

Les idées et positions exprimées dans cette publication ne reflètent pas nécessairement les opinions de la Friedrich-Ebert-Stiftung.

LOHARANON'ANGOVO MAHARITRA
*ho an'ny isan-tokan-trano,
ny vondrombahoakam-paritra
sy ny orinasa*

ENERGIES DURABLES POUR TOUS
les ménages, les collectivités et les entreprises

auteur/nanoratra:

Amédée Mamy Tiana Randrianarisoa

réalisation et publication /nanatontosa:

Friedrich-Ebert-Stiftung

coordination/nandrindra :

Sandratririna Andriambolatiana, Dr. Hantanirina Andrianasy

Antananarivo, octobre 2013



SOMMAIRE / FIZAHAN-TAKILA

ACRONYMES / FANAFOHEZANTENY	6
LOHARANON'ANGOVO MAHARITRA HO AN'NY ISAN-TOKAN-TRANO, NY VONDROMBAHOAKAM-PARITRA SY NY ORINASA.....	8
I- Inona avy ny loharanon'angovo maharitra azo ampiasaina ?	9
II- Inona avy ny loharanon'angovo efa trandrahana eto Madagasikara?	9
1) Angovo azo avy amin'ny herin'ny rivotra	9
2) Angovo azo avy amin'ny herin'ny masoandro	10
3) Angovo azo avy amin'ny akora azo arehitra sy ny zavamaniry	12
4) Angovo azo avy amin'ny rano.....	13
III- Inona no safidy mety ho tsara indrindra?	13
IV- Inona ny dingana efa vita sy mbola hatao mba ahafahan'ny rehetra mahazo tombony amin'ny fampiasana ny loharanon'angovo maharitra? ..	15
ENERGIES DURABLES POUR TOUS : LES MÉNAGES, LES COLLECTIVITÉS ET LES ENTREPRISES	16
V- Introduction	17
1) Qu'est-ce-que l'énergie ?.....	17
2) Pourquoi parle-t-on de transition énergétique, en quoi ça consiste et comment devrait-on s'y prendre ?.....	18
VI- Etat des lieux des sources d'énergie durable à Madagascar	21
1) Qu'est-ce-que les énergies renouvelables (EnR) ?	21
a. <i>l'Energie solaire:</i>	21
b. <i>L'Energie Hydraulique:</i>	22
c. <i>La Biomasse:</i>	24
d. <i>L'Energie Eolienne:</i>	25
2) Les potentiels en ressources d'énergie renouvelable à Madagascar	26
a. <i>l'Energie Solaire</i>	27
b. <i>L'Energie Hydraulique</i>	29
c. <i>La Biomasse (bioénergie)</i>	31
d. <i>L'Energie Eolienne</i>	32
3) Quelques initiatives pour le développement des sources d'énergie durable à Madagascar	33

a. <i>Projet « Barefoot College » initié par le WWF</i>	33
b. <i>Projet « Elec Antin »</i>	35
c. <i>La première Centrale Thermoélectrique à Biomasse à Madagascar</i>	36
d. <i>Les premières installations Eoliennes à Madagascar</i>	38
VII- L'ACCESSIBILITE DES RESSOURCES D'ENERGIES DURABLES EXISTANTES A MADAGASCAR.....	40
1) Cadre Juridique.....	40
2) Cadre institutionnel.....	41
3) Mesures fiscales et douanières	43
a. <i>Projet « Evaluation de ressources en Energie Renouvelable à Madagascar »</i>	44
b. <i>Convention de financement du programme régional sur les énergies renouvelables et efficacité énergétique</i>	44
c. <i>Subvention du SEFA pour un projet hybride d'énergies renouvelables sur l'île de Nosy Be</i>	45
d. <i>Le mécanisme de développement propre (MDP)</i>	46
VIII- Les réformes prioritaires pour une énergie durable pour tous.....	48
1) Réformes juridiques et institutionnelles.....	48
a. Réforme juridique.....	48
b. Réforme institutionnelle	49
2) Mesures d'accompagnement.....	49
a. Information, Education et Communication.....	49
b. Renforcement de capacités et préparation des compétences locales...50	
c. Provisionnement et ouverture du FNE	50
d. Economie d'énergie.....	51
3) Définition du rôle des acteurs	52
IX- Conclusions	54
Bibliographie.....	55
Webographie	55

ACRONYMES / FANAFOHEZANTENY

ADER	Agence pour le Développement de l'Electrification Rurale
AND	Autorité Nationale Désignée
BAD	Banque Africaine de Développement
CCNUCC	Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques
CIRAD	Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement
COI	Commission de l'Océan Indien
COP	Conférence des Parties
DD	Droits de Douanes
EnR	Energie Renouvelable
ERD	Electrification Rurale Décentralisée
ESMAP	Energy Sector Management Assistance Program
FNE	Fonds National de l'Electricité
GESFORCOM	Gestion communale, gestion communautaire et développement local
GTE	Groupe de Travail en Energie
JIRAMA	Jiro sy Rano Malagasy : Société nationale de l'eau et de l'électricité à Madagascar
MDP	Mécanisme de Développement propre
MOC	Mise en œuvre Conjointe
OMC	Organisation Mondiale du Commerce
ORE	Office de Régulation de l'Electricité
PD	Pays Développé
PED	Pays en voie de Développement
PEN	Permis d'Emission Négociables
SEFA	Sustainable Energy Fund for Africa
TCR	Taillis à Courtes Rotations
TVA	Taxe sur la ² Valeur Ajoutée
UE	Union Européenne
WWF	World Wide Fund for nature
W: Watt kW: kilowatt = 1000 W MW: Megawatt = 1000 kW GW:Gigawatt= 1000 MW TW: Terawatt= 1000 GW	Une centrale ayant une capacité de production de 1MW peut alimenter 2500 foyers utilisant chacun 4 ampoules de 100 W. Si ces foyers utilisent 4 lampes basse consommation de 20 W chacune, la centrale peut alimenter 12 500 foyers.

LOHARANON'ANGOVO MAHARITRA
*ho an'ny isan-tokan-trano,
ny vondrombahoakam-paritra
sy ny orinasa*

I- Inona avy no loharanon'angovo maharitra azo ampiasaina ?

Raha vao miresaka loharanon'angovo maharitra dia matetika tonga ao an-tsaina avy hatrany ny tohodrano. Misy tokoa anefa loharanon'angovo maharitra hafa izay misokajy toy izao manaraka izao amin'ny ankapobeny:

- Angovo azo avy amin'ny herin'ny rivotra
- Angovo azo avy amin'ny herin'ny masoandro
- Angovo azo avy amin'ny akora azo arehitra (hazo, ambim-bokatra, apombo, taho, ravina...) sy avy amin'ny ny zavamaniry
- Angovo azo avy amin'ny hafanan'ny tany
- Angovo azo avy amin'ny rano (riandrano, renirano, ranomasina,...)

II- Inona avy no loharanon'angovo efa trandrahana eto Madagasikara?

Ny efatra amin'ireo sokajina loharanon'angovo dimy izay voatanisa etsy ambony no efa misy mampiasa eto Madagasikara, ka ifantohan'ity boky ity.

1) Angovo azo avy amin'ny herin'ny rivotra

Manana ny herin'ny rivotra ampy azo hanodinana milina ahodin-drivotra i Madagasikara. Raha eo anelanelan'ny 3m/s sy ny 25m/s ny herin'ny rivotra ilaina hampiodinana ny milina mpamokatra herinaratra, dia saika mahafeno izany fepetra izany avokoa ny faritra rehetra ivelan'ny afovoan-tany raha tsy hilaza afatsy ny faritra avaratra izay manana rivotra mahatratra hatrany amin'ny 7,5 hatramin'ny 9m/s sy ny any atsimo izay mahatratra 6 hatramin'ny 9m/s. Ny herin'ny rivotra manaraka ny morontsiraka atsinanana raha miainga avy any avaratra mianatsimo dia mahatratra hatrany amin'ny 6,5m/s.

Ny tombondahiny: Raha atao hamatsiana tanàna kely dia mety tsara tokoa ity teknolojia ity: manana famokarana angovo mahaleotena tokoa ny tanàna manana azy. Tsy manimba ny tontolo iainana izy ary tsy mandany vola be ny fampiasana azy satria tsy mampiasa solika na akora hafa ny fanodinana azy.

Ny lesoka: Tsy manome herinaratra tsy ankiato ity teknolojia ity satria miankina amin'ny fitsokan'ny rivotra ny famokarany. Raha toa ka tsy misy rivotra, dia tsy misy ihany koa herinaratra. Raha mitsoka mafy loatra indray anefa ny rivotra ka hahatratra 25m/s, dia mijanona ho azy ka tsy mihodina ny milina (mba tsy hiteraka fanimbana); tsy mamokatra ihany koa izy amin'izay fotoana izay.

Koa raha mila herinaratra tsy ankiato ny mpampiasa azy, dia mila mividy bateria matanjaka hanangonana izany herinaratra izany izy.

Ny fikambanana Mad'Eole izay manana ny foiben'ny any Soisa sy any Antsiranana no nametraka ny famatsiana herinaratra azo avy amin'ny rivotra voalohany teto Madagasikara. Any Sahasifotra, tanàna iray any Antsiranana, no misy azy ka mitotaly 15kW ny fitambaran'ny tanjaky ny milina 3 napetraka izay mamatsy tokan-trano 66.

10 000 Ar isam-bolana isan-tokantrano no sandan'ny vola alohan'ny mponina mba ahazoany mampiasa izany herinaratra izany.

Misy tanàna kely telo hafa ihany koa nanaraka ny nataon'ny tanànan'i Sahasifotra, dia Ivovona, Ambolobozobe ary Ambolobozokely.

Niteraka famoronana asa tao amin'ireo tanàna kely efatra ireo ny fisian'ny herinaratra, toy ny fampanofàna horonan-tsarimihetsika, ny fanaovana "soudure", ary asa hafa mifandraika amin'ny fivarotana kojakoja momba ny herinaratra.

Teo amin'ny lafiny fiaraha-monina dia nanakana ny tanora tsy handeha hirenireny fotsiny ny fisian'ny jiro tao an-tanàna. Tsy vitsy tamin'izy ireo mantsy no nahazo fiofanana mahakasika ny fanaraha-maso ny kojakoja rehetra momba ny famatsian-jiro tamin'ireo tanàna ireo ary nahazo asa tamin'izany ihany koa.

Nipariaka sy nisandratra tao anatin'ireo tetikasa famatsian-jiro ireo ny fitovian-jon'ny lahy sy ny vavy. Niandahy niambavy tokoa mantsy ny rehetra nandray ireo teknisiana izay misahana ny fanaraha-maso sy ny fikarakarana ny fotodrafitrasa tany amin'ireo tanàna ireo.

2) Angovo azo avy amin'ny herin'ny masoandro

Raha ny angovo azo avy amin'ny herin'ny masoandro indray no resahana dia anisan'ireo izay nahazo tombony be tokoa i Madagasikara. Mahatratra eo amin'ny 2 000 kWh/m²/taona eo ho eo ny taratry ny masoandro miantefa amin'ny faritra maro ao aminy (manodidina ny in-droa amin'ny any Alemàna), ary mihoatra ny 2 800 ora isan-taona ny fitarafan'ny masoandro manerana ny faritra rehetra.

Ireto faritra ireto no tena tsara hampiasana ity teknolojia ity: Diana, Sava, Sofia, Boeny, Melaky, Menabe, Matsiatra Ambony, Amoron'i Mania, Anosy, Androy, Atsimo Andrefana, Vakinankaratra, Bongolava, Atsimo Atsinanana.

Azo atao tsara ny mamadika ny herin'ny masoandro ho herinaratra amin'ny alalan'ny "takelaka fôtôvôltaika" ka azo ahandroina sakafy amin'ny alalan'ny fatana mandeha amin'ny herin'ny masoandro sy ny fatana atanina andro izany.

Na dia mahery toy izany aza ny herin'ny masoandro dia mbola vitsy ny mampiasa ity teknolojia ity; mbola ny tobim-pahasalamana CSB, ny

sekoly sasantsasany ary ny fitaovam-pifandraisan'ny orinasan-teraserana sasany eny ankebankeban-tany eny fotsiny ihany no mampiasa azy amin'ny fomba maharitra.

Raha ny orinasa JIRAMA no resahana dia tobim-pamokarana iray monja izay manana tanjaka kely dia kely (7 kW) any Benenitra Toliary no mampiasa angovo amin'ny herin'ny masoandro. Io fitaovana io aza moa dia manampy fotsiny ihany ny tobim-pamokarana mandeha amin'ny solika efa misy any an-toerana.

Maro kosa anefa no mampiasa fatana mandeha amin'ny herin'ny masoandro any amin'ny faritra atsimon'ny nosy. Miaro amin'ny fahapotehan'ny ala vokatry ny fampiasana arina izany.

Ny tombondahiny: Mahaleotena eo amin'ny lafiny fampiasana angovo ny olona mampiasa angovo azo avy amin'ny herin'ny masoandro (fôtôvôltaïka), indrindra moa raha tanjaka maivamaivana no ampiasaina. Mora apetraka ny fitaovana ary efa voakajy ho mafy sy tsy mora simba. Tsy sarotra kojakoaina ary tsy mamoka feo sy setroka na loto manimba ny tontolo iainana ity teknoljia ity. Ankoatran'ny vidin'ny fitaovana dia tsy mila vola intsony amin'ny fampiasana azy; tsy mila solika na akora hafa izy hampandeha azy.

Ny lesoka: afarana avy any ivelany avokoa ny fitaovana rehetra mahakasika ity teknoljia ity fa tsy misy vita eto an-toerana. Mitarika fahalafosana mihoampampana eo amin'ny vidin'ny fitaovana izany.

Ny tanjaka avoakan'ny takelaka iray dia mifanahantsahana amin'ny velarany. Izany hoe raha mila tanjaka avo ianao dia mampiasa takelaka lehibe izay somary mibambahan-toerana.

Anisan'ny lesoka ihany koa ny tsy famokaran'ny fitaovana amin'ity teknoljia ity herinaratra amin'ny fotoana rehetra. Rehefa maty ny masoandro dia tsy mamoka herinaratra; amin'ny alina nefa no tena ilàna jiro. Ilaina noho izany ny fampiasana fitaovana izay afaka mitahiry herinaratra, izay lafolafy ihany ka mampitombo ny masonkarena.

3) Angovo azo avy amin'ny akora azo arehitra sy ny zavamaniry

Azo lazaina fa mbola manankarena ihany koa i Madagasikara eo amin'ity angovo iray ity noho ny fananany velaran-tany midadasika azo ambolena tsara.

Mbola mijanona eo amin'ny sehatry ny andrana santatra ihany anefa ity teknoljia ity raha ny famokarana solika azo avy amin'ny zavamaniry ohatra no resahana. Na izany aza anefa dia misy tetikasa maromaro ihany efa natomboka any amin'ny faritra Atsimo Andrefana, Boeny,

Diana, Matsiatra Ambony, Ihorombe mahakasika ny fanodinana ny jatrôfa (antsoina ihany koa hoe tanatanampotsy, voanongo...) ho lasa menaka tsy misy fangarony na solika (agrodiesel) afaka manodina milina “diesel” izay efa nahavitana andrana mahafa-po.

Eo ihany koa ny sampana “Agroéthanol” izay mifantoka manokana amin’ny fambolena fary sy ny fanodinana azy mba hanome solika izay mahasolo ny lasantsy. Na ny *jatrôfa* na ny *fary* dia samy azo ahodina ho menaka fandrehitra ahandroan-tsakafo avokoa.

Mety ahazoana herinaratra ihany koa anefa ny angovo azo avy amin’ny akora fandrehitra, izay efa nahavitana ny tobim-pamokarana herinaratra voalohany mandeha amin’ny hazo sy ny poti-kazo eto Madagasikara. Any amin’ny tanànan’Andaingo (faritra Alaotra-Mangoro) no misy izany tobim-pamokarana izany; ao anatin’ny fitohizan’io tetikasa io ny fananganana tobim-pamokarana mitovy aminy any amin’ny faritra hafa.

Ny tombondahiny: Ny fananganana tobim-panodinana akora ifotony toy itony, na eo amin’ny sehatry ny fanodinana zavamaniry na eo amin’ny sehatry ny famokarana herinaratra, dia tena mitondra fampandrosoana maharitra eo amin’ny tanàna manodidina satria ny famatsiana ny toby dia miteraka asa maharitra amin’ny fambolena, fikapana ary fitaterana ireo akora fototra izay entina mamatsy izany toby izany.

Mbola ahazoana tombotsoa ihany koa ny vokatra mivoaka avy eo satria raha ny solika azo avy amin’ny jatrôfa sy ny fary ohatra dia azo antoka fa tsy ho lafo noho ny solika mahazatra izay hafarana avy any am-pita ary tsy mitsaha-mitombo ny vidiny.

Ny lesoka: Ny toby mpanodina akora fandrehitra sy zavamaniry toy itony dia tsy aorina lavitra ny toeram-pambolena ny akora fototra mba tsy hampitombo ny masonkarena avy amin’ny fitaterana.

Anisan’ny loza mitatao amin’ny lalam-piharian-tsakafo ny fisian’ny tobim-pamokarana toy itony raha toa ka tsy voafaritra tsara mialoha ny faritra natao hambolen-tsakafo zavamaniry atao sakafo sy ny hambolena akora fototra hahodina. Any ivelany dia misy fikarohana ataon’ny manam-pahaizana hahazoana manodina ny fako azo avy amin’ny vokatra ho solika mba hialàna amin’ny olana voalaza etsy aloha.

Mila jerena koa ny herim-pamokarana mba tsy ho resin’ny taham-panapahana ny taham-panirian’ny akora fototra.

4) Angovo azo avy amin'ny rano

Eo amin'ny seha-pamokarana angovo azo avy amin'ny rano dia singanina manokana eto ny angovo azo avy amin'ny renirano sy ny riandrano. Ny fitrandrahana ny angovo azo avy amin'ny ranomasina kosa dia teknolojia mbola sarotra fehezina, lafo ary tsy mbola ampiasaina eto Madagasikara.

Raha atambatra ny tanjak'ireo tobim-pamokarana izay mandeha amin'ny rano mety ho azo manerana an'i Madagasikara dia mahatratra 7 800 MW izany araka ny voka-pikarohana rehetra natao.

Ny 2,5% ihany anefa aloha no voatrandraka hatramin'izao noho ny antony maro samihafa, indrindr fa ny antony ara-bola.

Hatramin'izao aloha dia tsy azo lavina fa ny angovo azo avy amin'ny rano no mbola manome fahafaham-po indrindra amin'ireo loharanon'angovo izay azo havaozina noho ireto antony manaraka ireto:

Ny tombondahiny: Angovo madio ny angovo azo avy amin'ny rano satria tsy mamoaka setroka manimba ny tontolo iainana. Azo ampiasaina amin'ny fotoana rehetra ilàna azy izy na andro na alina, na ririnina na lohataona: azo angonina mantsy ny rano hanodinana ny milina mpamokatra ny herinaratra ary azo kajiana arak'izay vokatra ilaina ny famatsiana ny toby.

Mateza ny fotodrafitrasa satria manodidina ny zato taona any ho any ny faharetan'ny fampiasana azy; manodidina ny roapolo ka hatramin'ny telopolo taona fotsiny ihany mantsy ny faharetan'ny loharanon'angovo hafa.

Ny lesoka: Lesoka lehibe eo amin'ny fampiasana ity loharanon'angovo ity ny fahelan'ny fanatanterahana ny asa (mety maharitra hatrany amin'ny folo taona any ho any arakaraka ny haben'ny fotodrafitrasa), betsaka loatra mantsy ny karazana asa atao amin'ny fanamboarana azy. Mety ho sakana iray ihany koa ny saran'ny fanatanterahana ny asa.

Ireo antony roa voalaza ireo fotsiny dia efa mety mampihemotra na mampitsahatra ny tetikasa raha toa ka tsy misy mpamatsy vola matanjaka manampy amin'ny fanatanterahana ny asa.

III- Inona no safidy mety ho tsara indrindra?

Miankina amin'ny toerana, amin'ny ho enti-manana sy amin'ny fanombanana ny vokatry ny fahatanterahan'ny tetikasa eo amin'ny

manodidina (na eo amin'ny lafiny toekarena sy tontolo iainana, na eo amin'ny lafiny fiarahamonina) no andraisana ny fanapahan-kevitra.

Mandra-pahita ny teknolojia tonga lafatra ahafahana mampitovy lenta ny mason-tsivana telo, dia ny fampandrosoana ara-toekarena ny faritra, ny fikajiana ny tontolo iainana ary ny saran'ny fanamboarana ny fotodrafitrasa izany, dia azo eritreretina ny fampivadiana teknolojia roa na telo mba hahatongavana amin'ny tanjona kinendry, dia ny "loharanon'angovo maharitra ho an'ny rehetra".

Azo atao ihany koa ny misafidy ireo teknolojia hafa izay mandeha amin'ny rivotra na masoandro mba hamatsiana angovo ny toerana iray mandra-pahavitan'ny tobim-pamokarana ahodin'ny rano izay hitoetra ho loharanon'angovo maharitra.

Hijanona ho nofinofy hatrany ve ny fampifandraisana anaty tambajotra tokana ny sokajina herinaratra rehetra manerana an'i Madagasikara mba ahafahana maka izay ampahin'angovo ilaina avy amin'ireo loharanon'angovo maharitra isanisany avy ireo ho entina manome fahafahampo ny rehetra?

Mety tsy ho nofy intsony izany raha toa ka manana finiavana ny tsirairay, ka...

- ny mpitondra fanjakana hametraka politika mazava sy drafitra maty paika ho an'ny dimy na folo taona manaraka mba ahafahana manatontosa ny fotodrafitrasa ilaina ho amin'izany miaraka amin'ny lalàna mifehy sy ny antoka rehetra ilaina handrisika ny mpiray ombon'antoka rehetra mba hiara-hientana sy hifanampy amin'ny fanatanterahana ny tetikasa voasoritra;
- ny mpandraharaha mba hifandinika amin'ny mpitondra fanjakana (indrindra fa ny ministera misahana ny angovo) momba ny drafi-pampandrosoana kasainy hatao mba ahazoany mahazo ny angovo ilainy amin'ny fotoana sy any amin'ny toerana izay ilàny azy. Manana adidy ihany koa ny mpandraharaha amin'ny fanohanana ny mpianatra sy ny manampahaizana mpikaroka, izay tsy mikelisoroka mitady izay hampiroboroana ny sehatry ny loharanon'angovo maharitra manerana ny nosy;
- ny fiaraha-monim-pirenena dia hanana anjara goavana ao anatin'ny politikam-panjakana mahakasika ny angovo mba hanome tatitra ny vahoaka momba ny fivoaran'ny toe-draharaha amin'ny fampiroboroana ny sehatry ny angovo ary koa ho arofanina ho an'ny mpitondra fanjakana izay mety ho alaim-panahy hanao fitaovana politika ny sehatry ny angovo toy izay efa niseho hatramin'izay;
- ny banky eto an-toerana na iraisam-pirenena dia hanampy ny mpandraharaha sy ny fanjakana amin'ny lafiny ara-bola indrindra indrindra mba hanatrarana ny tanjona izay napetraka: ny ahazoan'ny

rehetra mihanoka sy migoka ny tombotsoa rehetra azo avy amin'izany loharanon'angovo maharitra izany.

IV- Inona no dingana efa vita sy tokony hatao mba ahafahan'ny rehetra mahazo tombony amin'ny fampiasana ny loharanon'angovo maharitra?

Hatramin'izao aloha dia mbola tsy misy sata manokana mifehy ny fampiasana ny loharanon'angovo maharitra eto Madagasikara.

Na izany aza anefa dia azo lazaina ho nanome vahana ny fitrandrahana io sehatra iray io ny fanalalahana ny fihariana eo amin'ny sehatry ny herinaratra: izany fanalalahana izany dia mahakasika ny famokarana, ny fitaterana sy ny fitsinjarana.

Ny lalàna 98-032 nivoaka tamin'ny 20 janoary 2009 mamaritra ny fanalalahana ny seha-pamokarana herinaratra no nametraka eo anivon'ny Ministeran'ny angovo ny ORE, sampana mpandrindra sy mpanaramaso ny seha-pamokarana herinaratra, sy ny ADER, birao manokana ho fampiroboroana ny seha-pamokarana herinaratra eny ambanivohitra.

Ny famokarana sy fampidirana jiro eny ambanivohitra, izay vokatry ny fiaramiasan'ny tsy miankina sy ny ADER, no nahazoana mampiasa sy mampiditra loharanon'angovo maharitra hafa ankoatran'ny ny rano teto Madagasikara.

Raha tena tiana tokoa eto Madagasikara ny ahazoan'ny rehetra tombony amin'ny fampiasana loharanon'angovo maharitra dia ny fanomezana sata manokana mifehy azy sy ny fanaovana ho laharam-pahamehana ny fitrandrahana azy no Lalana haingana indrindra hanatrarana izany. Ka mba tsy hijanona ho fampanantenana sy ho fampandriana adrisa fotsiny intsony toy ny fanao mandritra ny fampielezan-kevitra ny fampandrosoana ny herinaratra maharitra eto Madagasikara.

ENERGIES DURABLES POUR TOUS :
les ménages, les collectivités et les entreprises

V- INTRODUCTION

"Au commencement est l'énergie, tout le reste en découle..."

Cheikh Anta Diop - Les fondements économiques et culturels d'un État fédéral d'Afrique Noire, Présence Africaine, 1974, p.7

1) Qu'est-ce-que l'énergie ?

D'une manière simple et générale, l'**énergie** désigne tout ce qui permet d'effectuer un travail, de fabriquer de la chaleur, de la lumière et de produire un mouvement.

L'énergie, c'est la vie. Elle permet aux êtres vivants de croître, de respirer, de se mouvoir et de se reproduire. Pour se développer, les sociétés humaines ont, au fil du temps, employé diverses formes d'énergie : musculaire (humaine et animale), eau, vent, bois, soleil, atome, pétrole...

Bien que les multitudes de voitures volantes et robots serviteurs et/ou protecteurs que les hommes avaient imaginées n'étaient pas au rendez-vous à la veille de l'an 2000, cette période a tout de même été marquée par de nouvelles techniques de production et de distribution toujours plus performantes afin de répondre à une consommation croissante de l'énergie. L'efficacité énergétique du pétrole, du charbon, du gaz naturel et du nucléaire a permis une véritable révolution technique dans les modes de vie, de déplacement, de production et de consommation.

On désigne de façon différente ces ressources énergétiques selon le stade auquel ils apparaissent.

Les deux principaux stades, que l'on retrouve dans les statistiques de production et de consommation d'énergie, sont celui de *l'énergie primaire* et celui de *l'énergie finale*. Le stade de « l'énergie primaire » correspond aux formes sous lesquelles la nature livre l'énergie: énergie chimique contenue dans une ressource fossile ou dans la biomasse; énergie mécanique de l'eau ou du vent; énergie thermique de l'eau chaude du sous-sol ou du rayonnement solaire; énergie photovoltaïque solaire; énergie nucléaire du noyau de l'atome d'uranium, etc....

Le stade de *l'énergie finale* correspond aux produits énergétiques qui sont livrés au consommateur. Dans certains cas, le produit final peut être identique au produit primaire (ou très proche, comme c'est le cas du gaz naturel); Dans la plupart des cas, le produit final résulte d'une transformation effectuée à partir des produits primaires: c'est le cas de l'électricité produite par les centrales à combustibles fossiles et des carburants produits à partir du pétrole dans les raffineries.

Le tableau ci-dessous résume les relations entre les sources primaires et les produits énergétiques finaux.

Sources primaires d'énergie		Produits énergétiques finaux			
		Chaleur directe	Electricité	Combustible	Carburant
Energies de Flux (Renouvelables)					
Solaire (capteurs thermiques)		•			
Solaire thermodynamique		•			
Solaire photovoltaïque			•		
Hydraulique			•		
Eolien			•		
Energie de la houle			•		
Energie marémotrice			•		
Energie thermique des mers			•		
Biomasse		•	•	•	•
Biométhane			•	•	•
Géothermie		•	•		
Energies de stock (Epuisables)					
Nucléaire	Fissile		•		
Charbon	Fossile		•	•	
Pétrole			•	•	•
Gaz naturel			•	•	•

Les informations, analyses et discussions relatives dans la présente brochure seront essentiellement axées sur l'énergie électrique produite par les ressources d'énergies renouvelables exploitables à Madagascar.

2) Pourquoi parle-t-on de transition énergétique, en quoi ça consiste et comment devrait-on s'y prendre ?

A l'instar de la Chine, qui s'est hissée au rang de 2^{ème} grande puissance économique mondiale en l'espace de 30 ans, depuis ses réformes en 1978, les pays développés (PD) constituant ces grandes puissances économiques mondiales font également partie des pays les plus pollueurs au monde.

En effet, cette course effrénée au développement a conduit l'homme à exploiter massivement des ressources naturelles accumulées dans le sol durant des millions d'années. Cependant, ces énergies dites « fossiles » existent en quantité limitée. De plus, leur utilisation intensive provoque d'importants rejets de gaz à effet de serre (GES), responsables du réchauffement climatique.

Il est à noter que les deux tiers des émissions de GES proviennent du secteur énergétique, dont la demande mondiale est dépendante des ressources fossiles à plus de 80%.

L'humanité est aujourd'hui confrontée à un problème énergétique sans précédent : répondre aux besoins de 7 milliards¹ d'humains tout en préservant l'environnement.

C'est la raison pour laquelle, le terme « Transition Energétique » est devenu le mot clé de la politique énergétique de nombreux pays, afin de réduire, entre autres, leurs émissions de gaz à effet de serre tout en étant capables de répondre à la demande croissante d'énergie de leur population.

Il n'existe pas de définition universelle absolue pour l'interprétation de ce terme, car chaque continent, chaque région ou sous-région, chaque pays ou même chaque ville a son propre concept de « Transition énergétique ».

Globalement, la transition énergétique doit être une réponse aux enjeux climatiques et écologiques, tout en assurant le développement économique et en préservant la paix sociale dans un territoire donné.

Un petit tour d'horizon dans le monde nous démontre ci-dessous que l'équilibre entre ces divers critères n'est pas toujours reflété dans les choix politiques des différents pays.

La France a initié un débat national sur la transition énergétique depuis le 29 novembre 2012 et a entamé une étude sur les différents scénarii : la décarbonisation, la diversification, l'efficacité et la sobriété. Un Projet de Loi sur la Transition Energétique sera présenté au parlement au printemps 2014 (initialement prévu pour l'automne 2013).

L'accident intervenu à Fukushima au Japon en 2011 a influencé la transition énergétique en Allemagne. Le pays s'est fixé plusieurs objectifs ambitieux : développement des EnR, diminution de la demande d'énergie et réduction des émissions de GES². La fermeture anticipée des centrales nucléaires anciennes a perturbé le mix électrique Allemand. Le gap laissé par l'abandon progressif du nucléaire est comblé, soit par le renforcement de l'éolienne qui a des répercussions sur les factures d'électricité des usagers, soit par le recours au charbon, dont l'Allemagne dispose en abondance. Une solution économiquement peu coûteuse mais polluante.

La Chine, quant à elle, a misé sur le développement de deux types d'énergies renouvelables : le solaire photovoltaïque et l'éolienne. A la fin de 2011, elle possédait une capacité électrique issue des énergies renouvelables supérieure à toutes les autres nations, soit 282 GW, dont un quart (70 GW) d'énergie non liée à l'hydroélectricité selon les estimations. Les énergies renouvelables

¹ La Philippine Danica May, née le 30 octobre 2011 à Manille est déclarée officiellement le 7 milliardième Humain sur Terre par l'ONU.

² L'Allemagne nomme sa Transition Energétique : le Energiewende.

représentaient plus d'un tiers de la nouvelle capacité électrique installée durant l'année (90 GW), tandis que les énergies renouvelables non liées à l'hydroélectricité assumaient un cinquième de ce total.

Il faut reconnaître que le gouvernement chinois a fortement subventionné ces secteurs d'une manière telle (investissement de 51 milliards de dollars US) que les Etats-Unis criaient à la concurrence déloyale auprès de l'OMC.

En effet, si l'énergie éolienne de la Chine est à cent pour cent consommée sur place, ses panneaux photovoltaïques sont à quatre vingt dix pour cent exportés avec des prix défiant toute concurrence sur le marché international.

Les Etats-Unis privilégient l'Indépendance énergétique en misant sur le gaz de schiste dont ils sont l'un des pionniers pour l'exploitation. Grâce au gaz de schiste ils sont redevenus un exportateur net de gaz naturel et dans un futur proche, un exportateur net d'énergie. Il est toutefois à noter que l'extraction de gaz de schiste est souvent la cause de fortes controverses entre les politiques qui y voient une source d'augmentation des revenus du pays, et les écologistes et l'opinion publique en général qui la considèrent comme une grave menace pour l'environnement en raison de la technique d'extraction qui nécessite une quantité considérable d'eau pouvant conduire au tarissement et/ou à la pollution des réserves.

L'Algérie, dont l'électricité est produite à partir du gaz naturel à 96%, a fixé 5 axes principaux dans le cadre de la transition énergétique : l'amélioration de l'efficacité énergétique par une nouvelle politique de prix, investir massivement en amont pour de nouvelles découvertes, développer les énergies renouvelables, construire sa première centrale nucléaire en 2025 pour faire face à une demande d'électricité galopante, et l'option du gaz de schiste est introduite dans la nouvelle loi des hydrocarbures de 2013.

Pour la plupart des pays Africains en voie de développement comme Madagascar, dont le taux d'électrification n'est pas très élevé, il n'est pas encore trop tard pour adopter dès maintenant une politique misant sur les ressources d'énergies durables.

VI- ETAT DES LIEUX DES SOURCES D'ENERGIE DURABLE A MADAGASCAR

Il existe des multitudes de définitions à la notion d'énergie durable. Pour simplifier, on peut dire que l'énergie durable est l'énergie qui ne se tarit pas dans le temps ; que sa capacité de régénération, avec ou sans intervention humaine, est largement supérieure à sa consommation. Elle n'est pas néfaste au développement et peut être accessible économiquement et socialement à toutes les catégories d'acteurs.

On classe habituellement les sources d'énergie renouvelable dans l'énergie durable. Il est également d'usage d'y inclure les technologies permettant d'améliorer l'efficacité énergétique.

1) Qu'est-ce-que les énergies renouvelables (EnR) ?

Les énergies renouvelables sont des énergies primaires inépuisables à très long terme, car issues directement de phénomènes naturels, réguliers ou constants, liés à l'énergie du soleil, de la terre ou de la gravitation. Les énergies renouvelables sont également plus « propres » (moins d'émissions de CO₂, moins de pollution) que les énergies issues de sources fossiles.

Par ailleurs, comme elles sont présentes partout, elles sont considérées comme les solutions alternatives à l'inévitable épuisement des gisements de gaz et de pétrole prévu dans quelques décennies.

Il existe différents types d'énergies renouvelables, mais les différentes ressources citées plus bas constituent des potentialités importantes pour répondre durablement aux besoins énergétiques de Madagascar, dans le contexte actuel et dans les années à venir :

- L'énergie solaire
- L'énergie hydraulique
- La biomasse
- L'Energie Eolienne

a. L'Energie solaire:

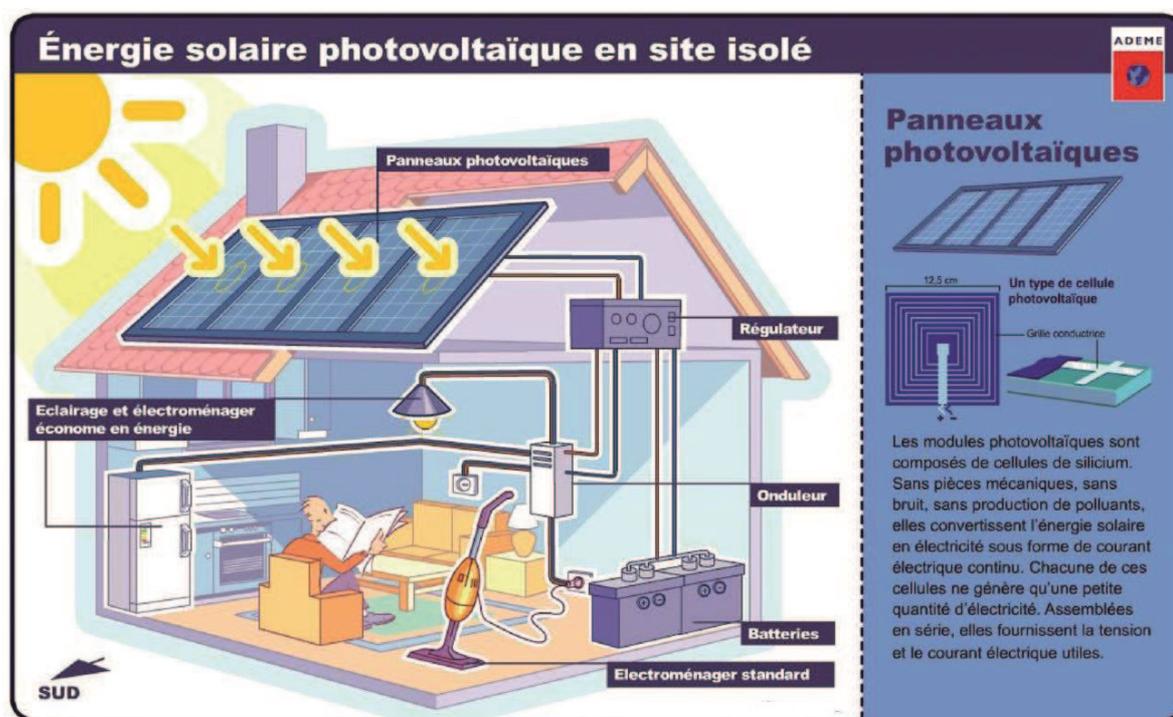
Le thermique:

Les capteurs solaires convertissent directement le rayonnement solaire en chaleur. Cette dernière est récupérée par un fluide caloporteur (eau glycolée ou air), qui s'échauffe en circulant dans un absorbeur placé sous vitrage. Cette technique permet de produire de l'eau chaude pour le sanitaire ou le chauffage

Le photovoltaïque:

C'est la conversion de la lumière en électricité. La lumière solaire peut directement être transformée en électricité par des panneaux photovoltaïques, sans pièces tournantes et sans bruit.

Les avantages	Les inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Inépuisable et non polluante • Ne dégage pas de GES • Installation facile • Installation robuste et fiable • Faible frais de maintenance et de fonctionnement • Silencieuse • Autonomie d'énergie assurée pour les endroits isolés ou les petites installations • Les installations photovoltaïques présentent un bilan énergétique positif. Les modules sont recyclables et la majorité des composants peut être réutilisée ou recyclée. 	<ul style="list-style-type: none"> • Coût d'investissement élevé • Production irrégulière, en fonction de la saison (beaucoup l'été alors que les besoins sont faibles ; et peu l'hiver, alors que les besoins sont élevés), et non en fonction des besoins énergétiques • Nécessite des moyens de stockage de l'énergie qui coûtent cher car ne produit que la journée • Nécessite beaucoup d'espace proportionnellement à la puissance • Durée de vie des panneaux limitée, de l'ordre de 20 à 30 ans • Rendement assez faible des cellules photovoltaïques, de l'ordre de 10 à 20%.



b. L'Énergie Hydraulique:

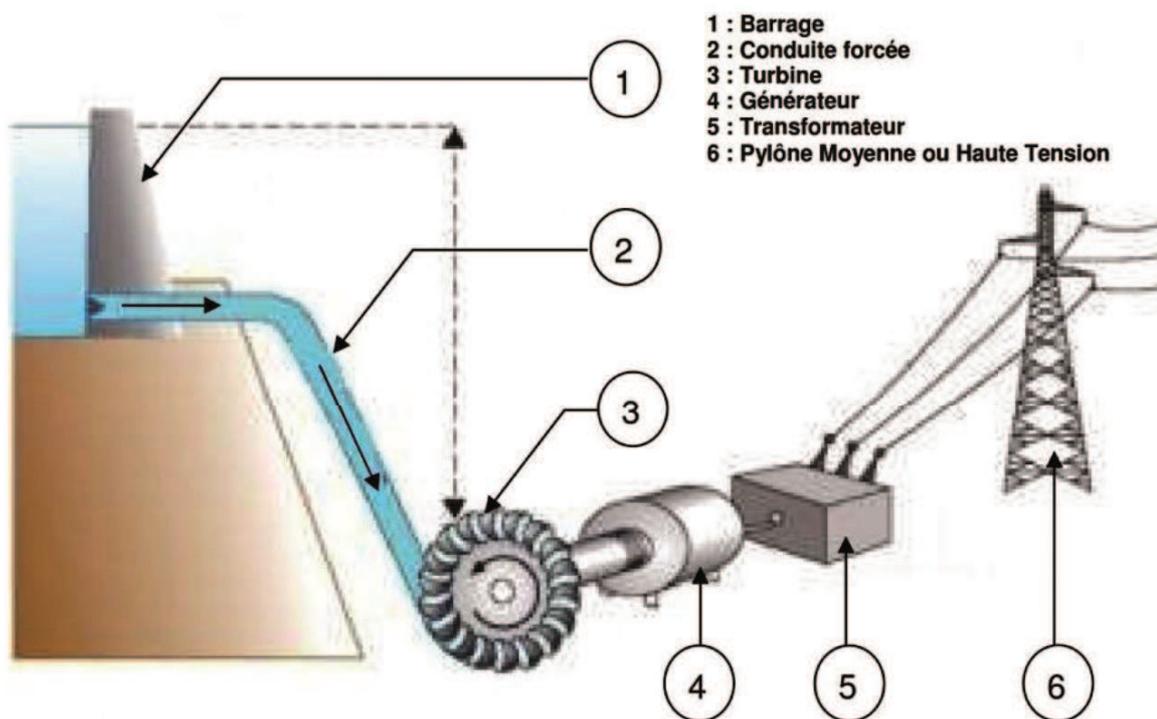
En captant l'eau à travers une conduite et en l'injectant vers une turbine couplée à un générateur électrique, on produit de l'électricité.

La production d'électricité à partir de l'hydraulique est extrêmement efficace et peu coûteuse dans un pays qui a un relief montagneux.

Les centrales hydroélectriques sont classées généralement selon leurs modes de production, ou bien selon leurs dimensions et puissances.

- ✓ Selon le mode de production, il existe trois types de centrales hydroélectriques :
 - les centrales gravitaires, dont les apports en eau sont effectués par la simple gravité ;
 - les stations de transfert d'énergie par pompage (Step), dont la réserve d'eau est pompée électriquement ;
 - les centrales marémotrices, qui utilisent les courants induits par les marées.

- ✓ Pour le classement par dimensions et puissances, on distingue :
 - les grandes centrales hydroélectriques (GCH), d'une puissance de plus de 10 MW ;
 - les petites centrales hydroélectriques (PCH), subdivisées en :
 - petites centrales (de 2 MW à 10 MW)³
 - mini-centrales⁴ (de 500 kW à 2 MW)
 - microcentrales⁵ (50 kW à 500 kW)
 - pico-centrales (moins de 50 kW)



Principe de fonctionnement d'une centrale Hydroélectrique

³ Jusqu'à 30 MW aux Etats-Unis

⁴ Certaines sources ne les prennent pas en compte

⁵ Certaines instances internationales les limitent à 300 kW, d'autres à 1MW

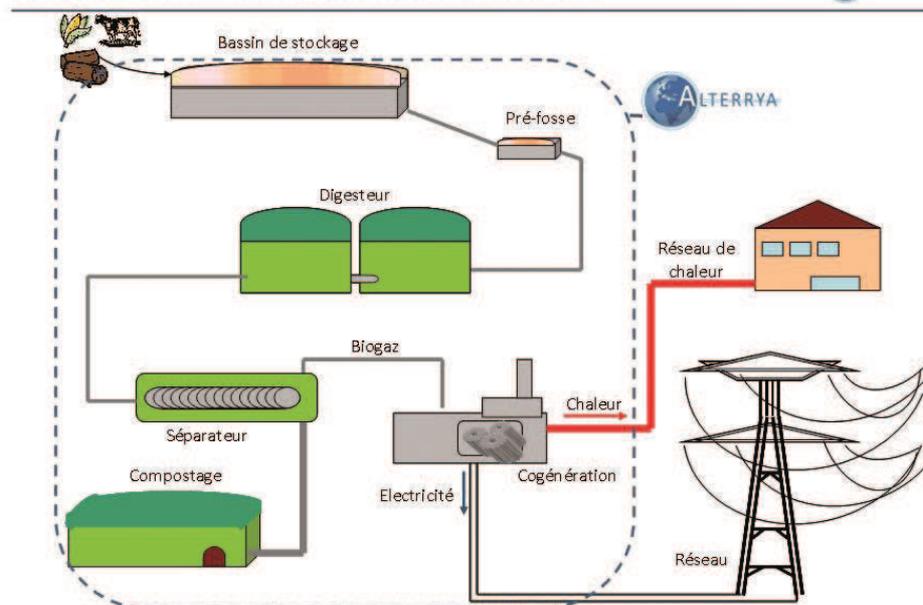
Les avantages	Les inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Inépuisable et propre • Pas de dégagement de GES • Installation rentable • Peu de frais d'exploitation et d'entretien • Longue durée de vie, de l'ordre de 100 ans • Disponibilité permanente grâce aux possibilités de stockage • Installation indépendante • Aucun déchet polluant • Aucune consommation onéreuse en matière première 	<ul style="list-style-type: none"> • Déplacement des populations locales : il ne faut pas que leur déplacement aboutisse à une régression de leur niveau de vie • Dégradation des écosystèmes liés à la construction des barrages et au bruit causé par les turbines : déstabilisation et écoulement, pollution environnementale en cas de contamination de l'eau stockée, risque de crues, assèchement des nappes phréatiques en aval (assèchement du paysage et écosystème) • Les grands et moyens barrages coûtent très cher et la construction peut s'étaler dans le temps. Cela requiert une certaine solidité financière pour le promoteur.

c. La Biomasse:

La biomasse ou « bioénergie » désigne toutes les matières organiques végétales ou les déchets d'origine animale ou fongicide, à partir desquels il est possible d'extraire de l'énergie.

La biomasse a de nombreux usages énergétiques. Le chauffage ou la cuisson par le bois, les biocarburants par l'extraction des huiles de colza, de tournesol ou de canne à sucre, etc ; le biogaz obtenu par méthanisation et l'électricité par combustion de déchets organiques dans une chaudière.

Schéma de principe d'une usine biomasse



Les avantages	Les inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Emissions relativement faibles de GES, qui sont inférieures, en termes de volume, au gaz carbonique que le bois a capté au cours de sa vie • Energie bon marché à un prix stable car elle fait partie d'un marché local • Contribue au développement de la communauté locale, notamment par les activités en amont pour le ravitaillement en combustibles. • Ne dépend pas de la fluctuation des prix des énergies fossiles 	<ul style="list-style-type: none"> • Ne peut être exploitée intensivement au risque de perturber durablement l'équilibre écologique de la zone d'exploitation • Le rendement énergétique est assez faible • La production de l'énergie biomasse occupe des terres arables et pourrait faire baisser la production agricole • Provoque la pollution des eaux et du sol • Ne peut être installé loin des sources de combustibles à cause des coûts du transport (production d'électricité) • Entre en concurrence avec la production alimentaire pour les biocarburants⁶

d. L'Énergie Éolienne:

C'est la transformation de l'Énergie cinétique du vent en Énergie mécanique (pompe), ou en Énergie électrique (Aérogénérateur). Prenant place parmi les énergies nouvelles, l'énergie éolienne est pourtant la plus ancienne énergie que l'homme a su exploiter, par exemple dans la navigation à voile, les moulins à vent ou la pompe à eau.

L'Allemagne est en très bonne position sur le plan mondial. Les Allemands ont installé une puissance totale de 14609 MW (en 2003). Ils sont les champions incontestés devant les Espagnols (6202 MW), les Américains, les Danois (3110 MW), les Indiens et le reste du monde.

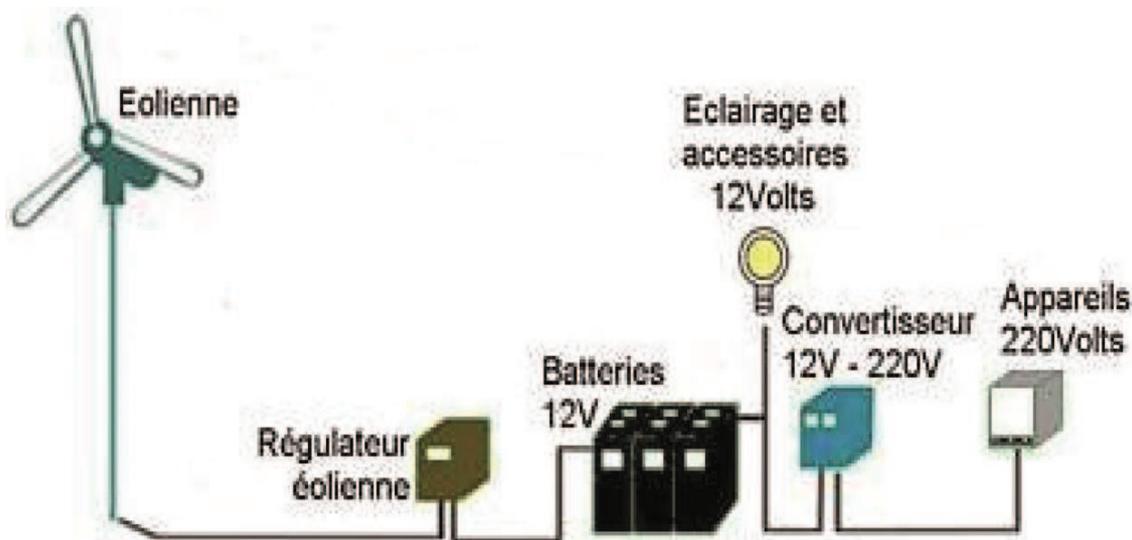


Schéma de principe d'une installation Eolienne isolée

⁶ Des recherches sont actuellement faites pour produire des bicarburants appelés "seconde generation", issus de résidus agricoles, déchets organiques et de ressources forestières.

Les avantages	Les inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Energie propre, sans émission de GES ni de particules • Coût de production relativement faible • Installation rapide • Energie économique, qui n'a besoin ni de matières premières, ni de combustible pour fonctionner • Occupation de surface au sol peu importante • Meilleure rentabilité en mer (offshore) qui dispose d'une surface de production immense avec une vitesse de vent quasi-constante • Source d'énergie autonome pour des besoins énergétiques de faible puissance • La production suit la demande : la période de l'année où les vents sont plus forts (en hiver), correspond à la période où les besoins énergétiques sont plus importants • Modulable suivant les besoins et le capital disponible. Pas d'investissements superflus 	<ul style="list-style-type: none"> • Source intermittente, ne peut être exploitée qu'entre une vitesse de $3\text{m/s} < V < 25\text{m/s}$ • Dépend de la météo, de la topographie et de l'environnement • Nécessite beaucoup d'espace pour une production à grande échelle. L'espace réglementaire entre les éoliennes est de 200m • La pollution visuelle et sonore, plus la perturbation électromagnétique (Télévision, radio, téléphone portable) sont des obstacles à l'installation chez les particuliers • Doit être installée loin des habitations (par jurisprudence, plus de 500m) pour les productions importantes • Bien que les éoliennes « offshore » soient plus intéressantes, l'installation doit se faire proche des côtes (10 km environ) du fait de la perte dans les conduits électriques. • Besoin de moyens de stockage ou doublement par une autre source pour des installations autonomes assez importantes. • En cas de couplage au réseau, les éoliennes ne pourront représenter qu'un pourcentage réduit (de l'ordre de 20%) des centrales classiques qui assurent la stabilité de la fréquence. • Durée de vie limitée : de l'ordre de 20 à 25 ans.

2) Les potentiels en ressources d'énergies renouvelables à Madagascar

Plusieurs rapports et études, notes et autres travaux de mémoire confirment que Madagascar est généreusement bien nanti en termes de ressources énergétiques et particulièrement en énergies renouvelables.

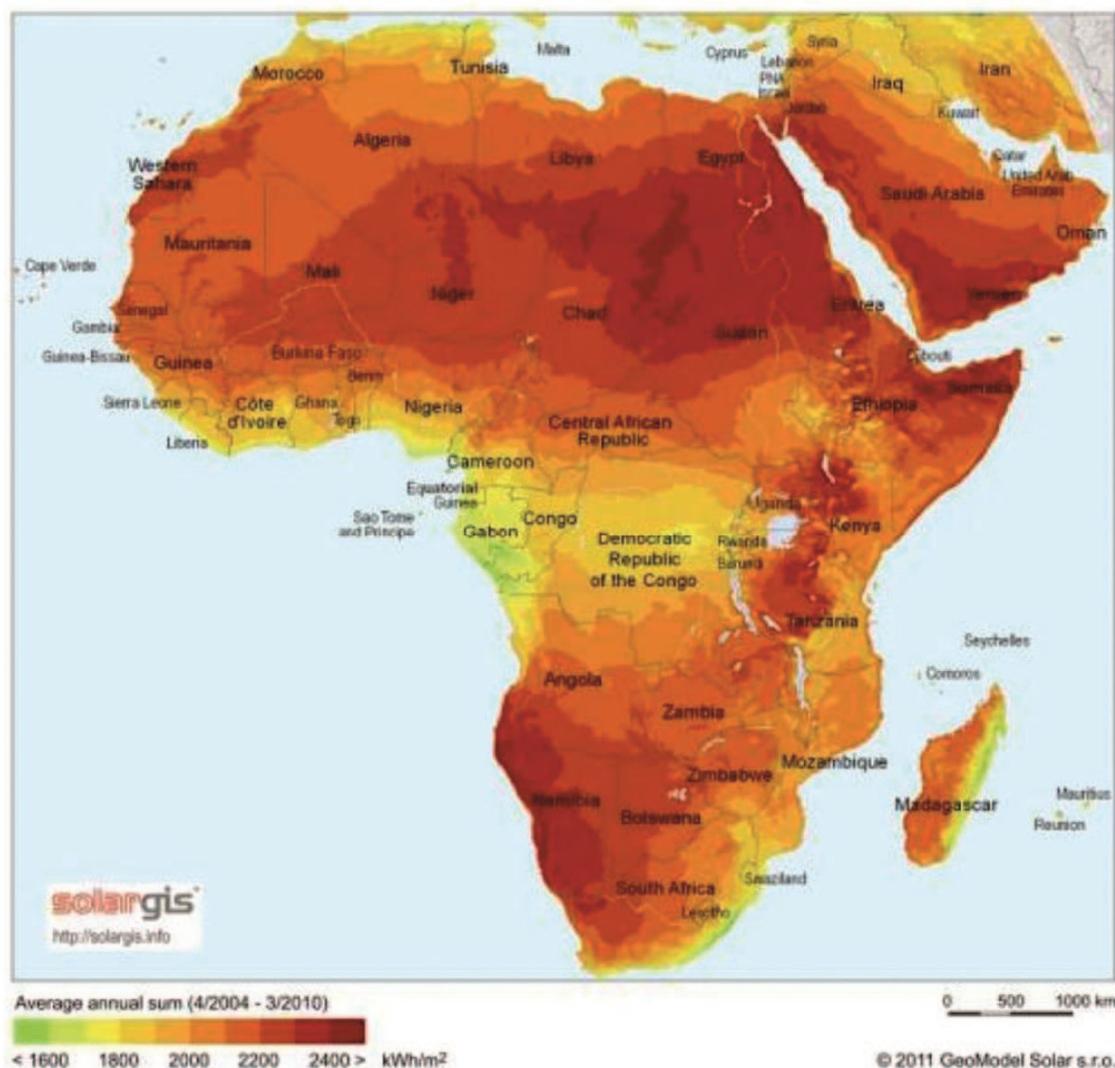
Que ce soient les cours d'eau pour l'énergie hydraulique, l'irradiation solaire pour l'énergie solaire, le vent pour l'énergie éolienne, ainsi que les surfaces exploitables pour les bioénergies, Madagascar dispose de la quantité et la qualité nécessaires pour s'auto suffire énergétiquement.

Pourtant, l'exploitation de ces ressources tarde à se réaliser pour diverses raisons. La promotion des énergies renouvelables est souvent le cheval de bataille de la plupart des candidats aux élections présidentielles. Les uns promettent des éoliennes par-ci en un an, les autres des solaires par là, et il y

en a même qui affirment pouvoir résoudre les problèmes énergétiques à Madagascar trois mois après leur élection.

En attendant la réalisation de ces diverses promesses, les potentiels de Madagascar en ressources d'énergies renouvelables sont résumés comme suit :

a. *l'Energie Solaire:*



Carte d'irradiation moyenne annuelle de l'Afrique

D'après cette carte et selon les différentes études réalisées auparavant, Madagascar dispose d'un important potentiel en Energie solaire avec une Energie incidente de l'ordre de 2 000 kWh/m²/an. Presque toutes les régions du pays ont plus de 2 800 heures d'ensoleillement annuel. Les régions les plus intéressantes⁷ disposant d'un niveau de rayonnement supérieur à 5 500 W/m² sont Diana, Sava, Sofia, Boeny, Melaky, Menabe, Haute Matsiatra, Amoron'i Mania, Anosy, Androy, Atsimo Andrefana, Vakinankaratra, Bongolava, Atsimo Atsinanana. L'Energie solaire est valorisée en Energie électrique grâce aux

⁷ Source : Rapport de diagnostic du Secteur Energie (Cabinet AIDES – 2012)

installations photovoltaïques, en Energie pour la cuisson grâce au cuiseur solaire ou au solaire à concentration.

Malgré les potentiels existants, ces ressources restent encore sous-exploitées. Leur valorisation reste très restreinte, au niveau des CSB⁸, antennes relais des opérateurs dans les télécommunications, postes avancés de la gendarmerie, écoles et particuliers.

Pour la JIRAMA, un seul centre thermique solaire de 7 kW a été mis en service à Benenitra depuis l'année 2001. Ce centre fonctionne en appoint avec un thermique diesel.

Le solaire photovoltaïque

Les installations photovoltaïques (panneaux, convertisseurs) restent encore entièrement importées. Cela se traduit par des coûts assez élevés, qui constituent généralement les principaux facteurs de blocage pour l'utilisation de cette technologie.

Les batteries sont, dans la majorité des cas, importées mais on peut utiliser aussi la batterie du fabricant local Virio.

Différentes options et capacités sont proposées par plus d'une vingtaine de fournisseurs sur le marché.⁹

Ces sociétés proposent différentes gammes de panneaux solaires, conseillent et apportent une assistance technique aux futurs utilisateurs.

Les fournisseurs vendent surtout les panneaux et les accessoires. Ils proposent en option les batteries car les clients peuvent choisir d'autres batteries sur le marché.

Un aperçu des prix d'achat des installations solaires est présenté à titre indicatif ci-après :

- Panneaux photovoltaïques silice amorphe de 50 Wc : 700 000 Ar
- Panneaux photovoltaïques de 50 Wc : 1 000 000 Ar
- Batteries de 50 A : à partir de 250 000 Ar
- Régulateur : à partir de 170 000 Ar

Le solaire à concentration et cuiseur solaire

Les cuiseurs solaires proposés sur le marché malgache sont les fours solaires et les paraboles. Ils sont montés localement à partir des matériaux métalliques importés (éléments métalliques réfléchissants, barre de fer pour l'ossature). Un four solaire est une caisse isolée à l'intérieur de laquelle la température peut

⁸ Centre de Santé de Base : Unité de soins dans les zones rurales

⁹ Source : Rapport de diagnostic du Secteur Energie (Cabinet AIDES – 2012)

monter jusqu'à 150° C. 100 fours solaires économisent 720 tonnes de bois de chauffage et une surface de 130 ha de forêts.

Ces fours solaires ont été vendus à plusieurs milliers d'unités dans le Sud.

b. L'Énergie Hydraulique:

Le potentiel hydraulique à Madagascar est estimé à 7 800 MW, or une part infime, de l'ordre de 2,5% seulement, de cette ressource est actuellement exploitée.

La construction de la Centrale Hydroélectrique d'Andekaleka, qui remonte en 1982, a été le dernier grand investissement de la JIRAMA en termes de barrage. C'est la plus grande Centrale hydroélectrique de Madagascar qui fait tourner deux turbines de 29 MW chacune.

Une troisième turbine y a été ajoutée et mise en service courant de l'année 2012 avec une puissance nominale de 33 MW. L'installation de cette turbine a été financée conjointement par le groupement de banques Arabes (KFAED¹⁰, BADEA¹¹, OFID¹²) et le Gouvernement Malagasy.

L'installation d'une quatrième turbine a été prévue concomitamment avec la troisième mais la BEI¹³ a suspendu son financement à cause des événements sociopolitiques survenus à Madagascar en 2009.

Deux centrales hydroélectriques privées ont renforcé la production hydroélectrique de la JIRAMA, en mode IPP¹⁴, à savoir :

- La centrale hydroélectrique de Sahanivotry, exploitée par la Société HYDELEC, d'une puissance nominale de 16 000 kW, mise en service en octobre 2008 ;
- La centrale hydroélectrique de Tsiacompaniry, exploitée par la Société Henri Fraise et Fils, d'une puissance de 5400 kW, mise en service le 16 juin 2010.

Ces deux centrales injectent leurs productions dans les réseaux interconnectés d'Antananarivo (RIA) en renfort aux centrales de la JIRAMA.

Ci-dessous des tableaux montrant la part de l'hydroélectricité dans le mix électrique de Madagascar :

¹⁰ *Kuweit Fund for Arabic Economic Development*

¹¹ *Arab Bank for Economic Development in Africa*

¹² *The OPEC fund for International development*

¹³ *Banque Européenne d'Investissement*

¹⁴ *Independant Power Producer : Producteurs Indépendants d'Énergie*

Production de la JIRAMA entre Janvier et Juillet 2013¹⁵ :

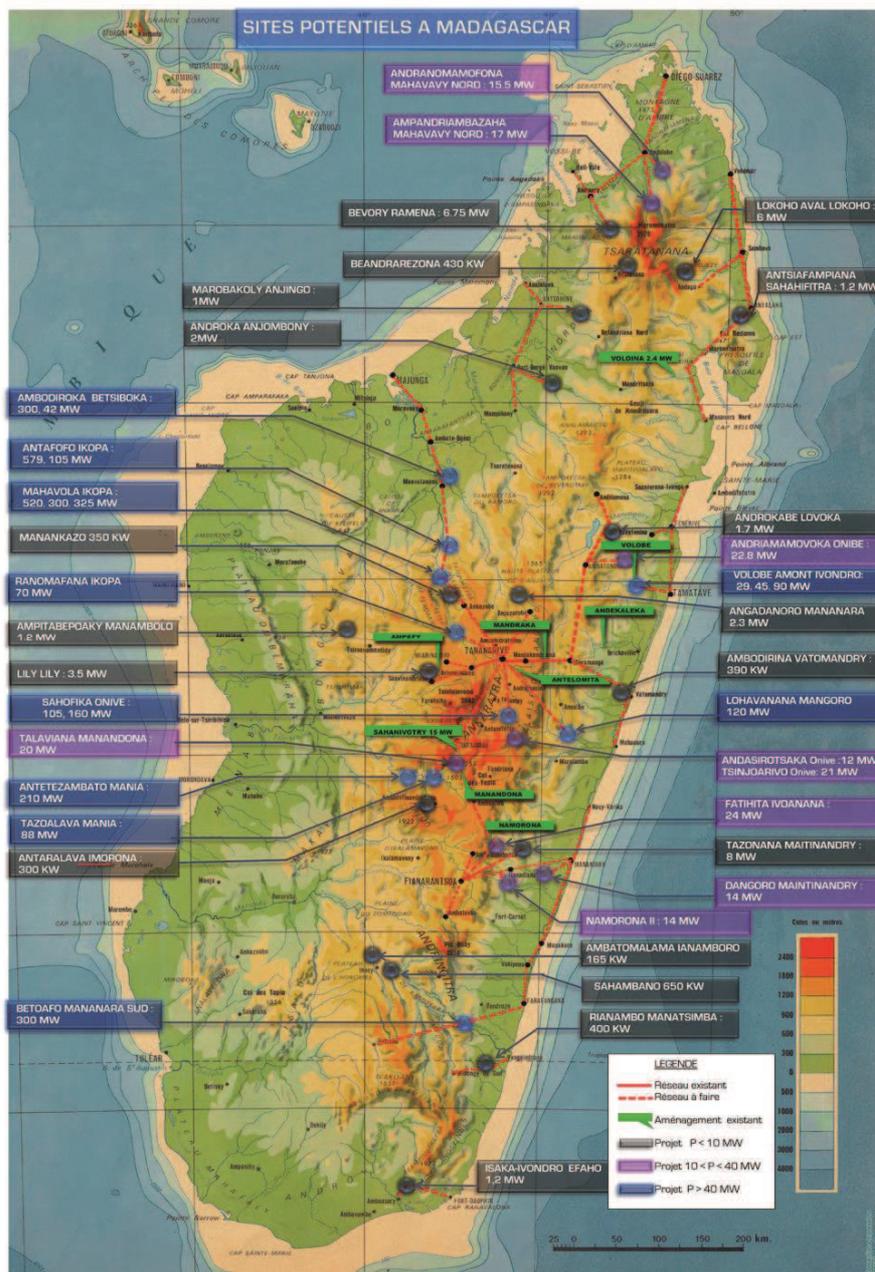
Mode de Production JIRAMA+ PRIVES	Production en kWh	%
Thermiques (dont 62,2% JIRAMA)	336 757 427	41
Hydroélectricité (dont 89,38% JIRAMA)	484 556 799	59
Solaire (100% JIRAMA)	4 081	00
TOTAL	821 318 307	100

Puissance installée pour l'électrification rurale (Réalisation de 2004 à 2012)¹⁶ :

Mode de Production	Puissance Installée en kW	%
Groupe électrogène	3 159	75,20
Hydroélectricité	788	18,80
Eolienne	145	3,50
Biomasse, Bagasse	94	2,20
Solaire	14	0,30
TOTAL	4 200	100

¹⁵ Source : JIRAMA/DPS

¹⁶ Source ADER



Source: JIRAMA - Direction de l'Équipement Électricité

c. La Biomasse (bioénergies):

Le domaine des bioénergies à Madagascar est très actif. Il s'agit surtout du bioéthanol par canne à sucre et huile végétale qui pourrait se substituer à l'essence pour les moteurs ou en tant que combustible pour la cuisson domestique, et du biodiesel par *Jatropha curcas* qui peut être transformé pour alimenter les moteurs également. Par ailleurs, l'huile brute de jatropha peut être utilisée comme combustible pour éclairage ménager ou comme combustible pour la cuisson. De nombreux acteurs nationaux et internationaux s'engagent dans divers projets, entre autres, dans les régions de Diana, Boeny, Menabe, Alaotra Mangoro, Atsinanana, Amoron'i Mania, Vatovavy Fitovinany pour le bioéthanol, et Atsimo andrefana, Boeny, Diana, Haute Matsiatra, Ihorombe pour le jatropha.

D'après cette carte, on constate que seules les parties des hauts-plateaux, qui bénéficient généralement de l'électricité des réseaux interconnectés de la JIRAMA, ont des vitesses de vent inférieures à 3m/s à 10 m du sol.

Il est à rappeler que les seuils opérationnels des vitesses du vent pour les énergies éoliennes se situent entre 3m/s et 25m/s.

Madagascar possède un potentiel important en matière de production d'Energie éolienne. Il y a 3 sortes de vents dans le pays : les vents des côtes, les vents locaux, et les vents provenant de l'océan dont les alizées et les cyclones.

Les vents des côtes et locaux peuvent avoir une variation d'intensité journalière, tandis que les vents alizés ont des variations saisonnières. Mais ces deux catégories constituent les vents potentiels pour la mise en place d'une installation éolienne.

Globalement, les régions du Nord, Sud et les côtes Est constituent les zones qui disposent de vitesses de vent intéressantes, atteignant 7,5 à 9 m/s dans le nord, 6 à 9 m/s dans le sud. En considérant les zones du Nord au Sud longeant la côte Est, ayant une vitesse de vent aux environs de 6,5 m/s, Madagascar dispose d'un potentiel de 2 000 MW d'Energie éolienne.

Le montage des installations éoliennes peut être réalisé localement à partir des matériaux importés notamment la turbine même si certaines entreprises importent la totalité des pièces.

3) Quelques initiatives pour le développement des sources d'énergies durables à Madagascar

Plusieurs actions privées et étatiques ont été réalisées en faveur du développement des sources d'énergies durables à Madagascar, mais les exemples suivants ont été spécialement sélectionnés comme étant ceux qui démontrent le plus que les énergies renouvelables dont nous parlons et entendons parler sont bel et bien à la portée de tous. Y avoir accès nous apporte réellement de la lumière, au propre comme au figuré.

a. Projet Barefoot College initié par le WWF¹⁷

Sept femmes Malagasy originaires de Iavomanitra et de Tsaratanana sont revenues au pays fin août 2013 après avoir suivi un semestre de formation en Inde en matière de technologie photovoltaïque au sein du Barefoot Collège de Tilonia.

Il s'agit d'un projet qui forme les femmes seniors originaires de villages enclavés, sans électricité aux techniques du système solaire, au sein d'une école indienne baptisée Barefoot College, qui veut dire littéralement « l'école des pieds nus ». Pour y participer, le village doit se situer dans une zone

¹⁷ Source : WWF

éloignée, les participantes doivent être grand-mères et avoir un faible, voire aucun niveau d'instruction et n'ont pas de responsabilités communautaires particulières; elles doivent être sélectionnées par consultations publiques et leur choix doit être approuvé par leurs familles.

Ces femmes malagasy ont participé à la formation en Inde, avec une trentaine de femmes originaires d'autres pays dans le monde. La formation se faisait par mimes, par l'usage des codes couleurs.

Sans parler ni le français ni l'anglais, elles ont réalisé des tests et appris à monter et à démonter des panneaux solaires, à fabriquer des régulateurs et des lanternes solaires aussi rapidement et aussi efficacement que possible. Au bout des six mois de leçons/pratiques, Barefoot College certifie qu'elles sont aptes à relever le second défi : installer et entretenir des équipements solaires dans leurs villages et former d'autres personnes pour cela également.

Les critères de sélection ont été déterminés du fait que les bénéficiaires qui sont des grand-mères ne chercheront pas à quitter leurs villages après la formation, ce qui aurait été fortement probable avec les jeunes.

Par ailleurs, le choix des personnes illettrées et/ou déscolarisées démontre que chacun peut, quel que soit leur niveau d'instruction, contribuer à améliorer leurs conditions de vie ainsi que celles de leurs villages.

De retour dans leurs villages respectifs, elles travaillent pour l'installation de système solaire individuel des foyers, financés par WWF et ses partenaires. Désormais, les piles et pétrole lampant qui coûtaient autour de 13000 à 17000Ar mensuel par foyer sont remplacés par les ampoules à basse consommation et une prise pour une contribution mensuelle variant entre 3000 et 10000Ar dont une partie servira à rémunérer les « expertes » en solaire. Plus d'économie avec moins de pollution.

Pour une bonne gestion de l'électrification du village, un Comité Electricité, dont les membres sont choisis par la communauté, a été mis en place dans chaque village. Ce comité veillera à ce que chaque usager verse sa cotisation mensuelle, que les locaux de travail soient en bon état, et que les grands-mères puissent travailler en toute quiétude.

L'autonomie énergétique de ces villages, obtenue grâce à l'énergie solaire contribuera à leur développement, favorisant ainsi la réduction des pressions sur les ressources naturelles.

A terme, l'action de ces sept grands-mères devrait faire tâche d'huile autour des villages et au-delà pour permettre l'accès à l'énergie solaire au plus grand nombre.



Crédit photos : WWF

b. Projet Elec Antin¹⁸

C'est un projet d'installation de pico-centrale qui a été réalisé à Antintorona, un village côtier sur l'île Nosy Komba située au Nord Ouest de Madagascar.

Les 300 habitants y vivent modestement de la pêche, de la culture de bananes, du café, du poivre, de la vanille et de la canne à sucre, etc.

Le village n'a pas d'électricité et la lumière y est assurée par les lampes à pétrole.

L'objectif était de pourvoir en électricité, essentiellement en éclairage par lampes à basse consommation, les 65 maisons et 2 écoles du village

Ce projet s'inscrit dans la poursuite du développement général du village. Une équipe italienne déjà présente depuis plusieurs années a construit 2 écoles et assure le minimum pour ce qui est de la santé et des soins dentaires. L'implantation de structures associatives et le développement du commerce sont des points visant l'autonomie du village.

L'électricité est un des facteurs pouvant conduire à la réussite du projet.

La réalisation du projet a pris presque 4 ans à partir des études jusqu'à la production du premier kW. Le financement en est assuré par des particuliers qui se sont mobilisés en créant une association nommée ADEVE. Les villageois aussi ont contribué à la réussite du projet tant financièrement que physiquement en participant activement à toutes les étapes du projet.

Des appels à donation ont été effectués pour l'achat des équipements-clés qui ont dû être commandés en Europe, tels que la turbine, la conduite forcée et la régulation électronique. Les gros œuvres ont été réalisés par les villageois. La maintenance et la réparation de l'installation ont été également prévues à être assurées par les villageois après quelques formations.

¹⁸ Source : www.adeve.org

La pico-centrale de 3 kW a pu produire de l'électricité en mai 2008 pour alimenter chaque foyer moyennant une participation mensuelle forfaitaire.

La marche de la centrale est programmée pour donner de l'éclairage pour quelques heures dans la soirée, et pour assurer l'alimentation des frigos la nuit.

En 2011, un compresseur a été couplé directement avec l'arbre de la turbine pour pouvoir fabriquer des glaces pendant la nuit.

En 2012, un autre projet Meca Antin a vu le jour au village par la construction d'un atelier de formation en mécanique équipé de machines-outils capables de confectionner des pièces pour bateaux, les équipements nécessaires pour réaliser d'autres microcentrales, notamment les turbines.

Les jeunes du village sont ainsi formés dans cet atelier dans cette perspective.



c. *La première Centrale Thermoélectrique à Biomasse de Madagascar*¹⁹

La première centrale Thermoélectrique à biomasse de Madagascar a été inaugurée le 06 septembre 2012 dans la commune rurale d'Andaingo, située à 90 km de Moramanga et à 60 km d'Ambatondrazaka sur la route nationale 44 (Moramanga-Ambatondrazaka).

2500 hectares d'eucalyptus robusta y sont exploités dont le tiers est taillé à courte rotation pour produire du charbon de bois pour Antananarivo.

L'installation de cette unité d'électrification rurale décentralisée (ERD) entre dans le cadre du projet GESFORCOM (Gestion communale, gestion communautaire et développement local) soutenu par l'Union européenne, afin d'assurer la production d'électricité à faible coût à 700 Ar/kWh qui représente un facteur de développement en aval, d'une part, mais aussi par la mise en place de filières d'approvisionnement en biomasse bois, déchets ou balle de riz qui est, d'autre part, une source de richesses en amont. Ce double facteur de

¹⁹ Source : CIRAD

richesses en amont et en aval caractérise l'ERD biomasse qui n'est pas valable pour les systèmes hydrauliques, éoliens ou solaires.

En effet, la collecte de biomasse pour l'alimentation du foyer de combustion crée une chaîne d'activités rémunératrices en amont, en partant de la plantation jusqu'au transport et livraison des TCR (Taillis à Courte Rotation) d'eucalyptus au site de stockage de la Centrale.

En aval, plus de 600 ménages, 103 activités génératrices de revenus et 11 infrastructures publiques bénéficient de la disponibilité d'électricité à faible prix (700 Ar/kWh) à comparer au prix de l'ERD thermique de la région qui varie entre 1500 et 2000 Ar/kWh ou entre 20 000 Ar à 50 000 Ar en forfait mensuel.

La centrale ERD biomasse produit une puissance de 75 kWh dont 40 kWh sont consommés par l'unité de sciage/séchage de bois construite qui permet d'assurer financièrement une charge minimale de la centrale ERD, d'une part, et d'autre part, de disposer de déchets de sciage comme combustible. La Commune est également bénéficiaire des activités de cette unité de sciage/séchage par la perception d'une redevance fixe mensuelle au forfait de 1 million d'Ariary.

En ce qui concerne la fourniture des combustibles pour la centrale, les propriétaires privés (69,3 ha à aménager sur 25 ans, rotation de coupe de 5 ans) assurent l'approvisionnement pour les 2-3 premières années de son fonctionnement (2012-2014). La plantation communale d'Ankariera (220,3 ha à aménager sur 25 ans, rotation de coupe de 5 ans) approvisionne la centrale pour une période plus longue (2015 -2035).

Les besoins en combustibles de la centrale ERD tourne autour de 1 tonne par jour de bois à 30 % d'humidité maximum, soit 400 tonnes par an. Sur la base d'une production moyenne de 35 à 75 tonnes à l'hectare pour des arbres de 5 ans, cela correspond à 6 à 12 hectares récoltés par an, soit une surface totale comprise entre 30 et 60 hectares.

Cette installation est un exemple d'aménagement et d'exploitation rationnelle et durable des plantations d'eucalyptus, qui sont gérées de telle sorte qu'aucun risque n'est à craindre pour l'environnement et la forêt. Cet exemple démontre également le caractère « renouvelable » de l'énergie biomasse, si l'exploitation est maîtrisée et bien encadrée.

Selon M. Pierre Montagne, Chef de projet du CIRAD, la chaudière de l'installation pilote d'Andaingo est conçue pour fonctionner uniquement avec du bois comme combustible, mais les autres installations qui vont suivre dans les autres communes seront du type multi-foyers, c'est-à-dire qu'elles pourront être alimentées par du bois, des balles de riz et autres sous-produits agricoles ou déchets forestiers.

La construction de la centrale ERD biomasse a coûté 185 400 €, dont 80% ont été assurés par l'ADER et 20% par l'UE.



Crédit photos : CIRAD

d. Les premières installations Eoliennes de Madagascar²⁰

Le premier village Eolien de Madagascar a vu le jour en 2007 à Sahasifotra, situé à 30 km de Diégo-Suarez au Nord de Madagascar. Précisément, les 60 maisons des abonnés ont été illuminées pour la première fois, la nuit du 20 au 21 juin 2007. Cela après quatre années d'effort de longue haleine déployé par le promoteur Mad'Eole, appuyé par des partenaires techniques et financiers locaux et étrangers, de l'ADER et avec la participation active des villageois.

Après ce village « Pilote », trois autres villages ont pu être électrifiés par la même technologie dont les caractéristiques sont résumées dans le tableau ci-dessous :

Village	Puissance Installée	Nb toits	FFt mensuel	Début Electrification
Sahasifotra	3 x 5 kW = 15 kW	66	10 000 Ariary	2007
Ambolobozobe	3 x 10 kW = 30 kW	220	10 000 Ariary	2010
Ambolobozokely	2 x 10 kW = 20 kW	150	10 000 Ariary	2010
Ivovona	1x 10 kW 1x 5 kW = 15 kW	120	10 000 Ariary	2010

L'objectif de Mad'Eole étant d'électrifier quinze villages de la région.

L'électrification a promu l'approche genre par la construction d'un atelier communautaire pour l'association de femmes appelée « Vehivavy Mivoatra » qui œuvre dans la couture et l'artisanat. La gente féminine est également représentée dans l'équipe de techniciens formés parmi les villageois. Ces techniciens qualifiés de

²⁰ Source : MAD'EOLE

« pieds nus » ont été formés pour participer à l'installation des éoliennes et assurer les maintenances et les dépannages en aval.

Par ailleurs, des corps de métiers se sont formés, à part la pêche qui est la principale activité commune de ces villageois. A l'instar de M.Théo, un jeune technicien qui, après une formation à l'Ecole Polytechnique d'Antsiranana, est retourné au village pour louer des films de DVD et VCD dans un premier temps et dépanner les postes téléviseurs et autres appareils électroménagers après ; ou du forgeron traditionnel qui a troqué ses anciens outils contre un poste soudure de fortune pour réparer les charrettes, charrues et autres matériels que les paysans lui amènent de 30 km alentours, Diégo Suarez étant encore loin.

Le commerce de lampe à basse consommation et autres accessoires pour installation électrique se substitue à celui du pétrole lampant. La couverture traditionnelle en feuille de palmier « satrana » donne une touche exotique à l'antenne parabole qui y trône. Encore un client pour M.Théo.

Les pêcheurs peuvent désormais se doter d'équipement de stockage de ses produits et pourront négocier d'égal à égal avec les collecteur de Diégo qui ont dicté les prix avant faute de moyen de congélation pour les villageois.

Un séchoir/fumoir a été construit dans le village d'Ambolobozokely pour être exploité par sept coopératives de pêcheurs. L'électricité générée par l'éolienne y sera utile pour l'éclairage car la pêche arrive souvent la nuit.

Le projet a également permis de mettre en exergue les compétences locales car à part le fait que l'équipe technique de Mad'Eole est constitué majoritairement d'enseignants à l'Ecole Supérieure Polytechnique d'Antsiranana, des jeunes étudiants de la filière « Systèmes d'Energies Renouvelables et Alternatifs (SERA) » ont aussi été sollicités pour participer au projet.

Pour conclure, tout cela contribue au développement des villages bénéficiaires et freine l'exode rural qui mine la plupart des campagnes et zones enclavées de Madagascar. Un exode qui amplifie le taux de chômage et le taux de délinquance en milieu urbain.



Crédit photos : MAD'EOLE

VII- L'ACCESSIBILITE DES RESSOURCES D'ENERGIES DURABLES EXISTANTES A MADAGASCAR

Malgré l'existence des ressources énergétiques de nature et de quantité abondante sur tout le territoire de Madagascar, la consommation énergétique globale du pays demeure très faible. Le bois et ses dérivés occupent une grande partie de cette consommation, qui représente plus de 90% de la demande.

En ce qui concerne l'électrification, compte tenu de la dépendance de Madagascar en hydrocarbures au niveau de la production, le coût de ce produit reste très élevé²¹. Le taux d'électrification national tourne de ce fait autour de 28% seulement. Le milieu urbain présente un taux de couverture de 65% tandis que celui du milieu rural tourne autour de 6%.

Bien que Madagascar ne dispose pas encore de cadre juridique spécifique aux énergies renouvelables, des projets entrant dans le développement de ces sous-secteurs, notamment en fourniture d'énergie électrique, ont quand même pu être menés grâce à la réforme du secteur de l'électricité comme résumée plus bas.

1) Cadre Juridique

La loi n° 98-032 du 20 janvier 1999, portant réforme du secteur de l'électricité, et ses décrets d'application ont mis un terme au monopole de la Société d'Etat JIRAMA pour la production, le transport et la distribution de l'électricité sur tout le territoire national.

En effet, l'Art 2 de cette loi stipule que : *« les activités de production, de transport et de distribution d'énergie électrique sur le territoire de Madagascar peuvent être assurées sans discrimination par toute personne physique ou morale, de droit privé ou public, de nationalité malgache ou étrangère, selon les modalités fixées... »*

Toutefois, toute activité dans ce domaine doit avoir l'aval du ministère de tutelle avant sa mise en œuvre, conformément aux dispositions de l'Art. 4 de ladite loi *« ...toute personne souhaitant exercer des activités de Production doit obtenir au préalable (...) soit une Autorisation, soit une Concession.*

... toute personne souhaitant exercer des activités de Distribution doit obtenir, au préalable, (...) soit une Autorisation, soit une Concession.

... toute personne souhaitant exercer des activités de Transport doit obtenir, au préalable, une Concession »

²¹ D'après une étude faite par la Fondation Friedrich Ebert Stiftung en 2012, l'électricité à Madagascar coûte 55% plus cher à Maurice et au Sri Lanka ; de même, une étude comparative des prix de l'électricité en Afrique publiée en décembre 2009 a donné le prix de la JIRAMA largement en haut du graphique parmi ceux de neuf pays de l'Afrique Australe.

Art.5 : « *Toute personne souhaitant exercer des activités d'autoproduction doit, au préalable, selon le niveau de puissance installée envisagé, soit déposer une Déclaration, soit obtenir une Autorisation* »

Il est à noter que même la Société JIRAMA est actuellement soumise aux conditions citées plus haut. En effet, c'est seulement pendant une période de transition de deux ans à compter de la date de promulgation de la loi n°98-032 que cette société a continué ses activités sans besoin de contrats d'Autorisation, ni de Concession (Art.67).

Le dernier paragraphe de l'Art.4 mérite une attention particulière : « *Toute Production faisant appel à une source d'énergie autre qu'hydraulique, les vagues et les marées, est assimilée pour les besoins de l'application de la présente loi, à la Production d'origine thermique* ».

On peut donc en déduire que la loi n° 98-032 a permis l'exploitation de toutes les ressources possibles pour la production d'électricité, sans clarifier par contre, les dispositions particulières pour l'exploitation des sources d'énergies renouvelables, autres qu'hydraulique. Il est à signaler qu'un projet de réforme de cette loi est aujourd'hui en cours d'élaboration. Ce projet rehaussera entre autre le seuil des contrats d'Autorisation et de Concession, mettra l'accent sur l'ensemble des énergies renouvelables et assouplira les conditions d'accès au secteur Electricité afin d'attirer plus d'investisseurs.

2) Cadre institutionnel

Trois structures étatiques assurent l'encadrement et la réglementation du secteur dans le cadre de la réforme :

Le Ministère en charge de l'Energie électrique, qui a pour rôle de :

- élaborer la politique générale en matière d'énergie électrique,
- lancer des appels d'offres en matière de Transport et de Distribution conformément à l'article 38 de la présente loi,
- fixer par voie réglementaire les normes et les spécifications techniques applicables aux Installations.

Avec la **Société d'Etat JIRAMA**, deux organes clés ont été créés sous-tutelle de ce Ministère :

L'Office de Régulation de l'Electricité (ORE) : organe technique, consultatif et exécutif spécialisé dans le secteur de l'Electricité doté de la personnalité morale et de l'autonomie financière. Cet organe assure la régulation, le contrôle et le suivi des activités relatives au secteur de l'Electricité. Ses principales missions sont de :

- Déterminer et publier (...) les prix réglementés d'électricité et le montant des redevances de transit et d'assurer leur application correcte ;
- Surveiller le respect des normes de qualité de service ;
- contrôler et faire respecter les principes de la concurrence.

A ce titre, l'ORE est en charge²², entre autres de :

- élaborer des plans de développement du secteur de l'électricité conformément à la politique énergétique nationale ;
- promouvoir la participation du secteur privé en matière de production, et de distribution d'énergie électrique dans des conditions objectives, transparentes et non discriminatoires ;
- définir et mettre en œuvre les tarifs dans le respect des méthodes et procédures fixées par la Loi et les textes pris pour son application;
- veiller à l'intérêt des consommateurs et assurer la protection de leurs droits pour ce qui est de la fourniture, de la qualité du service et du prix de l'énergie électrique ;
- veiller au respect du principe d'égalité de traitement des usagers par tout Exploitant du secteur de l'électricité ;
- suivre l'application des standards et des normes techniques par les opérateurs du secteur de l'électricité ;
- veiller au respect par les opérateurs du secteur de l'électricité, des conditions d'exécution des contrats de concession et d'autorisation
- appliquer les sanctions prévues par la Loi et les textes pris pour son application;

L'ORE est constitué de deux organes : le conseil de l'Electricité - organe de décision et le Secrétariat Exécutif - organe d'exécution²³.

L'Agence de Développement de l'Electrification Rurale (ADER)²⁴ :

Dans l'exercice des pouvoirs et compétences qui lui sont conférés par le présent décret, l'ADER vise la réalisation des objectifs suivants :

- promouvoir l'émergence et le développement rationnel d'installations électriques en milieu rural, notamment au travers de l'attribution de subventions d'équipements prélevées sur le Fonds National de l'Electricité prévu à l'article premier de la Loi N°2002-001 du 7 octobre 2002 portant création du Fonds National de l'Electricité pour atténuer le tarif appliqué aux consommateurs ;
- assurer les conditions de viabilité technique, économique et financière des Exploitants en milieu rural, notamment par la promotion et l'émergence de nouveaux exploitants ainsi que d'en assurer une assistance technique ;
- veiller, en coordination avec l'Organisme Régulateur, à la préservation des intérêts des clients finaux en milieu rural et renforcer la protection de leurs droits, notamment au travers d'une action tendant à promouvoir l'émergence de l'organisation de groupements représentant les clients des opérateurs en milieu rural, tant au niveau local que national ;
- suivre les activités relatives à l'électrification rurale dans tous ses aspects économiques, statistiques et techniques ;
- appuyer et soutenir les initiatives de développement rural et le bon fonctionnement des services sociaux de base en milieu rural.

Dans ce cadre, l'ADER est notamment chargée de promouvoir et d'encourager la soumission de projets en matière d'Electrification Rurale. De plus, elle statue périodiquement sur les demandes d'octroi de financement et de subventions à la réalisation de tels projets.

L'ADER est constitué de deux organes : le Conseil d'Orientation - organe délibérant et le Secrétariat Exécutif - organe exécutif de l'ADER.

²² Décret n° 2003-194 du 04 mars 2003 – Art.3 (nouveau)

²³ Décret n° 2003-194 du 04 mars 2003 – Art.4 (nouveau)

²⁴ Instituée par le Décret n° 2002 – 1550 du 03 décembre 2002

3) Mesures fiscales et douanières

Afin de permettre aux opérateurs dans le secteur des énergies renouvelables d'amortir leurs coûts sur les investissements, qui demeurent encore très élevés, le Gouvernement continue de prendre des mesures pour « l'exemption des droits et taxes sur divers appareils et matériels qui fonctionnent à l'aide des énergies renouvelables »²⁵.

Néanmoins, il est plus judicieux de se rapprocher des douanes Malagasy pour disposer d'informations plus précises sur le sujet car les exonérations sont appliquées en totalité ou partiellement, suivant la nature de l'équipement, comme indiquée dans les tableaux²⁶ qui suivent :

Tarif n°	Désignation des produits	UQN	DD	TVA
84.10	Turbines hydrauliques, roues hydrauliques et leurs régulateurs.			
	- Turbines et roues hydrauliques			
8410.11 00	D'une puissance n'excédant pas 1000 kW	u	ex	ex
8410.12 00	D'une puissance excédant 1000 kW mais n'excédant pas 10 000 kW	u	ex	ex
8410.11 00	D'une puissance excédant 10 000 kW	u	ex	ex
8410.90	- Parties, compris les régulateurs			
8410.90 10	Régulateurs pour turbines et roues hydrauliques	kg	10	20
8410.90 10	Autres parties et pièces détachées pour turbines et roues hydrauliques	kg	10	20
84.12	Autres moteurs et machines motrices			
8412.80.10	Moteurs à vent ou éoliens	u	ex	20
85.01	Moteurs et machines génératrices, électriques, à l'exclusion des groupes électrogènes.			
8501.61 00	-- D'une puissance n'excédant pas 75 kVA	u	ex	ex
8501.62 00	-- D'une puissance excédant 75 kVA mais n'excédant pas 375 kVA	u	ex	ex
8501.63 00	-- D'une puissance excédant 375 kVA mais n'excédant pas 750 kVA	u	ex	ex
8501.64 00	-- D'une puissance excédant 750 kVA	u	ex	ex
85.02	Groupes électrogènes et convertisseurs rotatifs électriques.			
8502.31 00	-- A énergie éolienne	u	ex	ex
8502.39	-- Autres			
8502.39.10	---A énergie hydraulique	u	ex	ex
85.41	Diodes, transistors et dispositifs similaires à semi-conducteur ; dispositifs photosensibles à semi-conducteur, y compris les cellules PV même assemblées en modules ou constituées en panneaux ; diodes émettrices de lumière; cristaux piézo-électriques montés.			
8541.40 10	-- Dispositifs photosensibles à semi-conducteur, y compris les cellules PV même assemblées en modules ou constituées en panneaux	u	ex	ex

DD= droit de douanes ; TVA= taxe sur la valeur ajoutée ; u= unité ; ex= exonéré

²⁵ Loi n° 2012 – 021 portant loi de finances pour 2013 –p.9

²⁶ Extrait du Tarif des douanes 2013

4) Le soutien financier actuel et à venir pour la promotion des énergies renouvelables :

Même si les réformes citées plus haut ont déjà motivé quelques opérateurs et autres associations à se lancer dans le développement des EnR à Madagascar, et en particulier dans les zones hors réseaux de la JIRAMA, le principal frein à tout projet d'EnR est, entre autres, la disponibilité des financements.

En effet, bien que ces ressources renouvelables soient gratuitement et généreusement offertes par la nature en tant qu'énergies primaires, leur exploitation et transformation pour avoir les produits finaux coûtent encore très cher, alors que la période d'amortissement de l'investissement risque d'être très longue, spécialement pour ceux qui opèrent dans l'électrification rurale.

D'une part, la contribution du FNE (Fonds National de l'Electricité), seul organisme financier étatique qui peut subventionner les projets d'électrification rurale jusqu'à hauteur de 70% du montant de l'investissement, s'avère être insuffisant pour accompagner plusieurs projets en même temps.

D'autre part, les opérateurs dans le secteur peinent à trouver du financement pour des projets de développement d'énergies renouvelables d'importante envergure.

Les différentes conventions de financement et autres projets récemment accordés dont Madagascar bénéficie sont donc des tremplins non négligeables pour le lancement du développement des EnR dans le pays.

a. Projet « Evaluation de ressources en Energie Renouvelable à Madagascar »²⁷

Le Projet « Evaluation de ressources en énergie renouvelable à Madagascar » (Renewable Energy Resource Mapping) vient de recevoir un financement de un million de dollar US de l'ESMAP (Energy Sector Management Assistance Program), Programme d'assistance à la gestion du secteur de l'énergie de la Banque Mondiale.

Ce programme a pour principal objectif d'établir une cartographie des ressources renouvelables disponibles dans de nombreux pays, y compris Madagascar. Cette initiative permettra de localiser le potentiel solaire, éolien, de la biomasse et de la petite hydroélectricité dans chaque pays bénéficiaire du Projet.

Il comprendra la réalisation de cartes haute résolution, la collecte de données sur le terrain, des analyses géospatiales et des évaluations environnementales stratégiques.

²⁷ Source : Banque Mondiale

Outre la cartographie, le programme viendra financer une large gamme d'activités, notamment la consolidation et la validation de l'ensemble des données existantes, les travaux de normalisation des méthodes d'évaluation de la ressource, et le développement des capacités des institutions et des spécialistes locaux. Les données collectées seront centralisées et disponibles en libre accès. Les produits géospatiaux (strates de données SIG) pourront être consultés sur un nouveau portail Internet. Ces produits seront également transmis pour intégration dans l'Atlas mondial de l'énergie solaire et éolienne élaboré par l'Agence internationale pour les énergies renouvelables (IRENA) et le Clean Energy Ministerial (conférence ministérielle sur les énergies propres).

Cette initiative a été prise afin de donner plus de visibilité à tous les acteurs du secteur pour qu'ils puissent s'avancer avec assurance dans la promotion et le développement des énergies renouvelables dans le pays bénéficiaire.

Elle entre également dans le cadre de l'initiative « Energie pour tous » lancée par les Nations Unies et la Banque Mondiale en 2011.

Se basant sur la priorité du pays, Madagascar va miser sur la mini-hydroélectricité, en commençant par quelques sites dont des données élémentaires de base sont déjà disponibles et exploitables.

Les autres ressources suivront suivant la disponibilité des financements additionnels.

b. Convention de financement du programme régional sur les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique²⁸

Le 05 juin 2013, une convention de financement de 15 millions d'Euros, relative au programme régional sur les énergies renouvelable et l'efficacité énergétique, a été signée à l'Île Maurice entre le Secrétaire Général de la COI, M. Jean Claude de l'Estrac et l'Ambassadeur Alessandro Mariani, Chef de Délégation de l'Union Européenne à Maurice, Seychelles et l'Union des Comores.

Ce programme sera mis en œuvre par la COI dans les pays bénéficiaires, à savoir l'Union des Comores, Madagascar, Maurice et Seychelles. L'Île de la Réunion participera également au programme sur ses propres ressources financières.

Le Programme a pour objectifs de renforcer les cadres institutionnels, réglementaires et technologiques existants dans chaque pays membre, de développer les capacités et échanges au niveau national et régional, développer des standards d'efficacité énergétique, et de promouvoir les partenariats public-privé à travers un appel à projets pour la réalisation d'installations pilotes.

²⁸ <http://environment.ioonline.org/>

Un Appel à Manifestation d'Intérêts a été lancé par la COI pour recruter un cabinet de consultants qui sera chargé de l'Assistance Technique de la Commission pour la mise en œuvre et le suivi du Projet.

- c. Subvention du SEFA pour un projet hybride d'énergies renouvelables sur l'île de Nosy Be²⁹

Le SEFA (Fonds d'Énergies Durables pour l'Afrique), une initiative conjointe de la BAD (Banque Africaine de Développement) et du gouvernement du Danemark a approuvé le 05 février 2013, une subvention d'un million de dollars US, destinée à finaliser le montage d'un projet hybride d'énergies renouvelables sur l'île de Nosy Be.

Cette subvention couvrira, entre autres, les études de faisabilité visant à explorer une combinaison de technologies (éolien, solaire, hydroélectrique), une assistance technique à la JIRAMA et le conseil juridique et financier pour la mise en place d'un partenariat public-privé.

La réalisation du projet aura un impact direct sur le développement économique de l'île qui mise essentiellement sur le tourisme, alors que la fourniture d'énergie, basée sur le thermique n'est ni fiable, ni rentable, ni propre.

- d. Le mécanisme de développement propre (MDP)

En 1992, au Sommet de la Terre à Rio, les pays présents ont adopté la Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC) et reconnaissaient ainsi l'influence des activités humaines sur le réchauffement de la planète. Dans le cadre de la CCNUCC, les pays industrialisés signataires (listés en Annexe 1 de la Convention) ont pris l'engagement non contraignant de réduire leurs émissions de gaz à effet de serre à leurs niveaux de 1990, d'ici à l'an 2000. Cet engagement se révéla très vite insuffisant pour éviter le réchauffement inéluctable du climat.

C'est pour cela qu'au cours de la Première Conférence des Parties (COP) en 1995, suite à l'entrée en vigueur de la Convention, les Parties contractantes ont décidé d'engager des négociations visant à adopter un Protocole qui fixerait des objectifs de réduction des gaz à effet de serre plus stricts et juridiquement contraignants pour certains pays.

En 1997, à la suite de la troisième Conférence des Parties, réunie au Japon, les Parties à la Convention ont adopté le Protocole de Kyoto qui fixe comme objectif pour les pays industrialisés une réduction en moyenne de 5 % de leurs émissions nationales, par rapport à l'année 1990, sur la première période d'engagement 2008- 2012. Afin de réduire les coûts liés à la mise en œuvre de ces engagements de réduction, trois «mécanismes de flexibilité» reposant sur

²⁹ Source : <http://www.madagascar-tribune.com>

une logique de marché ont été mis en place : les Permis d'Emission Négociables (PEN), la Mise en œuvre Conjointe (MOC), le Mécanisme de Développement Propre (MDP).

Même s'ils fonctionnent différemment, ces trois mécanismes reposent sur le même principe : autoriser les pays industrialisés à réduire les émissions de GES au moindre coût, indépendamment du pays où ont lieu ces réductions, et comptabiliser ensuite ces réductions au titre de leur objectif national. Dans le cas de la MOC et du MDP, on parle de mécanismes-projets car ces dispositifs permettent de financer la réalisation de projets spécifiques. La MOC permet de financer des projets qui se déroulent en Europe de l'est et en ex-URSS, alors que les projets MDP concernent uniquement les pays en développement qui n'ont pas pris d'engagements contraignants de réduction dans le cadre du Protocole de Kyoto. Par conséquent, le MDP est le seul dispositif du Protocole de Kyoto qui implique de manière directe les pays en développement dans l'objectif de réduction des émissions de gaz à effet de serre

L'objectif du MDP est donc double : contribuer au développement durable des pays « hôtes » des projets et aider les pays industrialisés à remplir leurs engagements chiffrés de limitation et de réduction.

Faisant partie des pays ayant ratifié le Protocole de Kyoto, Madagascar peut donc avoir recours au MDP pour obtenir des financements additionnels qui serviront à amortir les coûts de investissements pour les projets de développement des énergies renouvelables, si tous les critères d'éligibilité sont remplis.

Il est toutefois conseillé de bien étudier si les recettes générées par la vente des crédits carbone sont supérieures aux dépenses engendrées par l'enregistrement du projet.

Pour ce faire, Madagascar peut compter sur les conseils du Centre régional de la CCNUCC mis en place récemment à Lomé, Togo.

Actuellement, Madagascar compte, depuis 2010³⁰, trois projets carbones enregistrés auprès du comité exécutif MDP, à savoir : le projet Tough Stuff (énergie solaire), le Projet de Henri Fraise (barrage hydroélectrique de Tsiacompaniry), et le Projet Hydelec (barrage hydroélectrique de Sahanivotry).

³⁰ Source ; Autorité Nationale Désignée :Ministère de l'Environnement

VIII- LES REFORMES PRIORITAIRES POUR UNE ENERGIE DURABLE POUR TOUS

Bien que des réformes aient été opérées pour le développement du secteur de l'énergie électrique, cela s'est fait d'une manière trop générale, ce qui s'avère insuffisante pour encadrer la promotion des énergies renouvelables en particulier.

Aussi, les propositions suivantes sont avancées pour orienter les choix et les décisions d'aujourd'hui et de demain :

1) Réformes juridiques et institutionnelles

a. Réforme juridique

Une loi régissant spécialement les énergies renouvelables devrait être établie en s'inspirant de la pratique législative des pays plus avancés en EnR tout en tenant compte du contexte énergétique et économique malagasy.

La loi sur les énergies renouvelables de l'Allemagne (loi EEG³¹) consiste à augmenter la part des énergies renouvelables dans l'approvisionnement en électricité en imposant une obligation pour les exploitants de réseaux, d'acheter et de rémunérer par priorité l'électricité produite par des sources renouvelables. Le tarif accordé au producteur est fonction de la technologie utilisée. Ce tarif restera inchangé sur une période de vingt ans pour les nouvelles installations à mettre en service. Le coût de l'énergie est facturé aux utilisateurs finaux. L'Etat n'intervient pas directement pour subventionner le secteur de l'électricité renouvelable. En réduisant progressivement le tarif particulier aux énergies renouvelables, l'Etat fait une pression sur la technologie en incitant à la production à grande échelle et à l'innovation pour compenser le manque à gagner généré par la baisse de rémunération. Les surcoûts de l'énergie repercutés sur les consommateurs diminuent en fonction du développement de la technologie.

En transposant cette loi au contexte national, elle servira de garantie et d'assurance pour le retour d'investissement des promoteurs qui se lanceront dans le projet, étant donné que la totalité des productions sera intégralement injectée dans les réseaux en priorité.

Comme l'objectif est de donner accès à l'énergie durable pour tous : les ménages, les collectivités, les industries, faire supporter les coûts des investissements aux bénéficiaires finaux risquerait d'entraver le processus. Pour réduire ces coûts d'investissement, les textes devront également prévoir des allègements fiscaux, voire des exonérations totales de droits de douanes et de TVA pour tout projet relatif aux énergies renouvelables.

³¹ Erneuerbare-Energien-Gesetz

De même que les redevances sur l'occupation des terrains ainsi que les frais relatifs à l'acquisition des terrains devraient être réduits, voire supprimés.

Ces mesures inciteront les investisseurs à venir opérer dans le secteur.

Néanmoins, afin de réglementer et de cadrer ce secteur des énergies renouvelables, l'institution d'un département spécifique au sein de l'organe de régulation est recommandée.

b. Réforme institutionnelle

Afin de ne pas trop perturber les structures existantes, et compte tenu des expériences acquises par l'ADER dans les divers projets d'électrification rurale au moyen des énergies renouvelables, les propositions suivantes sont alors avancées :

- La dénomination de l'ADER sera désormais changée en : Agence de Développement des Energies Renouvelables. Cela sous-entend que :
 - o les compétences de l'Agence ne seront plus limitées ni en milieu rural, ni à l'électrification seulement
 - o tout projet traité par l'Agence doit concerner uniquement les énergies renouvelables
- L'Agence sera restructurée techniquement de façon à ce qu'il y ait autant de départements ou services pour autant de technologies ;
- Le Ministère du Tourisme et la Société Civile devront être également représentés dans le Conseil d'Orientation³² ;
- Les attributions de l'Agence devront être révisées suivant ses nouvelles orientations.

2) Mesures d'accompagnement

a. Information, Education et Communication

Pour que l'accès aux énergies durables pour tous soit possible dans l'avenir, pour 2030 selon l'objectif fixé par l'ONU, il faut que chaque individu soit convaincu et se sente concerné au point de le considérer au même titre que l'eau et l'air.

³² Le Conseil d'Orientation de l'ADER est constitué de 9 membres représentant respectivement les Ministère de l'Economie, des Finances et du Budget ; Ministère de l'Enseignement Supérieur ; Ministère de l'Environnement ; Ministère de l'Energie ; Ministère de Recherche Scientifique ; Ministère de l'Agriculture et de l'Elevage ; Ministère de la Décentralisation et du développement des Provinces Autonomes ; Organismes professionnels représentant représentatifs des Exploitants opérant dans le secteur de l'électricité en milieu rural ; Clients finaux en Zone rurale, désigné par les associations des consommateurs agréées par l'Etat ou à défaut par le Ministère du Commerce et de la Consommation (Décret n° 2002- 1550/Art.122)

Il est alors proposé d'inclure les notions d'énergies renouvelables aux programmes scolaires dès le secondaire. Le secondaire est plus recommandé car les élèves y sont plus éveillés et plus responsables. Les encadrements des voyages organisés y sont aussi plus aisés car des visites de site d'exploitation d'EnR les aideront à mieux comprendre et à matérialiser les acquis théoriques.

b. Renforcement des capacités et préparation des compétences locales

Comme Madagascar est resté un peu en retard par rapport à l'évolution des technologies relatives aux EnR dans le monde, la promotion des instituts supérieurs en énergies renouvelables devrait être fortement encouragée comme l'ouverture prochaine de la filière à l'Ecole Supérieure Polytechnique de Vontovorona.

De même, les techniciens des différents ministères, des différentes agences et organisations œuvrant pour la promotion des EnR devront suivre des formations pour le renforcement de leurs capacités tant sur les activités en amont que sur celles en aval.

c. Provision et ouverture du FNE

Pour être en cohérence avec la proposition de réforme de l'ADER, la loi n° 2001-001 du 07 octobre 2002 devrait être amendée de façon à ne pas restreindre son utilisation uniquement pour subventionner l'électrification rurale.

Le FNE qui s'appellera désormais Fonds National pour les Energies Renouvelables (FNER) devrait donc subir une double ouverture, tant sur les sources que sur les destinations.

Ainsi, en complément des ressources déjà mentionnées à l'Art.143 de cette loi, d'autres ressources issues d'autres secteurs, à l'instar des grands investissements tels que les grands projets miniers, devraient renflouer les caisses du FNER.

A titre d'exemple, comme Madagascar est très riche en ressources minières, alors que les retombées financières ne sont palpables ni par les zones concernées ni par l'Administration centrale, tout octroi de permis minier devrait être subordonné au paiement d'une redevance destinée au FNER.

Ces redevances seront calculées en fonction de la nature du gisement à exploiter, de son envergure et de son délai d'exploitation.

Les exploitations minières et pétrolières de grande envergure devront quant à eux s'engager à installer des centrales de production électriques en EnR pour au moins alimenter les villages aux alentours des sites exploités.

Pour que les sources d'énergies durables soient accessibles à tous, il faut que ceux qui en bénéficient déjà apprennent à ne pas les gaspiller. Une politique pour l'économie d'énergie devrait ainsi être adoptée à titre incitatif :

- Pour chaque individu : inculquer à tout un chacun des attitudes citoyennes et responsables en l'habituant à ne jamais laisser éclairée une pièce vide ;
- Pour les abonnés : l'installation des compteurs « intelligents » auprès des abonnés est recommandée afin que ces derniers puissent gérer leur consommation d'un côté, et de l'autre côté que les éventuelles fraudes sur la consommation soient limitées.
De même, la promotion de l'utilisation des lampes à basse consommation, comme l'opération « Lumitsits³³ » devrait être fortement encouragée pour réduire les consommations de chaque abonné, qui permettrait à d'autres de bénéficier de cette économie d'énergie ;
- Pour les opérateurs économiques : Inciter les opérateurs économiques à utiliser des sources d'énergies renouvelables en partie ou en totalité. Les efforts devraient être récompensés par des allègements fiscaux avec des taux proportionnels ou par l'obtention d'un label qui pourrait leur donner une bonification dans les évaluations pour les appels d'offres.
- Pour les bâtiments administratifs : l'Administration devrait être un modèle pour tous en dotant progressivement les bâtiments administratifs de ses propres sources d'énergies renouvelables telles que les panneaux photovoltaïques, les bâtiments étant principalement en activité pendant le jour.
Ces bâtiments devraient également être éclairés par des lampes à basse consommation ou des lampes LED.
- Pour les fournisseurs d'énergie : Travailler continuellement sur les renforcements des capacités tant pour les ressources humaines que pour les ressources matérielles afin de pouvoir intervenir dans les temps et de manière professionnelle lors des dépannages.

³³ Opération Lampes à Basse consommation, initiée conjointement par la JIRAMA-WWF et la Fondation TELMA

3) Définition du rôle des acteurs

Afin de réussir ce pari, difficile mais pas impossible, il est impératif que chaque acteur-clé tiennne un rôle bien défini qu'il devrait assumer en toute objectivité :

- L'Etat, par le biais du Ministère chargé de l'Energie, devrait instaurer, une politique énergétique claire et nette au moins pour chaque quinquennat ou décennie en y définissant clairement les objectifs fixés, ses attentes par rapport aux autres acteurs pour atteindre ces objectifs, ainsi que les garanties et assurances qu'il fournit pour permettre à ces partenaires d'adhérer aux processus en toute quiétude ;
- Le Secteur Privé, en prenant connaissance de cette politique devrait s'y référer et s'y appuyer pour établir son plan de développement. A l'inverse, tout projet d'investissement, qui nécessite généralement des consommations énergétiques, devrait être concerté avec le Ministère de l'Energie pour que l'énergie, à priori de source renouvelable, nécessaire soit fournie au bon endroit au bon moment ;

De même, le Secteur Privé devrait appuyer les initiatives des chercheurs nationaux qui ont souvent de bonnes idées mais qui manquent de financement pour mener à terme leurs recherches, ou pour l'exploitation à grande échelle de leurs trouvailles ;

- Les chercheurs et les techniciens nationaux, appuyés par les Ministères concernés et le Secteur Privé, devront concentrer leurs efforts sur le développement des ressources renouvelables tout en adaptant les solutions aux contextes économique, social et environnemental du pays;
- La Société Civile devrait être partie prenante de la politique énergétique nationale afin qu'elle puisse, d'une part, rendre compte auprès des contribuables de l'évolution de la situation par rapport à la politique établie, et d'autre part, interpeller sur les déviations de certains acteurs par rapport aux lignes déjà tracées. (Genre électrification non programmée car promesse électorale, etc...) ;
- Les institutions financières nationales devraient prendre part aux financements des investissements sur les EnR, fortes de l'assurance et garantie de l'Etat dans le cadre de la politique énergétique nationale;
- Les institutions financières internationales devront considérer les programmes entrant dans le cadre des développements des EnR comme à caractère de bien public mondial (en considérant l'Initiative « Energies durables pour tous » de l'ONU) et que sa suspension pour d'autres raisons que technique, notamment politique, présenterait des risques substantiels pour la sauvegarde sociale du pays. Le cas échéant, des mesures devront être prises pour continuer les projets en contournant les éventuelles « contraintes administratives » ;

- Les cercles de concertation, tels que le Groupe de Travail en Energie (GTE), ou une autre entité de même nature qui a pour la rôle de mettre en réseau les entreprises, ONG, administrations, institutions d'information publique et autres intéressés au secteur de l'énergie, devront être officialisés et élargis, afin qu'ils puissent servir de plateforme d'échanges et travailler en étroite collaboration avec la Société Civile pour collecter et publier à large diffusion les informations relatives aux EnR pour que tous les citoyens soient au même niveau d'information.

IX- CONCLUSION

« Energies durables pour tous ? » Utopie ou réalité ?

Il a été démontré plus haut que source d'énergie durable ne rime pas forcément avec investissement à moindre coût. On a aussi pu constater que les énergies renouvelables ne sont pas toujours exemptées de nuisances environnementales (visuelles ou sonores), ni loin des troubles sociaux si mal abordés (délocalisation de la population pour les hydroélectriques, par exemple). Il est donc primordial de chercher cet équilibre entre exploitation de ressources renouvelables, développement économique, respect de l'environnement et paix sociale pour chaque projet.

Tout projet d'EnR dans une région donnée devrait donc faire l'objet de concertation entre les acteurs clés directement concernés avant de trancher sur la solution à apporter.

Quel serait l'impact sur le tourisme, la flore et la faune des environs pour l'installation d'une ferme éolienne de 2 MW le long de la piste de l'Isalo ? Ou des solaires photovoltaïques de même envergure aux alentours des Tsingy de Bemaraha ? Et si les pylônes étaient en forme de baobab ?

Est-ce que l'électricité fournie exclusivement par solaire photovoltaïque serait bénéfique à tous les ménages de Maevatanàna ?

Quelle serait les conséquences des pénuries de charbon de bois dans les portefeuilles des ménages en milieux urbains si les milieux ruraux prennent goût à l'électrification par centrale thermoélectrique à biomasse ?

De telles questions devraient être débattues et tranchées par différents acteurs issus de différents secteurs afin de trouver ensemble la solution adéquate.

Etant la base du développement économique d'un pays, l'Energie durable devrait être désormais une affaire nationale. Elle devrait être disponible pour tous à tout moment et à tous les endroits de manière juste et équitable. Mais comment y arriver ? C'est la question qui se pose. En parler est déjà un bon début, car l'avis de tous est important pour aboutir à la bonne réponse.

« Energies durables pour tous ? » OUI, AVEC LA VOLONTE ET L'ENGAGEMENT DE TOUS.

BIBLIOGRAPHIE

- Code des Douanes 2013
- Code Général des impôts 2013
- Energie à Madagascar et La coopération germano-malgache au secteur de l'énergie - Otfried Ischebeck , 17 juin 2008
- Guide des mécanismes de projet prévus par le protocole de Kyoto, 2^{ème} Edition
- L'efficacité énergétique à travers le monde, sur le chemin de la transition- Les cahiers de Global Chance n°32, octobre 2012
- Loi 98-032 du 20 janvier 1999 portant réforme du secteur électricité et ses décrets d'application
- Loi des finances 2013
- Quelle réforme pour le secteur de l'électricité à Madagascar? - Andriambolatiana Sandratirina, septembre 2008
- Rapport de diagnostic du secteur Energie, cabinet AIDES 2012
- Rapport National Madagascar Rio+20, 2012
- Stratégie Nationale du Mécanisme de Développement Propre à Madagascar

WEBOGRAPHIE

- Wikipedia
- www.madagascar-tribune.com
- <http://environment.ioconline.org/>
- www.ore.mg
- www.adeve.org
- www.energies-renouvelables.org
- www.wwf.mg
- www.un.org

REMERCIEMENTS

M.Pierre Montagne – CIRAD

Pr.Jean Marie Razafimahenina – Mad'Eole

M.Vonjy Rakotondramanana – Banque Mondiale

Mme Mialisoa Randriamampianina – WWF

Mme Ketakandriana Rafitoson – ORE

Mme Sandratirina Andriambolatiana – YLTPienne

Design & Layout : Hery Rafano
Imprimerie : Megaprint
Copyright : Friedrich-Ebert-Stiftung