

Table des matières

Résumé	4
1 Introduction	7
1.1 Contexte général.....	7
1.2 Objectifs	8
1.3 Methodologie	8
1.3.1 Visite des sites et experts impliqués	9
1.3.2 Etude technique	11
1.3.3 Viabilité socio-économique des micro et mini centrales hydroélectriques	13
2 Evaluation des sites	16
2.1 Site No. 1 - AMPONTSILAHY	16
2.1.1 Résumé.....	16
2.1.2 Données principales	17
2.1.3 Hydrologie.....	18
2.1.4 Design technique	21
2.1.5 Aspects socio économiques	22
2.1.6 La gestion	22
2.1.7 Cartes	25
2.1.8 Dessins techniques.....	29
2.1.9 Estimation des coûts, des revenus annuels et des frais de fonctionnement.....	36
2.1.10 Conclusions	39
2.2 Site No. 2- AMPONTISILAHY	40
2.3 Site No. 3 - ANBODISATRANA (chute d'eau)	41
2.4 Site No. 4 - ANBODISATRANA	42
2.4.1 Principaux résultats.....	42
2.5 Site No 5 - AMBODIHASINA	44
2.5.1 Principaux résultats.....	44
2.5.2 Dessins techniques.....	44
2.6 Site No. 6 - AMBALAVELONA et ANDROKA	48
2.7 Site No. 7 - AMBALAVELONA et ANDROKA	49
2.7.1 Principaux résultats.....	49
2.8 Site No. 8 - AMBALAVELONA et ANDROKA	51
2.8.1 Principaux résultats.....	51
2.9 Site No. 9 - AMBALAVELONA et ANDROKA	53
2.9.1 Principaux résultats.....	53
3 Revue sommaire des ateliers mécaniques malgaches.....	56
3.1 ANTSIRANANA	56
3.2 ANTANANARIVO.....	58
4 Visite d'une centrale hydroélectrique	59
5 Conclusion et Recommandations	60
6 Annexes	61
6.1 La stratégie du développement des énergies renouvelables au Nepal	62
6.2 Termes de références.....	65
6.3 Glossaire technique	67

Abréviations

€	Euro
ADER	Agence Pour le Developement de l'Electrification Rurale.
AEPC /N	Alternative Energy Promotion Centre /Nepal
l'ANGAP	Association Nationale de Gestion des Aires Protégées
Ar	Ariary (currency)
ESAP/N	Energy Sector Assistance Programme/ Nepal
FMG	Franc Malagasy
FNE	Fonds National de l'Energie
GTZ	Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit
GW	Giga Watt
GWh	Giga Watt heure
IST	Institut Supérieur Technologique d'Antsiranana (Malagasy)
JIRAMA	Compagnie nationale d'eau et d'électricité (Malagasy)
kg	Kilogramme
kW	Kilo Watt
kWh	kilo Watt heure
MW	Mega Watt
ONG	Organisation Non Gouvernementale
PEHD	Poly Ethylène Haute Densité
PPP	Partenariat Plublic Privé
WWF	World Wild Fund

Monnaie

12 500 FMG (Franc Malagasy) = 2 500 Ariary (Ar) = approx. 0.93 € (3.6.2006)

Auteurs:

Sridhar Devkota
Consultant international
Entec, Nepal

Dr. Razafindrabe Hary.
professeur, IST
Antsiranana.

Jerome Levet
Ingénieur junior

Razaindrakoto Roger
Topographe.

Christian Lempelius
Coordinateur du projet

INTEGRATION Environnement & Energie
Bahnhofstr.9
91322 Graefenberg – Germany



L'équipe

Informations légales

1. Toutes les indications, chiffres et résultats contenus dans cette étude ont été soigneusement compilés et vérifiés par ses auteurs. Cependant, le contenu n'est pas à l'abri d'une erreur. Par conséquent, ni la GTZ ni les auteurs ne peuvent être tenus pour responsables en cas de réclamations, pertes ou dommages résultant directement ou indirectement de l'utilisation des informations, des erreurs, imprécisions ou omissions de ce rapport.

2. La duplication ou la reproduction de tout ou parties de cette étude (incluant tout type de sauvegarde informatique) et sa distribution sans but lucratif sont autorisés à la seule condition que la GTZ soit nommée comme étant son auteur. Toute autre utilisation, y compris la duplication, la reproduction ou la distribution de tout ou parties de cette étude pour des utilisations commerciales, exigent le consentement écrit de la GTZ.

Résumé

Les objectifs de cette mission étaient l'identification de sites potentiels à l'installation de réseaux électriques décentralisés ruraux alimentés par des micro/minis centrales hydro électriques dans la zone du projet Lokoho, gérés, soit par des associations locales, soit par des entreprises privées. Et d'évaluer la viabilité socio-économique des projets.

Sur le terrain, le travail a consisté à collecter informations techniques et socio-économiques relatives aux différents sites visités.

Les relevés techniques ont consisté à :

- Mesurer la longueur des canaux de dérivations des ouvrages, déterminer hauteurs de chutes brutes, réaliser le tracé des installations et localiser l'implantation des structures les plus importantes. Pour se faire, GPS, altimètre, mètre d'arpenteur, et théodolite ont été employés ;
- Mesurer les débits des rivières par conductimétrie.

Au sein des villages, les enquêtes menées auprès des habitants, des autorités villageoises et des membres des communautés locales ont permis d'évaluer:

- La demande d'éclairage et des autres postes de consommation électriques potentiels, les actuels moyens d'approvisionnement énergétiques ;
- Les capacités et volontés à payer l'électricité.

Pour chaque site visité, accompagnée des habitants et des autorités villageoises, l'équipe technique a suivi à pieds le tracé des différentes installations potentielles : prises d'eau, canaux d'amenée, conduites forcées, localisations des bâtiments des centrales et s'est rendue sur les différents lieux de consommation énergétiques.

Ces analyses de sites et les différentes informations recueillies ont permis d'aboutir aux conclusions suivantes :

Nom du site/village	Mesure de Débit (L/s)	Mesures de hauteur de chute (m)	Puissance disponible (kW)	Foyers alimentés	Coût estimé (€)	Évaluation
Ampontsilahy 1		79	35	500	71,3	Réalisable
Ampontsilahy 2	9000	1.8	-			Irréalisable
Ambodisatarana 1	-	-	-			Irréalisable
Ambodisatarana 2	6000	-	-			Analyse détaillée requise
Ambodihasina	2000	27	2 x 75	500 + 600	2,700	Irréalisable
Ambalavelona 1	-	-	-	-	-	Irréalisable
Ambalavelona 2	40	40	11			Trop faible
Ambalavelona 3	1300	7	80	200 + 600	1,500	Réalisable
Ambalavelona 4	1000	20	100	200 + 600	3,000	Réalisable

Site 1. Ampontsilahy 1

- Source pérenne ;
- Type d'installation : haute chute et faible débit ;
- Installations peu coûteuses ;
- Turbine relativement proche du village ;
- Maintenance facilement réalisable par la communauté locale ;

- Site facilement accessible.

Site 2. Ampontsilahy 2

- Faible hauteur de chute (hauteur de chute insuffisante) ;
- Nécessité d'utiliser un très important débit pour obtenir la même puissance.

Site inexploitable

Site 3. Ambodisatrana 1

- Site trop éloigné du village ;
- Site difficilement accessible ;
- Exploitation non recommandée d'un point de vue environnemental.

Site inexploitable

Site 4. Ambodisatrana 2

- Site moyen ;
- Débit disponible suffisant ;
- La place du bâtiment de la centrale n'a pu être identifiée en raison du trop grand nombre de rizières ;
- Une analyse détaillée doit être menée.

Site 5. Ambodihasina

- Débit largement suffisant (seulement 20% du débit de la rivière est nécessaire) ;
- Installation peu coûteuse ;
- Proche du village et peu éloigné d'Ambodisatrana ;
- Puissance disponible suffisante pour alimenter les deux villages.

Site 6. Ambalavelona and Androka 1

- Site trop éloigné des deux villages
- Débit insuffisant.

Site inexploitable

Site 7. Ambalavelona and Androka 2

- Puissance disponible insuffisante ;
- Installation trop coûteuse.

Site inexploitable

Site 8. Ambalavelona and Androka 3

- Bon site ;
- Puissance disponible suffisante pour alimenter les deux villages ;
- Site très proche des villages ;
- Faible coût des lignes de transmission ;
- Installation peu coûteuse.

Site 9. Ambalavelona and Androka 4

- Site moyen ;
- Obligation d'installation d'un long canal d'aménée ;
- Installation assez coûteuse.

Recommandations pour les prochaines étapes

- Afin de sensibiliser les villageois à la micro hydroélectricité, l'idée est de concevoir une première micro centrale hydro électrique qui pourrait être utilisée comme pilote de démonstration. Le site d'Ampontsilahy s'est avéré être un site idéal pour la création d'une micro centrale de 35 kW qui pourrait jouer ce rôle. Considérant qu'il existe de nombreux sites exploitables de ce type à Madagascar, le projet d'Ampontsilahy pourrait être le projet pilote qui améliorerait les connaissances locales dans le domaine de la micro hydroélectricité et susciterait l'engouement des populations d'accéder à cette technologie ;
- Il serait préférable que les installations appartiennent soit à un investisseur privé, soit à la communauté bénéficiaire ;
- A chaque fois que c'est possible, on tentera d'exploiter les ressources disponibles localement. Les infrastructures requises pour ce type de projet sont largement disponibles à Antsirana : l'Institut Supérieur Technologique (IST) d'Antsirana a notamment travaillé au développement de turbines Cross-flow ;
- Une autre solution consisterait à importer turbines et autres matériels requis pour le développement de la micro hydroélectricité et à former des constructeurs malgaches d'améliorer les compétences locales dans ce domaine.

1 Introduction

1.1 Contexte général

La République de Madagascar, la « grande île » d'une superficie de 600 000 km², est située à 400 km au large du Mozambique, à l'Ouest de l'Océan Indien. L'île étant orientée nord-sud, elle jouit d'un climat varié: il est tropical au nord et sur les côtes, plutôt tempéré sur les hauts plateaux du centre et semi-aride au sud. Malgré ces particularités régionales, on peut toutefois globalement diviser l'année en 3 saisons : saison sèche d'avril à octobre, saison des pluies d'octobre à décembre, saison cyclonique de janvier à mars.

Madagascar dispose de ressources naturelles relativement importantes tant au niveau agricole (premier producteur de vanille et productions de noix de coco, cacao, café et litchis conséquentes) que minier (importants gisements de métaux et minéraux). Cependant, le pays est l'un des plus pauvres du monde : avec un PIB/habitant de 290 US\$ par an, 69% de la population malgache (soit environ 12,5 millions sur un total de 17,5 millions) vit au-dessous du seuil de pauvreté. Par ailleurs, la population malgache est essentiellement rurale (70% de la population).

Le bois (bois de feu et charbon) est de loin la ressource énergétique la plus utilisée à Madagascar. Le pays ne possède pas de ressources pétrolières et gazières connues.

Le pays possède d'importantes ressources hydroélectriques, estimées à 7 500 MW. Actuellement, la puissance électrique disponible à Madagascar s'élève à 275 MW. La production se répartit entre 12 centrales hydroélectriques et 700 centrales thermiques. Ces centrales alimentent 63 réseaux indépendants. La production électrique, d'environ 850 GWh par an peine aujourd'hui à satisfaire la demande (délestages fréquents, coupures, service limité à certaines plages horaires).

Seulement 24% de la population a accès à l'électricité, mais seulement 4% en milieu rural.

Depuis 1975 à la société d'intérêt national JIRAMA (Jiro sy Rano Madagascar : Eau et Electricité de Madagascar), détenait le monopole de la production du transport et de distribution d'électricité. Depuis des années, la situation financière de la JIRAMA est catastrophique et la compagnie n'est pas passée loin de la banqueroute. 40% des générateurs thermiques doivent être remplacés et 60% du budget de la compagnie est assigné à l'achat de carburant. La hausse des tarifs de l'électricité est un des moyens mis en œuvre pour améliorer la situation financière de la JIRAMA. Le tarif actuel de vente de l'électricité est d'environ 500Ar/kWh (0,25 US\$/kWh).

De plus, afin d'améliorer la rentabilité de la JIRAMA mais également l'accès à l'électricité en particulier en milieu rural, depuis 1999, le Gouvernement a mis en œuvre une réforme du secteur électrique, qui permet la production et la vente d'électricité à des opérateurs privés indépendants.

L'ORE (Office de Régulation de l'Electricité) est à présent l'organe de régulation et de contrôle de l'ensemble du secteur électrique. Afin de favoriser le développement des infrastructures électriques rurales, une agence spécialisée a vu le jour sous l'égide de l'Etat en 2004 : L'ADER (Agence de Développement de l'Electrification Rurale). Elle assiste techniquement les opérateurs privés et leur accorde les licences d'exploitation. Elle est en charge des subventions du Fonds National de l'Energie (FNE) de l'Etat. Ainsi, l'ADER peut subventionner jusqu'à 70% les projets d'électrification en milieu rural soit en fournissant du matériel tels générateurs, câbles et poteaux ou bien en financement directement les projets. L'objectif de l'ADER est à présent d'électrifier 100 villages, soit environ 25 000 foyers par an

Depuis l'introduction de cette nouvelle loi de libéralisation du secteur électrique malgache en 1999 seulement 15 compagnies privées ont vu le jour. Par ailleurs, les nouveaux réseaux

indépendants ainsi créés, étant tous alimentés par des centrales thermiques, les incessantes augmentations du pétrole ne permettent pas de garantir leur avenir.

Depuis 1999, un seul projet micro hydroélectrique a vu le jour (village d'Antetetzambato, près Ambositra 42 kW installé) et c'est une association villageoise qui est en charge de sa gestion.

Dans le contexte actuel du projet d'électrification Lokoho, Partenariat Public Privé entre e7 et la GTZ, les villages autour du réseau de distribution rural de Lokoho n'auraient pas accès à l'électricité. La GTZ a donc demandé la mise en oeuvre d'une étude de faisabilité concernant l'implantation de micro centrales hydroélectriques afin d'alimenter ces villages en électricité. Ainsi, si dans l'avenir le réseau rural de Lokoho s'étendait, ces producteurs indépendants auraient de plus la possibilité de revendre l'énergie produite au réseau. Ce rapport présente plusieurs études de préfaisabilité de projets micro hydroélectriques réalisables dans la région d'Andapa. Parmi celles-ci, la première étude est plus détaillée.

1.2 Objectifs

Les objectifs de cette mission étaient:

- D'identifier les sites d'électrification ruraux techniquement réalisables, qu'ils s'agissent de réseaux ruraux indépendants ou alimentant le futur réseau rural de Lokoho ;
- De vérifier la viabilité socio économique de ces micro/mini centrales hydro électriques ;

Afin d'atteindre ces objectifs, les principales activités de ce travail, indiquées dans ses termes de références étaient :

- D'évaluer sommairement des caractéristiques géophysiques, hydrauliques et géographiques des différents sites, en y incluant les cartes et les courbes de débits annuels des sites ;
- D'évaluer les données météorologiques significatives du secteur;
- De détailler les infrastructures existantes qui peuvent être en lien avec les projets (routes, chemins...);
- D'estimer les puissances disponibles et les puissances électriques à générer ;
- De schématiser les réseaux de distribution électrique des villages;
- De spécifier les exigences techniques et physiques que requièrent la construction des centrales hydroélectriques (prise d'eau, canal d'amenée, conduite forcée, bâtiment abritant les machines de la centrale, poste de transformation, réseau électrique...);
- De recommander "les meilleures solutions" techniques et de proposer une liste de fournisseurs et fabricants, nationaux ou internationaux, d'équipements hydroélectriques appropriés;
- D'indiquer les possibles impacts environnementaux ;
- Sur la base sur des résultats de l'étude "Lokoho Demand Study 2005" ("l'Étude 2005 de la demande électrique du projet Lokoho »), d'évaluer brièvement la demande électrique potentielle des villages des réseaux indépendants proposés ;
- D'identifier les possibles utilisations productives de l'électricité ;
- D'évaluer les différentes alternatives de gestion et commercialisation du service électrique ;
- De proposer un plan des actions à mener;
- De visiter des ateliers à Antananarivo pouvant fabriquer les turbines et d'évaluer leurs compétences.

1.3 Methodologie

Cette étude de préfaisabilité est le résultat d'une mission réalisée du 4 au 24 mai 2006 pour examiner la possibilité d'installer des micro centrales hydroélectriques « au fil de l'eau » proches de villages autour d'Andapa dans la région de la SAVA.

1.3.1 Visite des sites et experts impliqués

Cette étude a été menée par une équipe de consultants coordonnée par M. Christian Lempelius. Les autres membres d'équipe étaient le consultant international Sridhar Devkota, le Docteur Hary Razafindrabe, l'ingénieur junior Jérôme Levet et le topographe Roger Razaindrakoto.

Sous l'égide de Mr Lempelius, un groupe de travail formée d'agent de l'ANGAP, de membres des bureaux locaux du Ministère des Eaux et Forêts et du WWF avait au préalable sélectionné sur carte et grâce à leur expérience du terrain, les sites à étudier par les consultants. Ce choix s'est basé sur trois critères : (1) la distance entre les chutes d'eau et les villages : pas plus de 5km, (2) la population des villages : au moins 500 ménages; (3) des débits minima garantis toute l'année. Le choix définitif des sites à visiter a ensuite été fait en collaboration avec l'équipe de la mission.

Les villages enquêtés sont situés dans l'ouest de la région de la SAVA, dans le district d'Andapa. Il s'agissait de:

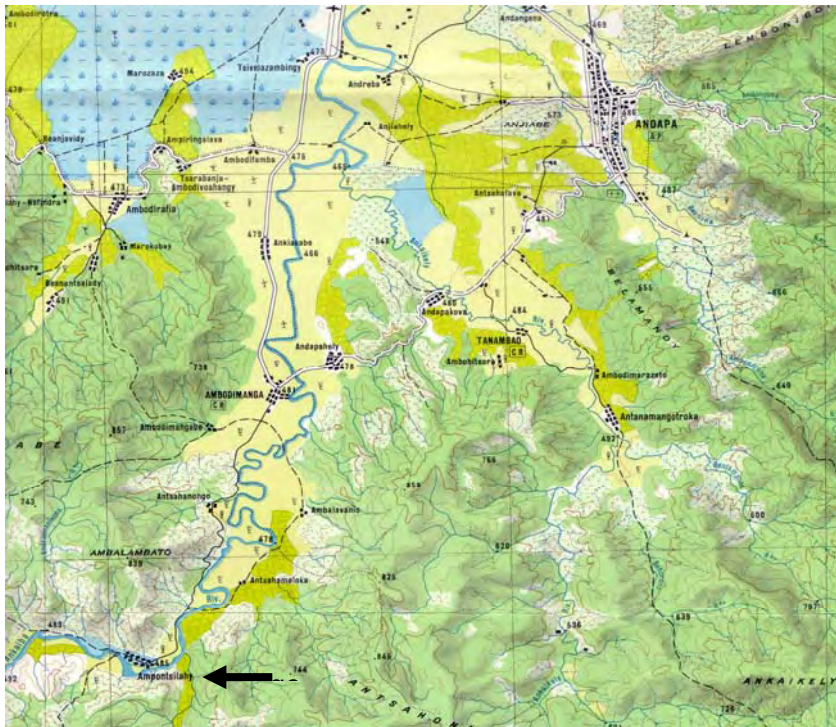
- Ampontsilahy;
- Ambodisatrana;
- Ambodihasina;
- Ambalavelona/Androka.

Les trois villages Ampontsilahy, Ambodisatrana et Ambodihasina sont accessibles par des routes carrossables. Le quatrième village Ambalavelona/Androka n'est pas accessible par la route. Pour ce site le matériel devra être acheminé par porteurs ou par hélicoptère. Il est à noter que la micro centrale proposée dans ce cas électrifiera à la fois le village d'Ambalavelona et d'Androka.

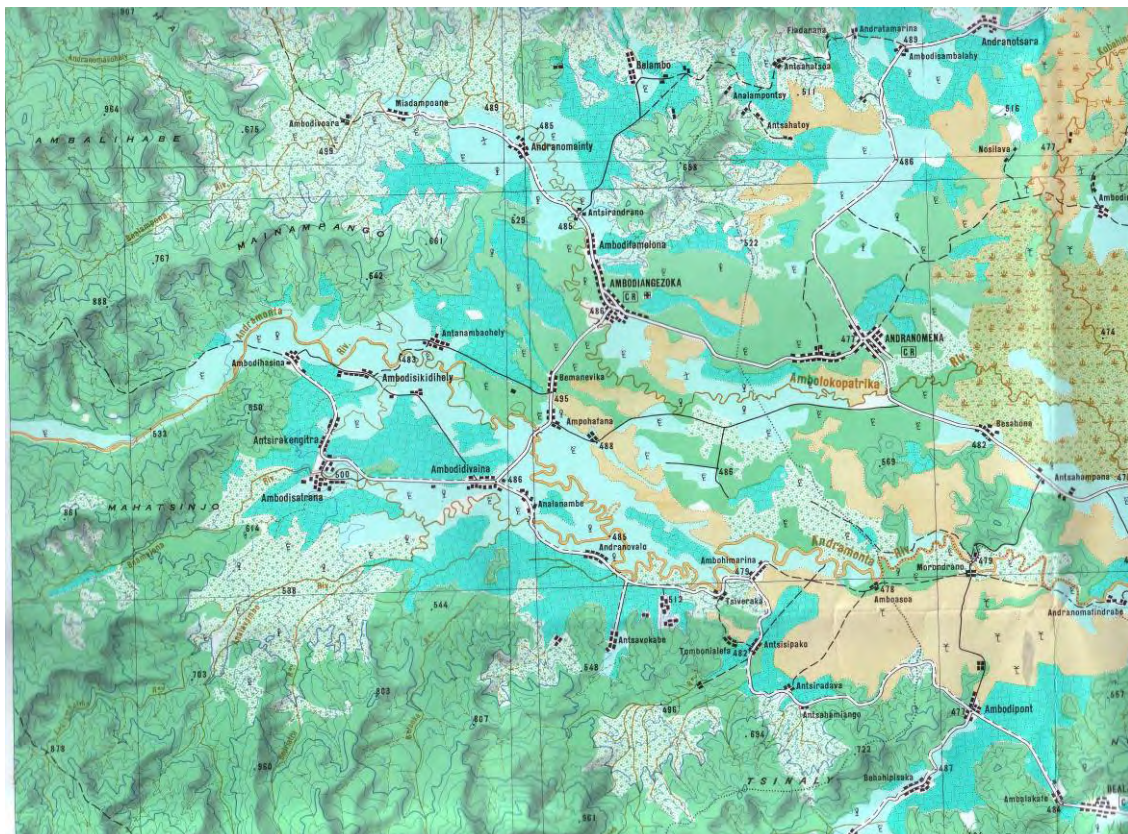
Le travail a consisté à collecter les informations techniques et socio-économiques relatives aux différents sites visités. Voir paragraphes 1.3.2 et 1.3.3.

En raison des contraintes liées aux délais de la mission, les sites les plus pertinents ont été choisis. Le site d'Ampontsilahy de 35 kW s'est avéré être le site de plus intéressant pour le développement d'une micro centrale. Il a donc été étudié plus en détail dans ce rapport. Les autres sites identifiés nécessiteraient des analyses plus détaillées.

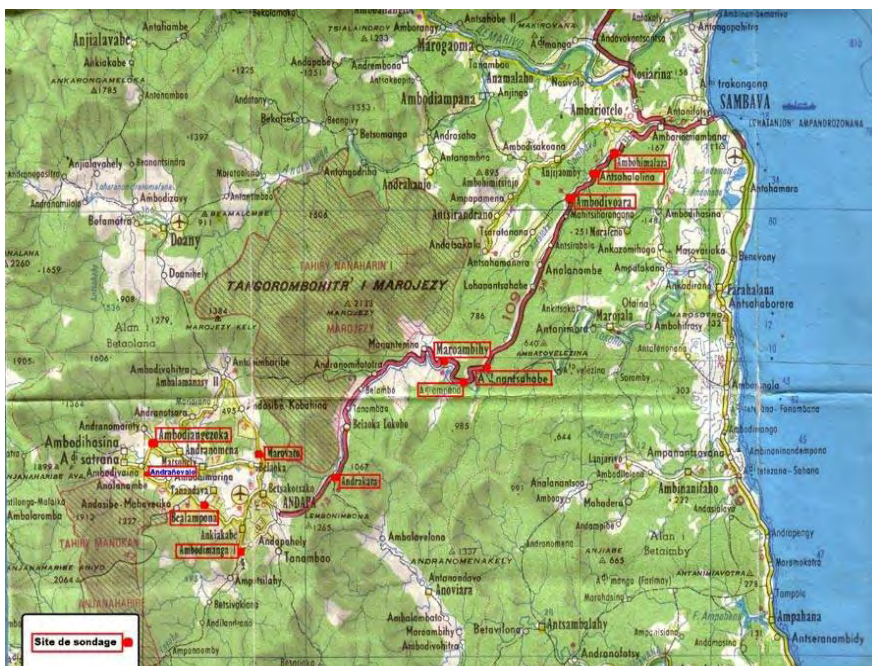
Les cartes suivantes précisent la situation géographique des villages visités.



Carte de la zone du village d'Ampontsilahy.



Carte de la zone des villages d' Ambodisatrana & Ambodihalina



Carte de la zone des villages d’Ambalavelona /Androka

1.3.2 Etude technique

- Puissance installée ;
- Dessin technique ;
- Demande électrique ;
- Usages possibles de l’électricité ;
- Questions juridiques relatives à la gestion de l’eau ;
- Aspects socio économiques
- Questions relatives au management des installations
- Estimation du coût des projets

Les relevés techniques ont consisté à :

- Mesurer la longueur des canaux de dérivations des ouvrages, déterminer les hauteurs de chutes brutes, réaliser le tracé des installations et localiser l’implantation des structures majeures. Pour se faire, GPS, altimètre, roulette d’arpenteur, et théodolite ont été employés ;
- Mesurer les débits des rivières par conductimétrie.

1.3.2.1 Puissances installées

La puissance installée a été déterminée sur la base de la disponibilité du débit évalué pendant 11 mois. Pour le village d’Ampontsilahy, le débit nominal de fonctionnement a été calculé à partir des informations fournies par les villageois. Un débit de réserve de 10 % du débit constaté a été réservé pour raisons environnementales. Dans les autres cas, le débit nominal a été calculé en réservant 20 % du débit constaté lors de la mission. La suite du rapport présente un à un les calculs des hauteurs de chute brutes, des débits et des puissances installées.

1.3.2.2 Dessins techniques

Pour chaque site visité, accompagnée des habitants et des autorités villageoises, l’équipe technique a suivi à pieds le tracé des différentes installations potentielles : prises d’eau,

canaux d'amenée, conduites forcées, localisations des bâtiments de la centrale et s'est rendue sur les différents lieux de consommation énergétique.

Les aspects techniques des micro centrales hydroélectriques sont présentés dans cette section. Les installations d'Amponsilahy et d'Amboihasina devraient être implantées sur la rive droite des rivières correspondantes et sur la rive gauche dans le cas d'Ambalavelona/Androka

- Prise d'eau

Le rapport préconise une prise d'eau latérale avec un déversoir provisoire dans la rivière. La longueur du déversoir est précisée en détail ci-après. Afin de réduire au minimum les flux des crues en cas d'inondation, le rapport préconise l'installation d'un orifice afin d'évacuer les crues (ouverture d'admission adéquate - pour plus de détails, se référer aux schémas dans les chapitres suivants).

- Canal d'amenée

En ce qui concerne les villages d'Amponsilahy et Ambalavelona, la mise en place d'une conduite forcée fermée de la prise d'eau à la turbine est préconisée. Pour le village d'Amboihasina, un canal ouvert ou une conduite en alliage léger pourrait servir de système de transport d'eau.

- Dégraveur et bassin de décantation

Dans le cas du village d'Amponsilahy, un dégraveur doit être implanté au niveau de la prise d'eau. Puisqu'il s'agit d'une source, l'implantation d'un bassin de décantation n'est pas indispensable, ni celle d'un écran de protection de type Coanda.

Dans le cas d'Ambalavelona, le déversoir lui-même joue le rôle de dégraveur et de bassin de décantation.

Pour le site d'Amboihasina, un dégraveur et un bassin de décantation devraient être implantés sur la zone plate située à 10 m environ en aval de la prise d'eau potentielle. Le dégraveur devrait être construit en maçonnerie sèche avec des mortiers de ciment 1:3 recouverte de plâtre sur les parties au contact de l'eau.

Une porte ou un cône d'évacuation devrait être incorporé à la structure afin d'évacuer les graviers retenus. Enfin, un dégraveur plus fin devrait être positionné en sortie du bassin de décantation.

- Canal d'amenée

Dans le cas d'Amponsilahy et d'Ambalavelona la prise d'eau elle-même jouerait le rôle de canal d'amenée. Dans le cas d'Amboihasina l'installation d'un canal d'amenée proprement dit est recommandé.

- Conduite forcée

Pour Amponsilahy, où le débit est faible et la hauteur de chute importante l'installation d'une conduite en PEHD est recommandée. En effet dans ce cas, les conduites à installer seront de faible diamètre et les conduites en PEHD s'avèrent alors comparativement moins chères que les conduites en alliage léger. L'installation de conduites forcées en alliage léger recouvertes d'une peinture anticorrosion est recommandée pour les deux autres sites, puisque le débit est alors important et la hauteur de chute moyenne ou haute. Dans ce cas, le diamètre des conduites à installer est alors plus important, et les conduites en alliage léger s'avèrent comparativement moins chères que les conduites en PEHD. Le calcul de ces diamètres est étudié dans les parties du rapport correspondantes.

Les sections de conduites forcées auront les longueurs appropriées, seront roulées, soudées et assemblées à l'aide de brides mobiles. Afin de faciliter leurs installations, le poids de chaque section de conduite ne devra pas dépasser 60kg.

- Supports de conduite forcée

Pour le site Ampontsilahy, les conditions du site favorisent la pose d'une conduite en PEHD enterrée. Les conditions du site d'Ambalavelona favorisent également l'enterrement de la conduite forcée en raison de la longueur de celle-ci. Ces deux sites n'exigent pas la pose de supports de conduite forcée. Concernant le site d'Ambodihasina, le choix et le design des supports de conduite forcée seront déterminés après étude détaillée.

- Blocs d'ancrage

Les sites d'Ampontsilahy et d'Ambalavelona disposeront chacun d'un bloc d'ancrage à l'entrée du bâtiment de la centrale (au passage de la conduite forcée de sa position inclinée à sa position horizontale au niveau de la vanne papillon). Pour le site d'Ambodihasina une étude détaillée est requise.

- Bâtiment de la centrale

Le bâtiment de la centrale abritera les équipements électromécaniques, les bureaux du personnel technique, des toilettes et une armoire permettant le stockage des pièces de rechange et des lubrifiants. Les dimensions du bâtiment recommandées sont 6 m x 12 m et 3.5 m de haut (dimensions internes) par unité de turbine et 6m x 15m pour deux unités. La structure sera construite en maçonnerie sèche et mortier de ciment. La structure du toit pourra être en bois ou treillis d'aciers. Ils seront ensuite recouverts de tôles crénelées d'acier galvanisé.

- Canal de fuite

Le flux sortant de la turbine s'évacuera dans la rivière par le biais d'un canal ouvert rectiligne en maçonnerie sèche et mortier de ciment.

- Equipements électromécaniques

Ampontsilahy étant un site relativement haut, une turbine Pelton double injection est recommandée. Ambalavelona étant un site à faible chute et important débit, une turbine Francis à axe vertical est recommandée. Ambodihasina étant un site de hauteur moyenne, idéal pour l'installation d'une turbine à flux traversant (ou turbine Banki), deux unités de ce type turbine sont recommandées ici.

Les détails techniques concernant la turbine et les équipements électromécaniques du site d'Ampontsilahy sont disponibles séparément.

- Lignes de transmission et de distribution

Des câbles torsadés aériens trois phases/1 neutre sont recommandés pour les lignes de transmission car ils sont largement disponibles à Madagascar. Cependant, l'installation de câbles 3.5 armés d'acier enterrés jusqu'au centre du village pourrait être une alternative, la ligne se prolongeant ensuite par des câbles torsadés aériens trois phases/1 neutre.

Le système d'alimentation domestique sera triphasé ou monophasé suivant les besoins des consommateurs, des câbles 3 phases/1 neutre ou 1 phase/1 neutre sont alors requis selon le cas. Les consommateurs seront soit connectés à un compteur soit à un disjoncteur miniature.

1.3.3 Viabilité socio-économique des micro et mini centrales hydroélectriques

1.3.3.1 Demande électrique

Au sein des villages, les enquêtes menées auprès des habitants, des autorités villageoises et des membres des communautés locales ont permis d'évaluer:

- La demande d'éclairage et des autres postes de consommation électriques potentiels, les actuels moyens d'approvisionnement énergétiques ;
- Les capacités et volontés à payer l'électricité.

Dans les différents villages enquêtés, aucun n'obstacle ne se dresse contre la distribution de l'électricité, que les villageois sont d'accord de payer. Dans la journée, la consommation électrique sera plutôt faible et concernera surtout les épiceries, les machines agricoles, les menuiseries, les vidéo clubs. Le soir et le matin l'énergie sera essentiellement consommée par les ménages. Des précisions concernant la demande d'éclairage des différents villages se trouvent dans les chapitres suivants.

1.3.3.2 Aspects socio-économiques

Une enquête approfondie concernant les conditions de vie et les habitudes liées à l'énergie (dépense pour l'éclairage, intérêt dans les utilisations productives de l'énergie...) a été précédemment menée auprès d'un échantillon de 342 ménages pauvres, intermédiaires et "riches" de la zone de projet.

Selon cette enquête les ménages se répartissent en 60% de pauvres, 20% d'intermédiaires et de 10% de « riches ». Ses données sont utiles pour évaluer autant les usages domestiques que les usages productifs potentiels de l'électricité.

(Source : BSL Study et quelques études précédentes).

1.3.3.3 Usages possibles de l'électricité

Aujourd'hui, les possibles usages de l'électricité sont ceux exposés plus haut (épiceries, machines agricoles, menuiseries, vidéo clubs...). On peut également imaginer le développement de moulins, séchoirs pour la vanille, confiseries, réfrigérateurs, atelier de soudure, compresseurs, établis...

1.3.3.4 Problèmes juridiques liés à l'usage de l'eau

Puisque les rivières étudiées et les zones d'implantations des ouvrages des centrales ne sont pas sur des terrains privés et ne sont aujourd'hui pas utilisées, aucun problème juridique ne semble se poser actuellement. De plus le concept de propriété communautaire (voir ci-après) atténuera les problèmes éventuels.

1.3.3.5 Questions relatives à la gestion des installations

Dans tous les cas, les communautés villageoises devraient être propriétaire et gestionnaires des installations. La communauté devra former une association des usagers qui désignera un comité de gestion et emploiera un manager et deux opérateurs pour la maintenance quotidienne du système. Les décisions majeures, comme la tarification, les nouvelles connections, les délégations de pouvoir éventuelles... seront de la responsabilité de l'association et du comité de gestion. Le manager sera en charge de la mise en œuvre des décisions de l'association.

1.3.3.6 Coût estimé du projet, revenus annuels

Les détails relatifs au coût du projet, aux revenus annuels et aux frais de fonctionnement, sont présentés dans les parties correspondantes.

Les principaux résultats sont présentés dans la partie suivante. Ils sont basés sur les résultats de l'étude de faisabilité technique (puissance installée, ouvrages recommandés, hydrologie). Les évaluations abordent également les questions relatives à la demande d'éclairage et des autres demandes énergétiques, des possibilités d'usages productifs de l'électricité et des questions juridiques relatives à l'eau. Les aspects socio économiques et managériaux sont également évoqués ci-dessous. Vous trouverez enfin, les conclusions et recommandations

élaborées à la l'issue de ces analyses. Lorsque nécessaire, des photographies illustrent les sites visités.