelables ne peut être rentable sans subvention à l'investissement, où qu'il soit mis en place. Ce programme n'échappe pas à la règle. Cependant, par un montage financier innovant, basé sur un partenariat public-privé, il parvient à réduire la part de subvention à 50 %. »

Nicolas Guichard,
expert à la Fondation Énergies pour le Monde

LE CALENDRIER PRÉVISIONNEL

La durée de réalisation du programme est estimée à 36 mois, durant lesquels la Fondation accompagne les acteurs locaux. Le calendrier prévisionnel est identique pour toutes les régions.

Il sera amené à évoluer pour chacune d'entre elles en fonction du bouclage du montage financier, des éventuelles études complémentaires et des délais d'approvisionnement des équipements.

		ANNÉE 1			
		Trimestre 1	Trimestre 2	Trimestre 3	Trimestre 4
Élaboration des conventions et contrats	Appel à manifestations d'intérêt pour opérateurs	●	●		
	Appel d'offres et sélection des opérateurs			●	
	Élaboration des contrats d'autorisation et concession entre les acteurs	●	●		
	Signature des conventions avec les Régions et les communes				●
Études complémentaires*	Sites éoliens et hydrauliques	●	●	●	●
Élaboration des cahiers des charges, appel d'offres	Rédaction du dossier d'appel d'offres fournisseurs		●		
	Consultation des prestataires			●	
Contractualisation	Négociation, signature des contrats, mise en place des cautions			●	●
Réception et mise en service	Fabrication, transport, installation				
	Réception sur site				
Formation, suivi, accompagnement	Formation des acteurs				
	Appui à la mise en place d'activités économiques				
	Suivi et accompagnement des acteurs				

(*) Pour les sites nécessitant des études complémentaires, le calendrier de réalisation est décalé d'un an.

	ANNÉE 2				*ANNÉE 3*			
	Trimestre 1	Trimestre 2	Trimestre 3	Trimestre 4	Trimestre 1	Trimestre 2	Trimestre 3	Trimestre 4
	●	●	●	●				
				●				
	●	●	●	●				
			●	●	●	●	●	●
					●	●	●	●

RÉGION AMORON'I MANIA

714 295 habitants ➤ 17 516 km² de superficie

Artisanat important : vannerie, soierie, art Zafimaniry…
Ressources minières abondantes : marbre, pierres précieuses

Potentiel énergétique renouvelable

➤ ***Solaire :*** 5,3 kWh/m².jour
➤ ***Éolien :*** 3,7 m/s à 20 m de hauteur

Dépenses énergétiques substituables

➤ 10 € par mois

Taux d'électrification rurale de la région

➤ 10 %

Priorités de développement pour la région

➤ Développement des infrastructures sanitaires
➤ Accès à l'éducation
➤ Développement de l'agro-industrie
➤ Développement des infrastructures touristiques

AMBATOFITORAHANA

Population de la commune
➤ 7 995 habitants
Marché régional
Applications prévues
➤ Infrastructures hôtelières
➤ 2 écoles et 1 centre de santé

Technologie proposée
➤ Centrale photovoltaïque
Puissance
➤ 21 kWc
Investissement initial
➤ 290 000 €

AMBATOMARINA

Population de la commune
➤ 18 904 habitants
Marché régional
Applications prévues
➤ 2 écoles et 1 centre de santé
Richesses minières

Technologie proposée
➤ Centrale photovoltaïque
Puissance
➤ 47 kWc
Investissement initial
➤ 630 000 €

AMBINANINDRANO

Population de la commune
➤ 15 004 habitants
Marché régional
Fabrication de rhum
Applications prévues
➤ Écotourisme
➤ 3 écoles et 1 centre de santé

Technologie proposée
➤ Centrale photovoltaïque
Puissance
➤ 22 kWc
Investissement initial
➤ 320 000 €

AMBOHIMAHAZO

Population de la commune
➤ 11 711 habitants
Marché local
Sériciculture
Applications prévues
➤ 5 écoles

Technologie proposée
➤ Centrale photovoltaïque
Puissance
➤ 34 kWc
Investissement initial
➤ 488 000 €

ANJOMAN' ANKONA

Population de la commune
➤ 7 815 habitants
Marché national
Richesses minières - Soierie
Applications prévues
➤ 4 écoles et 1 centre de santé

Technologie proposée
➤ Centrale photovoltaïque
Puissance
➤ 34 kWc
Investissement initial
➤ 442 000 €

ANJOMA-NANDIHIZANA

Population de la commune
➤ 14 107 habitants
Marché local
Installation d'un voyagiste
Applications prévues
➤ 3 écoles et 1 centre de santé

Technologie proposée
➤ Centrale photovoltaïque
Puissance
➤ 24 kWc
Investissement initial
➤ 312 000 €

ANTOETRA

Population de la commune
➤ 11 940 habitants
Marché régional
Écotourisme - Artisanat Zafimaniry
Applications prévues
➤ 4 écoles et 1 centre de santé

Technologie proposée
➤ Centrale photovoltaïque
Puissance
➤ 18 kWc
Investissement initial
➤ 267 000 €

IVONY

Population de la commune
➤ 6 859 habitants
Orangeraie
Applications prévues
➤ 3 écoles et 1 centre de santé

Technologie proposée
➤ Centrale photovoltaïque
Puissance
➤ 17 kWc
Investissement initial
➤ 254 000 €

MAROSOA

Population de la commune
➤ 12 595 habitants
Applications prévues
➤ 4 écoles et 1 centre de santé

Technologie proposée
➤ Centrale photovoltaïque
Puissance
➤ 18 kWc
Investissement initial
➤ 268 000 €

VINANY-ANDAKATANY

Population de la commune
➤ 5 877 habitants
Marché local
Production d'artémisine
Applications prévues
➤ 2 écoles

Technologie proposée
➤ Centrale photovoltaïque
Puissance
➤ 15 kWc
Investissement initial
➤ 221 000 €

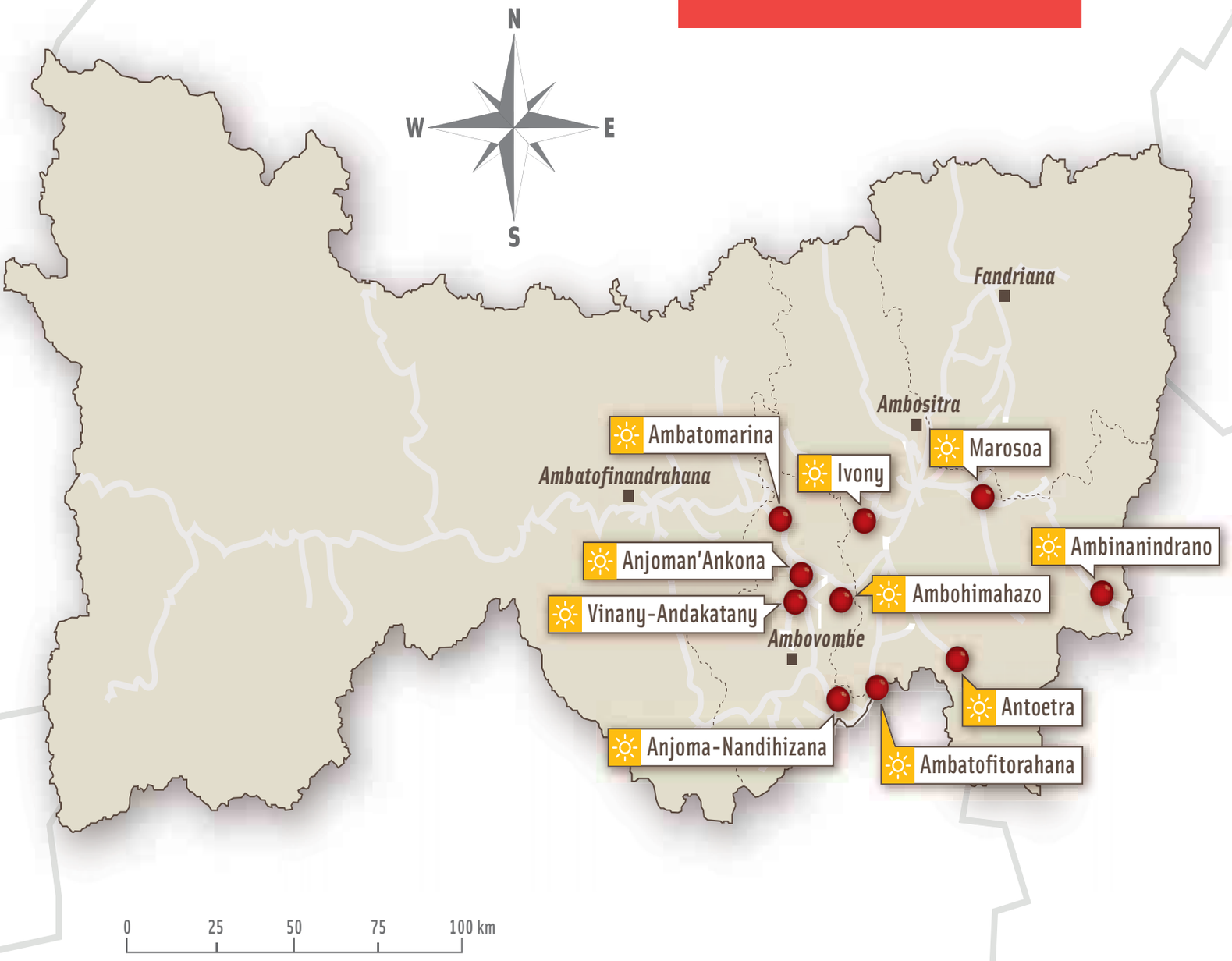
Nombre total d'abonnés visé à 6 ans
2 000

Nombre de bénéficiaires indirects
100 000 habitants

Taux d'électrification rurale visé
29 %

Tarification proposée
3 € à 10 € par mois

Investissement global
3 492 000 €



RÉGION ANDROY

553 238 habitants ➤ 18 373 km² de superficie

Activités touristiques et pêche très importante sur la bande côtière

Potentiel énergétique renouvelable

- *Solaire :* 5,5 kWh/m².jour
- *Éolien :* 6 m/s à 20 m de hauteur

Dépenses énergétiques substituables

- 10 € par mois

Taux d'électrification rurale de la région

- Moins de 1 %

Priorités de développement pour la région

- Développement de l'accès à l'eau potable
- Valorisation des produits halieutiques
- Développement de l'exploitation minière
- Développement de l'écotourisme
- Promotion des petites entreprises

AMBONAIVO

Population de la commune
- 9 675 habitants

Marché régional

Applications prévues
- Chambre froide, presses électriques
- 1 école

Technologie proposée
- Centrale éolienne

Puissance
- 13 kW

Investissement initial
- 155 000 €

ANKILIKIRA

Population de la commune
- 13 820 habitants

Marché régional

Applications prévues
- Transformation agroalimentaire
- 1 école

Technologie proposée
- Centrale éolienne

Puissance
- 4 kW

Investissement initial
- 64 000 €

FAUX-CAP

Population de la commune
- 11 187 habitants

Marché régional

Applications prévues
- Chambre froide
- 2 écoles, 1 centre de santé

Technologie proposée
- Centrale éolienne

Puissance
- 10 kW

Investissement initial
- 118 000 €

MAROVATO

Population de la commune
- 14 122 habitants

Marché national

Applications prévues
- Chambre froide
- 1 école, 1 centre de santé

Technologie proposée
- Centrale éolienne

Puissance
- 8 kW

Investissement initial
- 125 000 €

AMBONDRO

Population de la commune
- 18 780 habitants

Marché national

Artisanat

Applications prévues
- 2 écoles, 1 centre de santé

Technologie proposée
- Centrale éolienne

Puissance
- 58 kW

Investissement initial
- 281 000 €

ERADA

Population de la commune
- 10 850 habitants

Marché régional

Applications prévues
- Chambre froide
- 2 écoles, 1 centre de santé

Technologie proposée
- Centrale éolienne

Puissance
- 7 kW

Investissement initial
- 98 000 €

MAROALOMAINTY

Population de la commune
- 33 153 habitants

Marché régional

Applications prévues
- Conservation des produits halieutiques
- 1 école

Technologie proposée
- Centrale éolienne

Puissance
- 3 kW

Investissement initial
- 64 000 €

Dans l'Androy, au climat aride, les éoliennes installées permettront notamment d'améliorer l'accès à l'eau potable, grâce au pompage.

Fondation Énergies pour le Monde

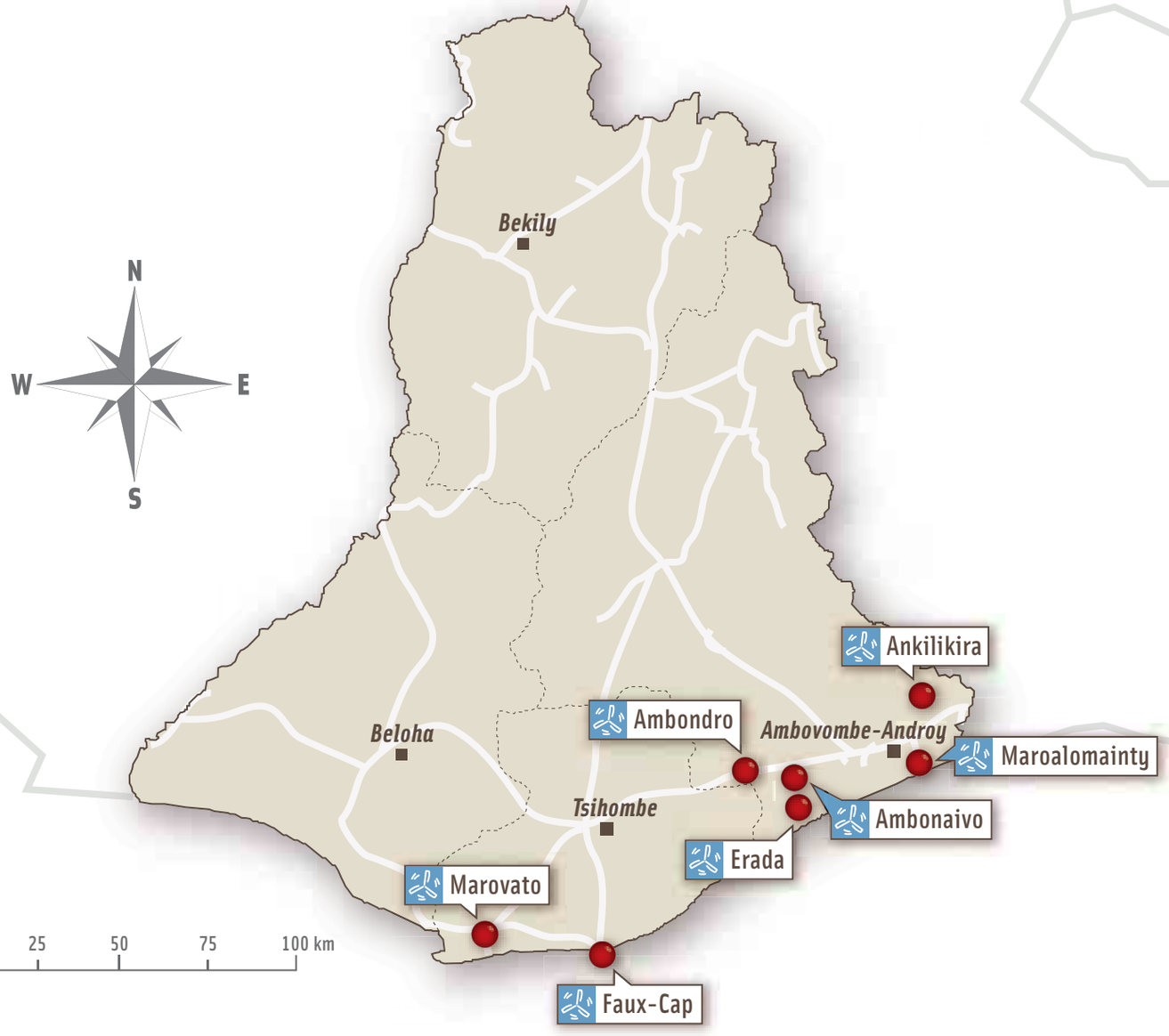
Nombre total d'abonnés visé à 6 ans
800

Nombre de bénéficiaires indirects
100 000 habitants

Taux d'électrification rurale visé
15 %

Tarification proposée
2 € à 10,5 € par mois

Investissement global
905 000 €



RÉGION ANOSY

580 580 habitants ➤ 29 731 km² de superficie

Fort-Dauphin est la 3e destination touristique de Madagascar
Développement de l'exploitation minière

Potentiel énergétique renouvelable

- *Solaire :* 5,5 kWh/m².jour
- *Éolien :* 5,5 m/s à 20 m de hauteur

Dépenses énergétiques substituables

- 7 € par mois

Taux d'électrification rurale de la région

- 7 %

Priorités de développement pour la région

- Développement de l'accès à l'eau potable, aux services de santé et à l'éducation
- Électrification rurale
- Développement des secteurs économiques porteurs (tourisme, mines, pêche...)
- Protection de l'environnement

ANALAPATSY

Population de la commune
- 11 726 habitants

Marché régional

Pêche : langoustes, crevettes

Applications prévues
- 1 école et 1 centre de santé

Technologie proposée
- Centrale éolienne

Puissance
- 17 kW

Investissement initial
- 214 000 €

IFARANTSOA

Population de la commune
- 11 265 habitants

Marché national

Culture de fruits : litchis, oranges, mangues

Applications prévues
- 2 écoles et 1 centre de santé

Technologie proposée
- Centrale éolienne

Puissance
- 30 kW

Investissement initial
- 295 000 €

IFOTAKA

Population de la commune
- 18 115 habitants

Marché régional

Tourisme et pêche

Applications prévues
- 11 écoles et 1 centre de santé

Technologie proposée
- Centrale éolienne

Puissance
- 61 kW

Investissement initial
- 492 000 €

MAHATALAKY

Population de la commune
- 25 752 habitants

Marché national

Tourisme, production de café, exploitation d'ilménite

Applications prévues
- 2 écoles et 1 centre de santé

Technologie proposée
- Centrale éolienne

Puissance
- 55 kW

Investissement initial
- 487 000 €

MANANTENINA

Population de la commune
- 10 985 habitants

Marché local

Applications prévues
- Développement de l'exploitation de bauxite
- 4 écoles et 1 centre de santé

Technologie proposée
- Centrale éolienne

Puissance
- 44 kW

Investissement initial
- 379 000 €

SAMPONA

Population de la commune
- 16 182 habitants

Marché régional

Tourisme et pêche

Applications prévues
- 2 écoles et 1 centre de santé

Technologie proposée
- Centrale éolienne

Puissance
- 24 kW

Investissement initial
- 254 000 €

SOANIERANA

Population de la commune
- 11 211 habitants

Marché régional

Tourisme et production maraîchère

Applications prévues
- 1 école et 1 centre de santé

Technologie proposée
- Centrale éolienne

Puissance
- 42 kW

Investissement initial
- 370 000 €

TANANDAVA

Population de la commune
- 11 440 habitants

Marché régional

Pêche, importante activité commerciale et tourisme

Applications prévues
- 1 école et 1 centre de santé

Technologie proposée
- Centrale éolienne

Puissance
- 6 kW

Investissement initial
- 97 000 €

La majorité des communes de cette région sont situées en bord de mer. Elles bénéficient d'un vent fort et régulier, valorisable pour la production d'électricité.

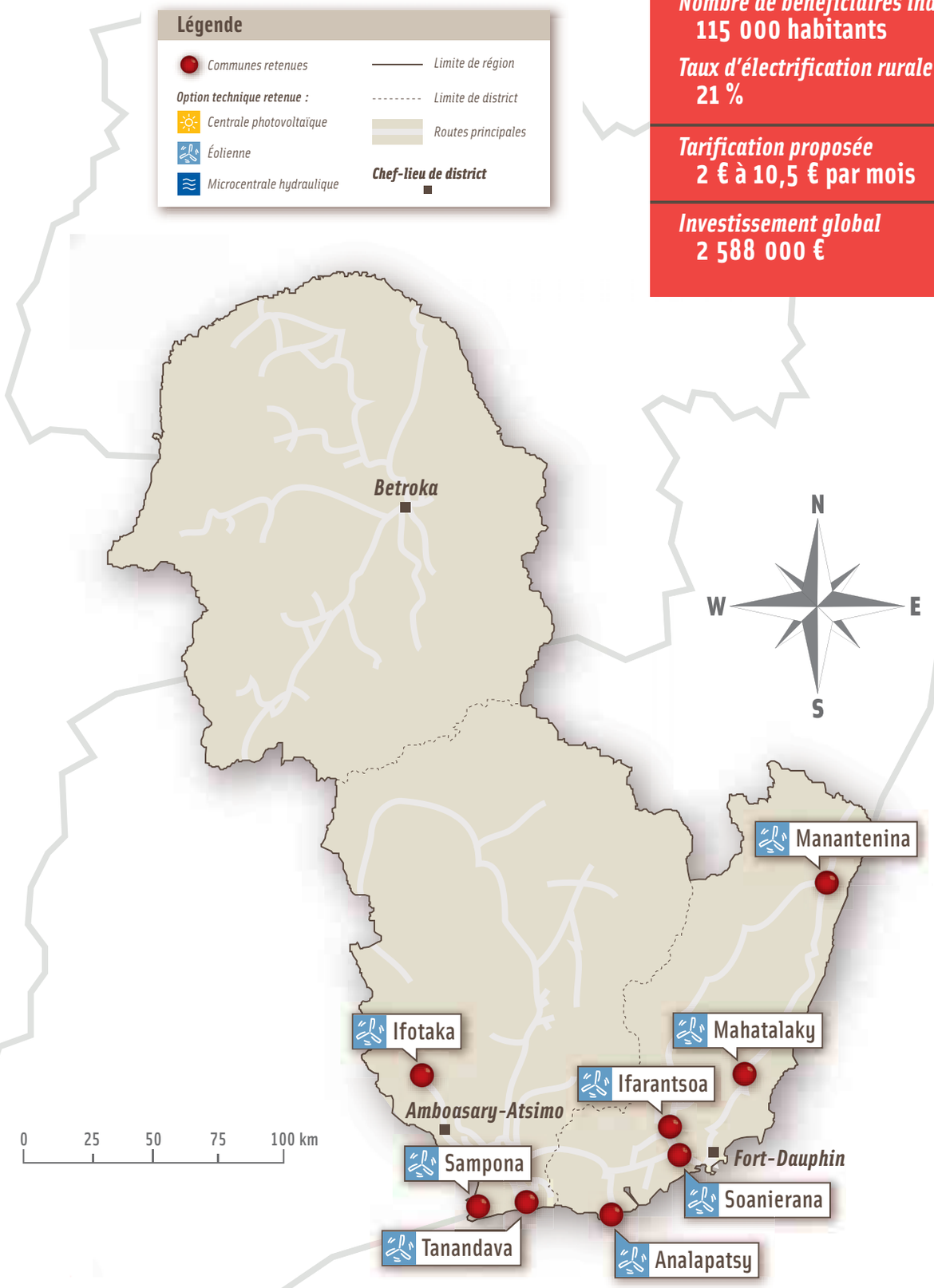
Nombre total d'abonnés visé à 6 ans
1 800

Nombre de bénéficiaires indirects
115 000 habitants

Taux d'électrification rurale visé
21 %

Tarification proposée
2 € à 10,5 € par mois

Investissement global
2 588 000 €



RÉGION ATSIMO ATSINANANA

1 052 542 habitants ➤ 18 373 km² de superficie

Exportation de café, extraction minière, artisanat...

Potentiel énergétique renouvelable

- *Solaire :* 4,9 kWh/m².jour
- *Éolien :* 4 m/s à 20 m de hauteur
- *Hydraulique*

Dépenses énergétiques substituables

- 7 € par mois

Taux d'électrification rurale de la région

- Moins de 1 %

Priorités de développement pour la région

- Diversification des cultures de rente
- Aménagement d'unités de traitement et de conditionnement des produits halieutiques
- Développement d'infrastructures touristiques et de télécommunication

MAHATSINJO

Population de la commune
- 21 008 habitants

Marché régional

Applications prévues
- Décortiquerie
- 2 écoles et 1 centre de santé

Technologie proposée
- Microcentrale hydraulique

Puissance
- 20 kW

Investissement initial
- 152 000 €

AMBOHIGOGO

Population de la commune
- 14 250 habitants

Marché national

Applications prévues
- Complexes industriels
- 2 écoles

Technologie proposée
- Centrale photovoltaïque

Puissance
- 47 kWc

Investissement initial
- 637 000 €

EVATO

Population de la commune
- 15 748 habitants

Marché régional

Applications prévues
- Décortiquerie
- 2 écoles et 1 centre de santé

Technologie proposée
- Centrale photovoltaïque

Puissance
- 69 kWc

Investissement initial
- 926 000 €

MAHAFASA

Population de la commune
- 20 738 habitants

Marché régional

Applications prévues
- Complexes industriels, hôtellerie-restauration
- 2 écoles et 1 centre de santé

Technologie proposée
- Centrale photovoltaïque

Puissance
- 47 kWc

Investissement initial
- 645 000 €

TANGAINONY

Population de la commune
- 19 548 habitants

Marché national

Applications prévues
- Complexes industriels, scierie
- 3 écoles et 1 centre de santé

Technologie proposée
- Centrale photovoltaïque

Puissance
- 69 kWc

Investissement initial
- 940 000 €

Fondation Énergies pour le Monde

Les cinq communes de cette région comportent des marchés d'envergure importante, signe d'un fort dynamisme économique.

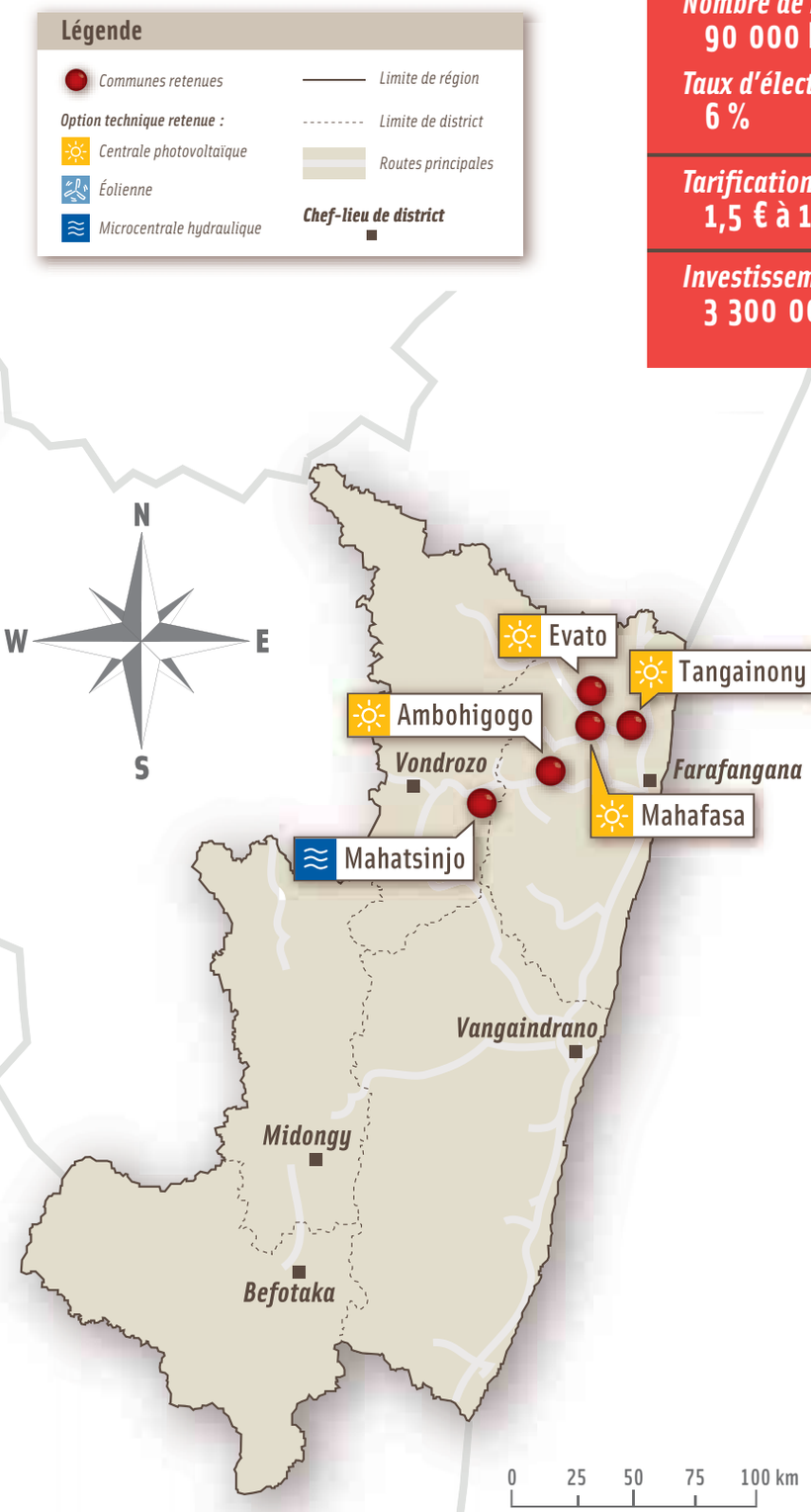
Nombre total d'abonnés visé à 6 ans
2 200

Nombre de bénéficiaires indirects
90 000 habitants

Taux d'électrification rurale visé
6 %

Tarification proposée
1,5 € à 12 € par mois

Investissement global
3 300 000 €



RÉGION ATSIMO ANDREFANA

1 436 261 habitants ➤ 66 236 km² de superficie

Ressources minières importantes : fer, charbon, saphir
Artisanat : tapis mohair
Tourisme : sites balnéaires, réserves et parcs naturels

Potentiel énergétique renouvelable

➤ *Solaire :* 6 kWh/m².jour
➤ *Éolien :* 4 m/s à 20 m de hauteur
➤ *Hydraulique*

Dépenses énergétiques substituables

➤ 9 € par mois

Taux d'électrification rurale de la région

➤ 6 %

Priorités de développement pour la région

➤ Éducation, santé, eau potable
➤ Autosuffisance alimentaire de la région
➤ Développement des infrastructures touristiques

AMBOHIMAHAVELONA

Population de la commune
➤ 9 569 habitants
Marché régional
Site touristique des 7 lacs
Applications prévues
➤ 5 écoles, 1 centre de santé

Technologie proposée
➤ Centrale éolienne
Puissance
➤ 21 kW
Investissement initial
➤ 369 000 €

ANALAMISAMPY

Population de la commune
➤ 40 971 habitants
Marché régional
Culture du coton
Applications prévues
➤ 2 écoles, 1 centre de santé

Technologie proposée
➤ Centrale photovoltaïque
Puissance
➤ 19 kWc
Investissement initial
➤ 287 000 €

ANDRANOHINALY

Population de la commune
➤ 9 104 habitants
Marché régional
Applications prévues
➤ 10 écoles, 2 centres de santé

Technologie proposée
➤ Centrale éolienne
Puissance
➤ 35 kW
Investissement initial
➤ 472 000 €

ANTANIMIEVA

Population de la commune
➤ 27 325 habitants
Marché national
Culture du coton
Applications prévues
➤ 4 écoles, 1 centre de santé

Technologie proposée
➤ Centrale photovoltaïque
Puissance
➤ 61 kWc
Investissement initial
➤ 867 000 €

BEFANDRIANA

Population de la commune
➤ 20 662 habitants
Marché régional
Applications prévues
➤ 4 écoles, 1 centre de santé

Technologie proposée
➤ Centrale photovoltaïque
Puissance
➤ 28 kWc
Investissement initial
➤ 449 000 €

COMMUNE DE BELALANDA

BELALANDA

Population de la commune
➤ 12 992 habitants
Marché régional
Tourisme et pêche
Applications prévues
➤ 2 écoles, 1 centre de santé

Technologie proposée
➤ Centrale éolienne
Puissance
➤ 35 kW
Investissement initial
➤ 513 000 €

MANGILY - IFATY

Zones touristiques importantes, construction d'un débarcadère et d'un atelier de construction de pirogues
Applications prévues
➤ 2 écoles

Technologie proposée
➤ Centrale éolienne
Puissance
➤ 128 kW
Investissement initial
➤ 1 846 000 €

BEZAHA

Population de la commune
➤ 12 463 habitants
Marché régional
Applications prévues
➤ Construction d'un atelier de pirogues
➤ 9 écoles, 4 centres de santé

Technologie proposée
➤ Microcentrale hydraulique
Puissance
➤ 120 kW
Investissement initial
➤ 395 000 €

MAHABOBOKA

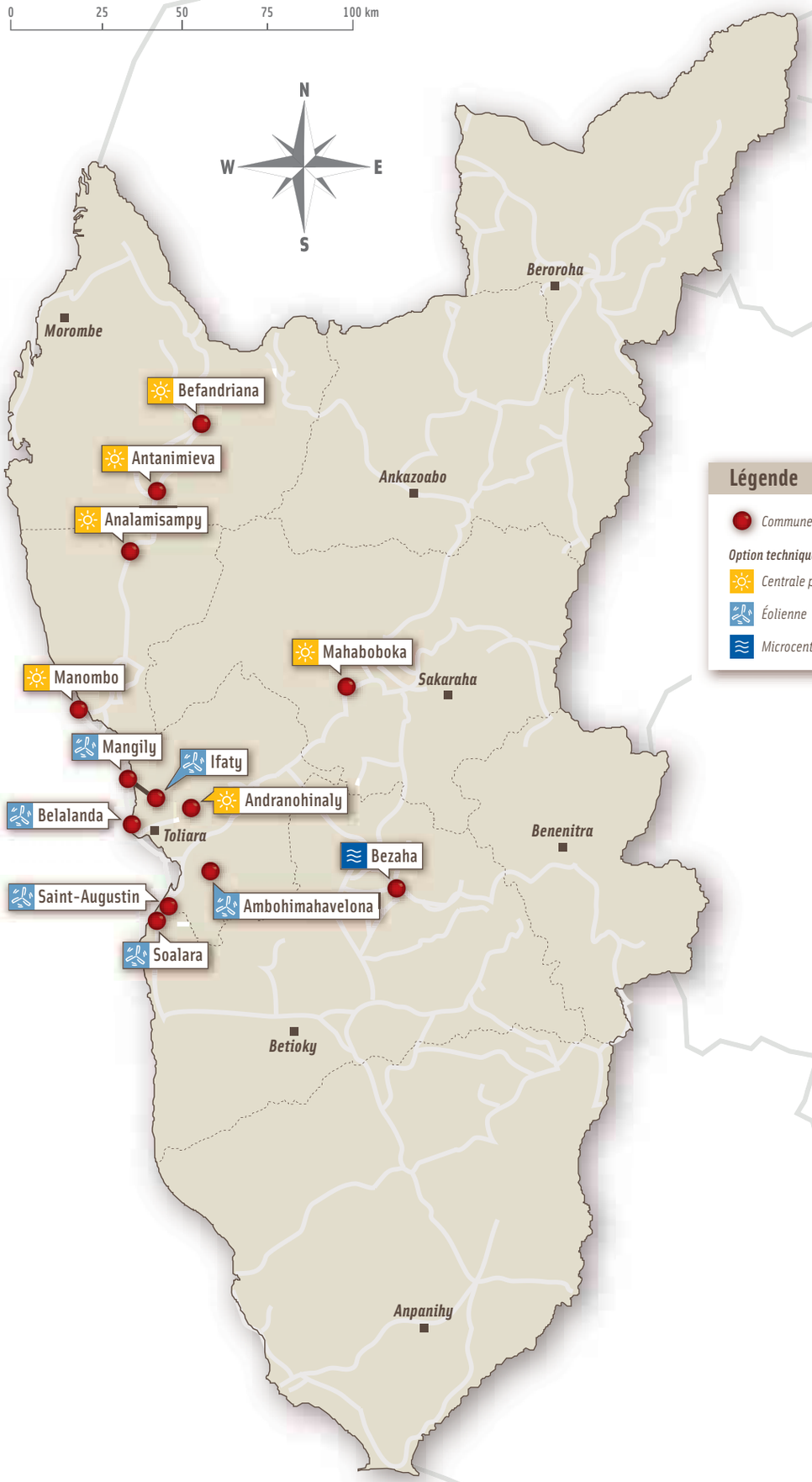
Population de la commune
➤ 9 205 habitants
Marché régional
Culture du coton
Applications prévues
➤ 2 écoles, 1 centre de santé

Technologie proposée
➤ Centrale photovoltaïque
Puissance
➤ 45 kWc
Investissement initial
➤ 642 000 €

MANOMBO

Population de la commune
➤ 31 019 habitants
Marché régional
Applications prévues
➤ Unité de fabrication de glace, atelier de construction de pirogues
➤ 4 écoles, 2 centres de santé

Technologie proposée
➤ Centrale photovoltaïque
Puissance
➤ 52 kWc
Investissement initial
➤ 719 000 €



Nombre total d'abonnés visé à 6 ans
6 300

Nombre de bénéficiaires indirects
210 000 habitants

Taux d'électrification rurale visé
20 %

Tarification proposée
3 € à 13 € par mois

Investissement global
7 915 000 €

Légende

- *Communes retenues*
- *Option technique retenue :*
  - *Centrale photovoltaïque*
  - *Éolienne*
  - *Microcentrale hydraulique*
- *Limite de région*
- *Limite de district*
- *Routes principales*
- ***Chef-lieu de district***

SOALARA

Population de la commune
➤ 7 764 habitants

Marché régional

Applications prévues
➤ Atelier de construction de pirogues
➤ 4 écoles, 1 centre de santé

Technologie proposée
➤ Centrale éolienne

Puissance
➤ 47 kW

Investissement initial
➤ 720 000 €

SAINT-AUGUSTIN

Population de la commune
➤ 13 360 habitants

Marché régional

Applications prévues
➤ Unité de fabrication de glace, atelier de construction de pirogues
➤ 2 écoles, 1 centre de santé

Technologie proposée
➤ Centrale éolienne

Puissance
➤ 43 kW

Investissement initial
➤ 636 000 €

RÉGION HAUTE MATSIATRA

1 269 210 habitants ➤ 20 959 km² de superficie

Ressources minières importantes
Artisanat : poterie, vannerie, sculpture, marqueterie

Potentiel énergétique renouvelable

- *Solaire :* 5,2 kWh/m².jour
- *Éolien :* 5,7 m/s à 20 m de hauteur
- *Hydraulique*

Dépenses énergétiques substituables

- 9 € par mois

Taux d'électrification rurale de la région

- 16 %

Priorités de développement pour la région

- Construction de routes
- Accès à l'information
- Unités de transformation agroalimentaire
- Mise en place de comptoirs miniers
- Amélioration des techniques d'extraction minière
- Développement des infrastructures touristiques

AMBATOSOA

Population de la commune
➤ 15 045 habitants
Marché régional
Activité artisanale importante
Applications prévues
➤ 2 écoles

Technologie proposée
➤ Centrale photovoltaïque
Puissance
➤ 9 kWc
Investissement initial
➤ 116 000 €

AMBONDRONA

Population de la commune
➤ 14 033 habitants
Marché local
Applications prévues
➤ 8 écoles et 1 centre de santé

Technologie proposée
➤ Centrale photovoltaïque
Puissance
➤ 20 kWc
Investissement initial
➤ 270 000 €

ANJOMA-ITSARA

Population de la commune
➤ 8 226 habitants
Marché régional
Exportation de café
Applications prévues
➤ 3 écoles et 1 centre de santé

Technologie proposée
➤ Centrale photovoltaïque
Puissance
➤ 28 kWc
Investissement initial
➤ 368 000 €

BEFETA

Population de la commune
➤ 15 318 habitants
Marché régional
Cultures maraîchères
Applications prévues
➤ 3 écoles et 1 centre de santé

Technologie proposée
➤ Centrale photovoltaïque
Puissance
➤ 40 kWc
Investissement initial
➤ 544 000 €

FIADANANA

Population de la commune
➤ 17 220 habitants
Marché local
Production de pêches
Applications prévues
➤ 4 écoles et 1 centre de santé

Technologie proposée
➤ Centrale photovoltaïque
Puissance
➤ 15 kWc
Investissement initial
➤ 203 000 €

IKALALAO

Population de la commune
➤ 14 977 habitants
Production d'huile essentielle
Applications prévues
➤ 4 écoles et 1 centre de santé

Technologie proposée
➤ Centrale photovoltaïque
Puissance
➤ 11 kWc
Investissement initial
➤ 169 000 €

SAHAVE

Population de la commune
➤ 17 481 habitants
Marché régional
Ressources minières : tourmaline, béryl
Applications prévues
➤ 2 écoles et 1 centre de santé

Technologie proposée
➤ Centrale photovoltaïque
Puissance
➤ 13 kWc
Investissement initial
➤ 179 000 €

CAMP-ROBIN

SAHATONA

VOHIPOSA

CAMP-ROBIN

Population de la commune
➤ 12 190 habitants
Marché régional
Activité commerciale importante

SAHATONA

Population de la commune
➤ 12 163 habitants
Marché régional
Pisciculture

VOHIPOSA

Population de la commune
➤ 17 982 habitants
Marché régional
Activités artisanales importantes : arts malagasy, menuiserie, ferronnerie

Technologie proposée
➤ Microcentrale hydraulique
Puissance
➤ 150 kW
Investissement initial
➤ 638 000 €

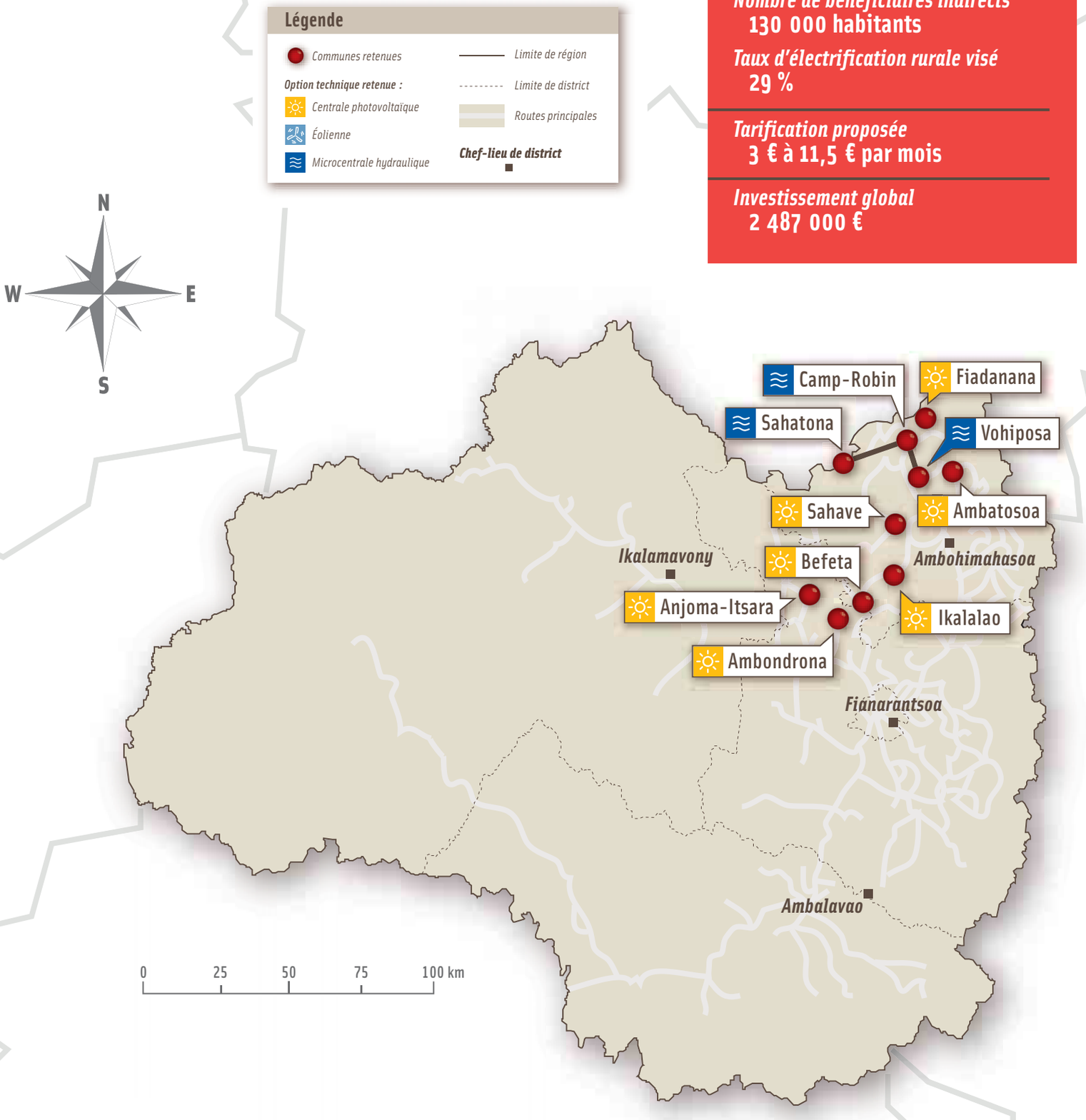
Nombre total d'abonnés visé à 6 ans
2 200

Nombre de bénéficiaires indirects
130 000 habitants

Taux d'électrification rurale visé
29 %

Tarification proposée
3 € à 11,5 € par mois

Investissement global
2 487 000 €



RÉGION MENABE

566 804 habitants ➤ 46 121 km² de superficie

Construction de goélettes
Tourisme

Potentiel énergétique renouvelable

➤ *Solaire :* 6 kWh/m².jour
➤ *Éolien :* 4,3 m/s à 20 m de hauteur

Dépenses énergétiques substituables

➤ 6 € par mois

Taux d'électrification rurale de la région

➤ Moins de 1 %

Priorités de développement pour la région

➤ Valorisation des produits halieutiques
➤ Développement des métiers de l'écotourisme
➤ Création de nouveaux métiers en zone rurale

AMPANIHY

Population de la commune
➤ 13 131 habitants

Applications prévues
➤ 2 écoles et 1 centre de santé

Technologie proposée
➤ Centrale photovoltaïque

Puissance
➤ 28 KWc

Investissement initial
➤ 393 000 €

ANALAIVA

Population de la commune
➤ 18 420 habitants

Marché régional

Usine sucrière

Applications prévues
➤ 3 écoles et 1 centre de santé

Technologie proposée
➤ Centrale photovoltaïque

Puissance
➤ 49 kWc

Investissement initial
➤ 666 000 €

ANKOTROFOTSY

Population de la commune
➤ 7 455 habitants

Applications prévues
➤ Hôtellerie-restauration
➤ 2 écoles et 1 centre de santé

Technologie proposée
➤ Centrale photovoltaïque

Puissance
➤ 18 kWc

Investissement initial
➤ 255 000 €

ANOSIMENA

Population de la commune
➤ 7 693 habitants

Marché national

Applications prévues
➤ Chambre froide, décortiquerie, hôtellerie-restauration
➤ 1 école et 1 centre de santé

Technologie proposée
➤ Centrale photovoltaïque

Puissance
➤ 37 kWc

Investissement initial
➤ 491 000 €

BELO-SUR-MER

Population de la commune
➤ 8 945 habitants

Marché national

Activités touristiques importantes, construction de bateaux de pêche

Applications prévues
➤ Construction d'un hôtel
➤ 2 écoles et 1 centre de santé

Technologie proposée
➤ Centrale éolienne

Puissance
➤ 63 kW

Investissement initial
➤ 505 000 €

BEROBOKA

Population de la commune
➤ 7 021 habitants

Activités touristiques

Applications prévues
➤ 1 école et 2 centres de santé

Technologie proposée
➤ Centrale photovoltaïque

Puissance
➤ 14 kWc

Investissement initial
➤ 233 00 €

ISALO

Population de la commune
➤ 10 183 habitants

Marché régional

Applications prévues
➤ Décortiquerie
➤ 1 école et 1 centre de santé

Technologie proposée
➤ Centrale photovoltaïque

Puissance
➤ 28 kWc

Investissement initial
➤ 389 000 €

TSIMAFANA

Population de la commune
➤ 9 527 habitants

Marché régional

Activités touristiques importantes, présence d'un port de pêche

Applications prévues
➤ Décortiquerie
➤ 3 écoles et 1 centre de santé

Technologie proposée
➤ Centrale photovoltaïque

Puissance
➤ 20 kWc

Investissement initial
➤ 310 000 €

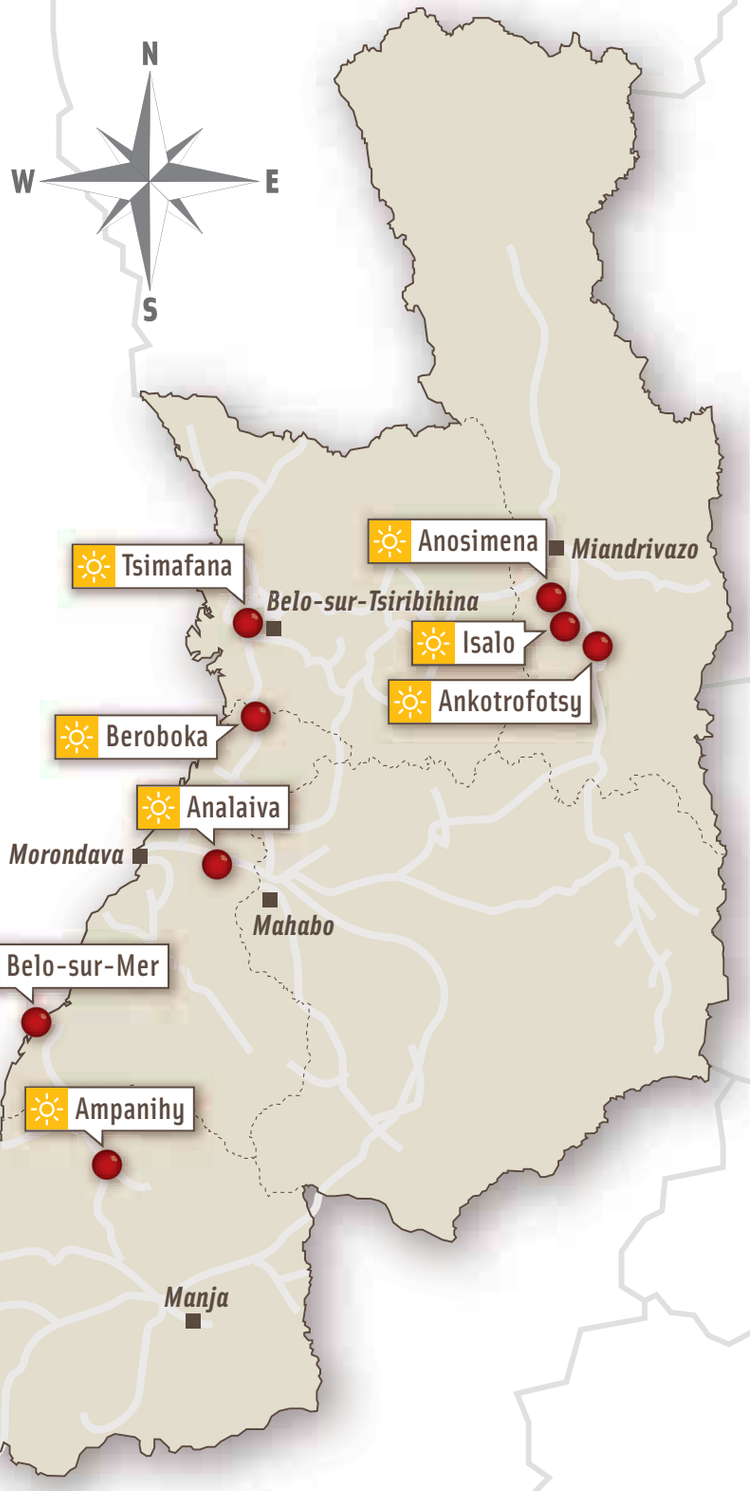
Nombre total d'abonnés visé à 6 ans
2 000

Nombre de bénéficiaires indirects
80 000 habitants

Taux d'électrification rurale visé
18 %

Tarification proposée
2 € à 13,5 € par mois

Investissement global
3 242 000 €



Légende

- *Communes retenues*
- *Option technique retenue :*
  - *Centrale photovoltaïque*
  - *Éolienne*
  - *Microcentrale hydraulique*
- *Limite de région*
- *Limite de district*
- *Routes principales*
- ***Chef-lieu de district***

0 25 50 75 100 km

RÉGION VATOVAVY FITOVINANY

1 683 140 habitants ➤ 20 200 km² de superficie

Ressources minières : or, émeraude, quartz
Artisanat : distillation de rhum, sculpture, vannerie, tissage

Potentiel énergétique renouvelable

- *Solaire :* 5 kWh/m².jour
- *Éolien :* 3,67 m/s à 20 m de hauteur
- *Hydraulique*

Dépenses énergétiques substituables

- 10 € par mois

Taux d'électrification rurale de la région

- 1 %

Priorités de développement pour la région

- Diversification des cultures de rente (vanille, café, poivre...)
- Développement des activités minières
- Développement d'infrastructures touristiques

AMBATOFOTSY

Population de la commune
➤ 24 125 habitants
Marché local
Production agricole et élevage, production d'alcool
Applications prévues
➤ 4 écoles et 3 centres de santé

Technologie proposée
➤ Centrale photovoltaïque
Puissance
➤ 80 kWc
Investissement initial
➤ 1 050 000 €

AMBOHIMANGA

Population de la commune
➤ 16 915 habitants
Marché régional
Exportation de riz et de café
Applications prévues
➤ 6 écoles et 3 centres de santé

Technologie proposée
➤ Centrale photovoltaïque
Puissance
➤ 47 kWc
Investissement initial
➤ 641 000 €

AMBOHINIHAONANA

Population de la commune
➤ 18 566 habitants
Marché national
Exploitation minière (or, pierres précieuses...)
Applications prévues
➤ 1 école et 3 centres de santé

Technologie proposée
➤ Centrale photovoltaïque
Puissance
➤ 58 kWc
Investissement initial
➤ 775 000 €

ANDRORANGAVOLA

Population de la commune
➤ 15 994 habitants
Production de café
Applications prévues
➤ 4 écoles et 2 centres de santé

Technologie proposée
➤ Centrale photovoltaïque
Puissance
➤ 9 kWc
Investissement initial
➤ 143 000 €

ANTARETRA

Population de la commune
➤ 12 680 habitants
Marché régional
Richesses minières (or)
Applications prévues
➤ 1 école et 1 centre de santé

Technologie proposée
➤ Centrale photovoltaïque
Puissance
➤ 32 kWc
Investissement initial
➤ 431 000 €

KIANJAVATO

Population de la commune
➤ 9 494 habitants
Production de café
Applications prévues
➤ 3 écoles et 2 centres de santé

Technologie proposée
➤ Centrale photovoltaïque
Puissance
➤ 59 kWc
Investissement initial
➤ 781 000 €

MANAMPATRANA

Population de la commune
➤ 11 136 habitants
Marché local
Applications prévues
➤ 4 écoles et 1 centre de santé

Technologie proposée
➤ Centrale photovoltaïque
Puissance
➤ 57 kWc
Investissement initial
➤ 761 000 €

SAHASINAKA

FENOMBY

MAHABAKO

SAHASINAKA
Population de la commune
➤ 24 026 habitants
Marché national
Artisanat et transformation de produits agricoles (vannerie, couture)

FENOMBY
Population de la commune
➤ 14 254 habitants
Marché régional
Culture du café et de la canne à sucre

MAHABAKO
Population de la commune
➤ 27 763 habitants
Marché national
Production de café

Applications prévues pour les 3 communes
➤ 15 écoles et 2 centres de santé

Technologie proposée
➤ Microcentrale hydraulique
Puissance
➤ 160 kW
Investissement initial
➤ 750 000 €

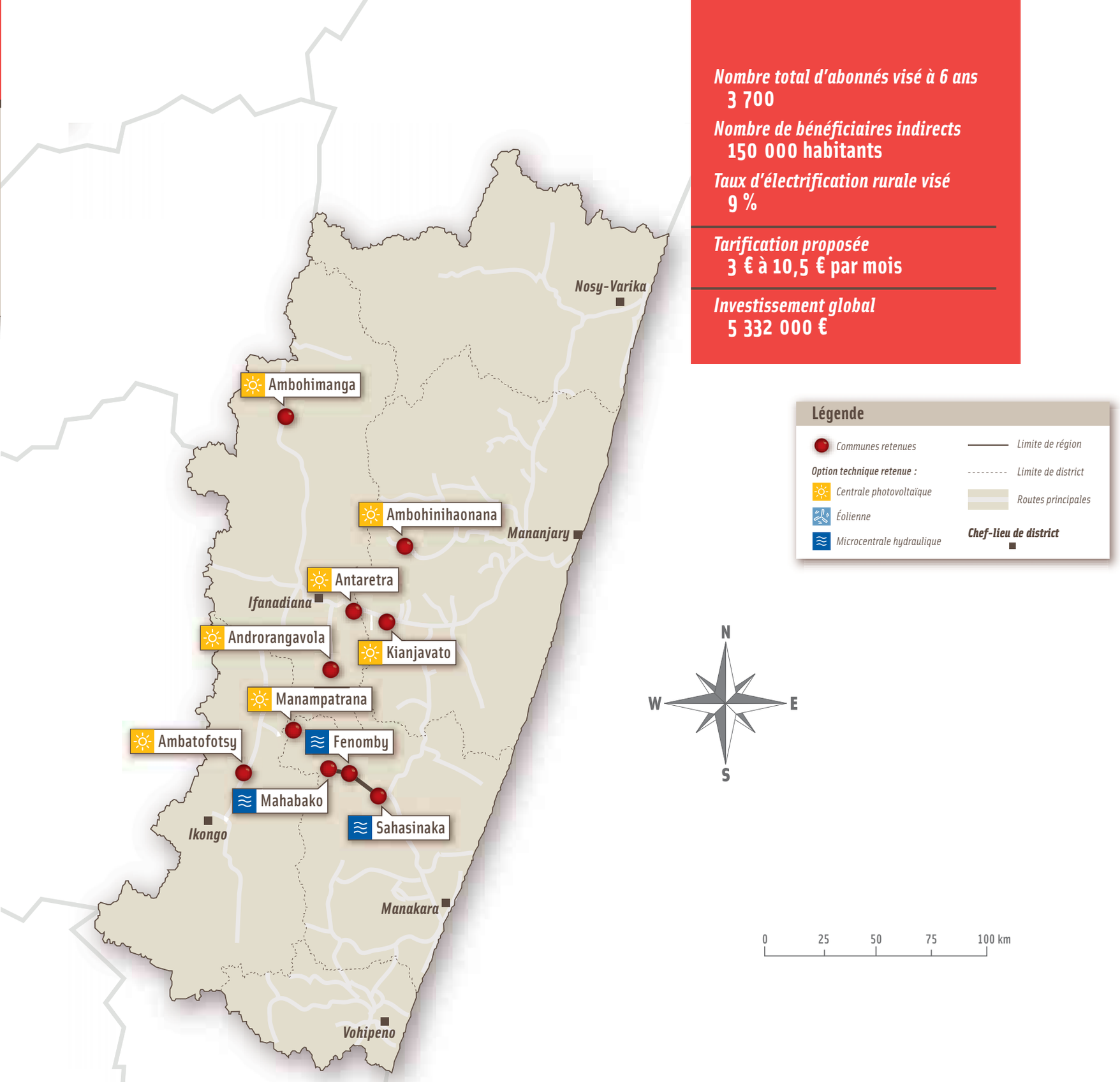
Nombre total d'abonnés visé à 6 ans
3 700

Nombre de bénéficiaires indirects
150 000 habitants

Taux d'électrification rurale visé
9 %

Tarification proposée
3 € à 10,5 € par mois

Investissement global
5 332 000 €



RÉGION IHOROMBE

254 270 habitants ➤ 26 930 km² de superficie

Commercialisation de pierres précieuses
Artisanat

Potentiel énergétique renouvelable

- *Solaire :* 5,5 kWh/m².jour
- *Éolien :* 3,8 m/s à 20 m de hauteur
- *Hydraulique*

Dépenses énergétiques substituables

- 5 € par mois

Taux d'électrification rurale de la région

- 17 %

Priorités de développement pour la région

- Intensification des activités agropastorales
- Développement d'unités de transformation agricole
- Mise en place de systèmes frigorifiques
- Développement d'infrastructures énergétiques

IVOHIBE

Population de la commune
- 19 534 habitants

Marché local

Applications prévues
- Production d'huiles végétales
- 11 écoles et 4 centres de santé

Technologie proposée
- Microcentrale hydraulique

Puissance
- 80 kW

Investissement initial
- 360 000 €

MAROPAIKA

Population de la commune
- 12 325 habitants

Marché local

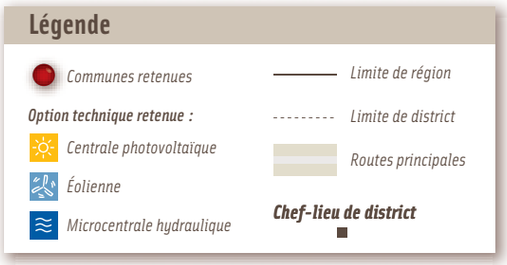
Production d'huiles essentielles

Applications prévues
- 3 écoles et 1 centre de santé

Technologie proposée
- Centrale photovoltaïque

Puissance
- 28 kWc

Investissement initial
- 379 000 €



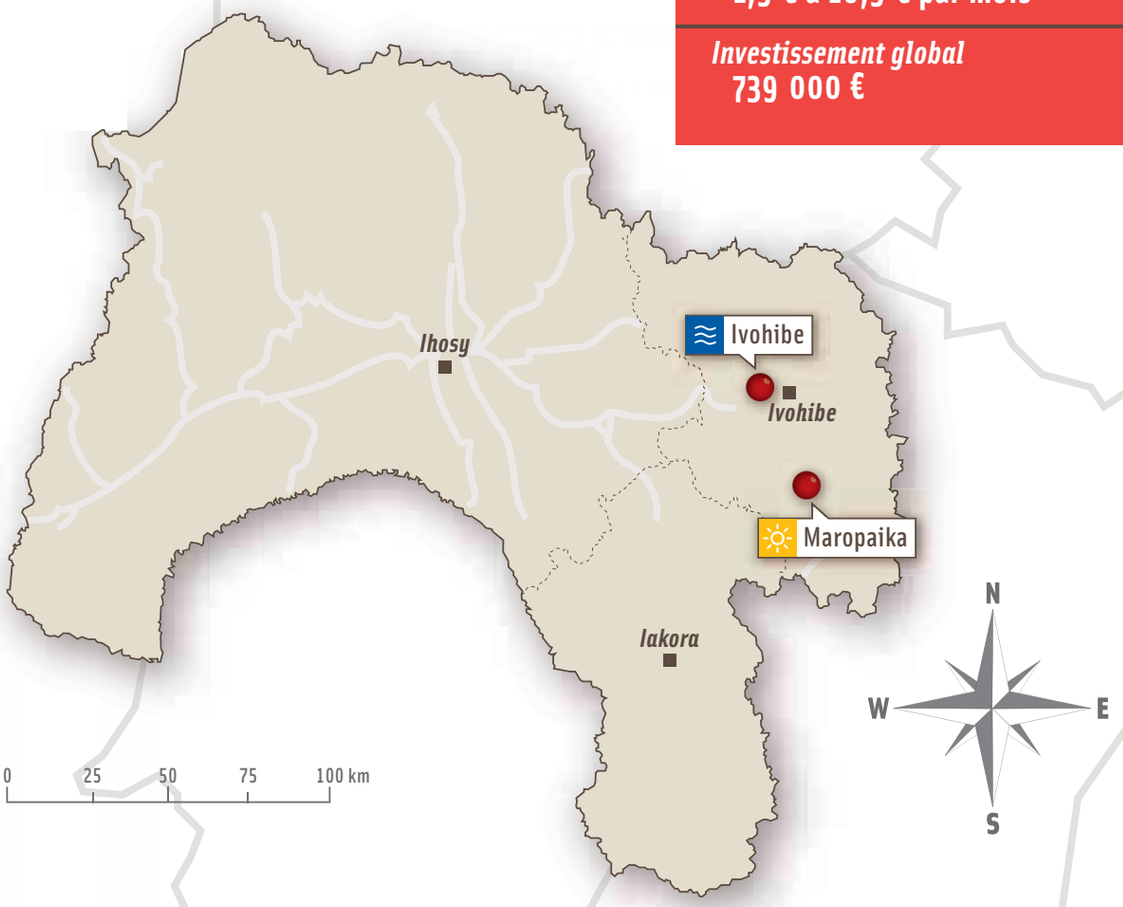
Nombre total d'abonnés visé à 6 ans
1 000

Nombre de bénéficiaires indirects
30 000 habitants

Taux d'électrification rurale visé
26 %

Tarification proposée
1,5 € à 10,5 € par mois

Investissement global
739 000 €



Qui contacter ?

*Vous souhaitez devenir partenaire financier du programme "**De l'électricité verte pour un million de ruraux à Madagascar**" ?*

*Vous souhaitez faire réaliser une **étude Noria** dans votre région ou dans votre pays ?*

Contactez :

NICOLAS GUICHARD
Secrétaire général de la Fondation Énergies pour le Monde
Tél. : +33 (0)1 44 18 73 57
nicolas.guichard@energies-renouvelables.org

YVES MAIGNE
Directeur de la Fondation Énergies pour le Monde
Tél. : +33 (0)1 44 18 73 54
yves.maigne@energies-renouvelables.org

FRANCIS PETER
Conseiller du Président
Tél. : +33 (0)1 44 18 00 80
francis.peter@energies-renouvelables.org

Cette brochure a été conçue et imprimée grâce au soutien du ministère des Affaires étrangères et européennes.

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
MINISTÈRE DES AFFAIRES ÉTRANGÈRES ET EUROPÉENNES

Ont participé à l'élaboration de cette brochure :
Alain Liébard, Yves-Bruno Civel, Yves Maigne, Nicolas Guichard, Charlotte Rigaud, Emmanuel Thévenon

Textes : *Nolwenn Le Jannic*

Photos : *Rémy Delacloche (sauf mentions contraires)*

Conception graphique et réalisation : *Lucie Sauget/Pop Agency*

La Fondation Énergies pour le Monde a été reconnue d'utilité publique par décret du Premier ministre le 8 mars 1990.
Elle a été créée à l'initiative de l'Observatoire des Énergies Renouvelables.

Alain Liébard en est le président fondateur.

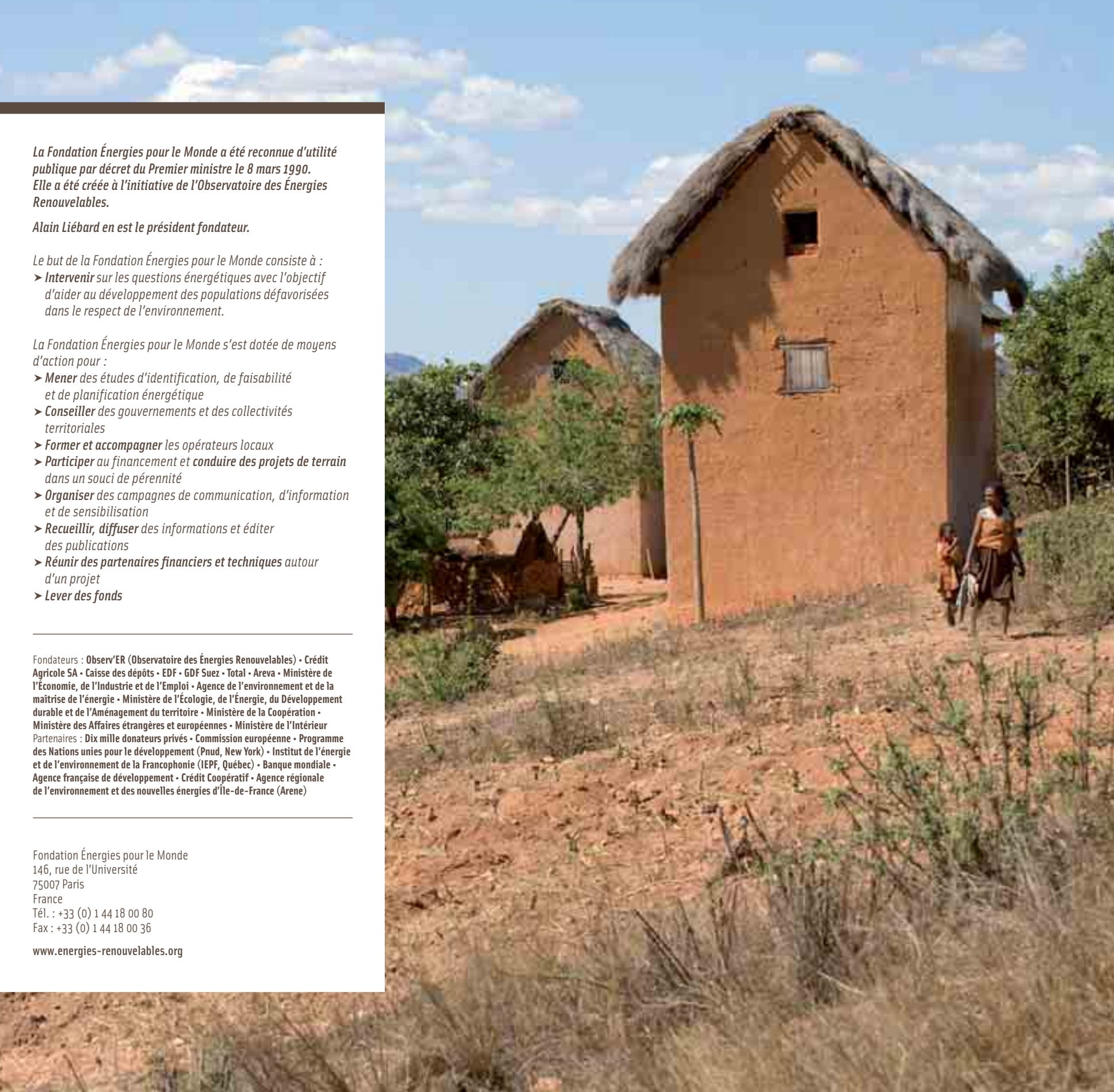
Le but de la Fondation Énergies pour le Monde consiste à :

- ***Intervenir** sur les questions énergétiques avec l'objectif d'aider au développement des populations défavorisées dans le respect de l'environnement.*

La Fondation Énergies pour le Monde s'est dotée de moyens d'action pour :

- ***Mener** des études d'identification, de faisabilité et de planification énergétique*
- ***Conseiller** des gouvernements et des collectivités territoriales*
- ***Former et accompagner** les opérateurs locaux*
- ***Participer** au financement et **conduire des projets de terrain** dans un souci de pérennité*
- ***Organiser** des campagnes de communication, d'information et de sensibilisation*
- ***Recueillir, diffuser** des informations et éditer des publications*
- ***Réunir des partenaires financiers et techniques** autour d'un projet*
- ***Lever des fonds***

Fondateurs : **Observ'ER (Observatoire des Énergies Renouvelables) • Crédit Agricole SA • Caisse des dépôts • EDF • GDF Suez • Total • Areva • Ministère de l'Économie, de l'Industrie et de l'Emploi • Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie • Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire • Ministère de la Coopération • Ministère des Affaires étrangères et européennes • Ministère de l'Intérieur**
Partenaires : **Dix mille donateurs privés • Commission européenne • Programme des Nations unies pour le développement (Pnud, New York) • Institut de l'énergie et de l'environnement de la Francophonie (IEPF, Québec) • Banque mondiale • Agence française de développement • Crédit Coopératif • Agence régionale de l'environnement et des nouvelles énergies d'Île-de-France (Arene)**

Fondation Énergies pour le Monde
146, rue de l'Université
75007 Paris
France
Tél. : +33 (0) 1 44 18 00 80
Fax : +33 (0) 1 44 18 00 36

www.energies-renouvelables.org