

**ESSAI DE COMPARAISON DU COUT ENERGETIQUE ENTRE CENTRALE
THERMIQUE ET ENERGIE HYDRAULIQUE : UNE ANALYSE
MICROECONOMIQUE A PORTEE MACROECONOMIQUE**

DEL-FREDO

Doctorant à EDT « Science, Culture, Société et Développement » de l'Université de Toamasina

Correspondant : fredodanina@yahoo.com

RESUME

L'énergie est une ressource capitale dans le processus de développement économique. Son insuffisance et la hausse de son prix rend un pays non compétitif. Alors actuellement l'énergie fossile est utilisée par la grande majorité des pays de la planète et, risque d'être épuisée. Elle se raréfie ce qui provoque la montée de son prix et, sa consommation a des impacts sur l'environnement.

La transition énergétique est reconnue comme solution efficace pour résoudre les problèmes économiques liés à l'énergie. Pour le cas de Madagascar, la politique énergétique est loin d'être efficace et cette situation renvoie l'économie à la médiocrité. Le haut prix d'électricité causé par la hausse du prix du carburant et la mauvaise gouvernance sont parmi les principaux obstacles de ce secteur. La source d'énergie électrique malgache est principalement des centrales thermiques. Actuellement, ceux derniers semblent non seulement insuffisants en termes de l'offre mais, occasionnent des coûts de fonctionnement et des pollutions à l'environnement. Madagascar a déjà voulu introduire l'énergie renouvelable comme solution à résoudre le problème d'énergie électrique. D'ailleurs, des potentiels en énergie renouvelable sont disponibles à travers le pays, mais des difficultés sont encore constatées parmi lesquelles le coût d'implantation assez conséquent, la variabilité climatique et notamment le choix politique de l'autorité malgache sur quels types d'énergie renouvelable doivent être mis en place.

Après des revues de la littérature, on est convaincu que l'énergie hydraulique est efficace pour le cas de Madagascar grâce à sa longévité. Notre recherche se concentre sur la comparaison de la consommation à partir de la centrale thermique et hydraulique. Le résultat de rapprochement des deux industries sises à Tamatave objet de notre étude révèle que le coût de production d'électricité de source thermique est plus élevé que celui de source hydraulique. Le passage de source thermique à la pratique de l'hydroélectricité donne une augmentation de valeur ajoutée jusqu'à 6,7% des industries. Evidemment cette mutation a des impacts positifs sur la croissance du PIB. D'après le calcul, en utilisant l'électricité à source hydraulique, on voit une augmentation de la part des industriels dans le PIB de 3,75%. Nonobstant, la mise en œuvre de cette transition énergétique dépend essentiellement de la volonté du gouvernement en tant que régulateur.

Mots clés : Centrale thermique, Energie hydraulique, Coût, Valeur ajoutée, PIB, Industries

I- INTRODUCTION

L'énergie a été mise à côté dans l'analyse économique. Or la découverte de l'énergie électrique fut facteur de la première révolution industrielle dans le monde. Ainsi, l'histoire du développement de l'industrie est basée sur le secteur énergie. En se référant à l'analyse de Rostow (1961) pour cinq étapes¹ à franchir afin de développer un pays, le passage à la troisième étape, c'est-à-dire à l'industrialisation est incontournable. Malgré certains critiques pour ces étapes comme celui de Kuznets (1972) et de Gerschenkron (1980), le processus historique de développement des pays occidentaux a suivi cette caractéristique. Au fil du temps, notamment à partir de la publication du rapport de Bruntland 1987 et la conférence de la terre en 1992, le mode de production, spécialement la production qui nécessite l'énergie électrique est devenu en concurrence avec l'environnement. Le mode de production de l'énergie électrique doit changer en introduisant l'énergie renouvelable.

Madagascar figure parmi les pays pauvres dont la phase d'industrialisation est loin d'être même embryonnaire malgré l'opportunité du pays à la transformation de ses matières premières venant du secteur sur et sous-sol. Sur ce, des accusations vont être à l'endroit de l'énergie électrique malgache. La production de l'énergie électrique malgache paraît non seulement insuffisant mais de mauvaise qualité.

La source d'énergie électrique malgache est principalement des centrales thermiques. Actuellement, ceux derniers semblent non seulement insuffisants en termes de l'offre mais, occasionnent des coûts de fonctionnement et des pollutions à l'environnement. Dans la grande île, l'énergie est une ressource nécessaire à la croissance de l'ensemble des secteurs productifs, de l'investissement privé comme au bien être des ménages. Néanmoins, sa contribution au PIB ne soit que significative qui est 1%.² D'après la statistique, en 2014, en moyenne le taux d'électrification malgache est de 17% et le milieu rural où vit pourtant 67% de la population est 11%. Or que dans les pays voisins comme Maurice et Comores ont successivement le taux d'électrification de 99% et 74%³. Concernant l'offre énergétique, les acteurs n'arrivent pas à satisfaire la demande qui ne cesse de s'accroître. En 2016, au niveau de la

¹DEUBEL P., Analyse économique et historique des sociétés contemporaines, Pearson Education France, 2008, page 474.

²Anne GEORGELIN, « Le secteur de l'énergie à Madagascar, Enjeux et opportunités d'affaires », Ambassade de France à Madagascar, service économique, 2016, p.03.

³ C. DEFARD, « Situation, enjeux et perspectives sur le marché des énergies renouvelables dans l'Océan Indien (Comores, Madagascar, Maurice, Seychelles), Ambassade de France au Kenya, service économique, 2017, p. 08.

société JIRAMA, 22.461 demandes de branchement étaient encore en attente.⁴ Et pour le prix, le coût élevé d'électricité fragilise la santé économique malgache. En comparant avec le prix d'électricité des autres pays, en 2009, si à Madagascar le prix par KWh est à 22 dollars cents, à Maurice et en Afrique du sud est encore successivement de 10 dollars cent et 04 dollars cent.⁵ Les fluctuations des cours internationaux et le poids de la balance commerciale du carburant figurent parmi les causes du prix élevé d'électricité, car entre 2001 à 2011 le prix du gasoil augmente jusqu'à 363 %.⁶

Si on parle particulièrement de la branche industrielle, la fourniture en électricité de la société JIRAMA, principal acteur du secteur, ne satisfait les industriels ni en quantité ni en qualité ni en tarif, notamment pour les gros besoins énergétiques du secteur industriel. L'état des services de l'approvisionnement est très faible et les coupures ont entraîné d'importantes pertes au niveau des industriels. Concernant les coûts de l'énergie, les tarifs des zones 2 et 3, très élevés, pénalisent les opérateurs des autres régions en dehors de la zone de la ligne interconnectée et les tarifs des heures de pointe sont trop élevés et non adaptés aux industriels qui sont censés faire tourner leur usine 24h/24h et 7 jours sur 7 jours.⁷ De ce fait, l'industrie subit bien sûr fortement les conséquences de la défaillance en énergie. En 2011, sur 444.575 abonnés, la JIRAMA ne compte que 976 industriels, ce qui traduit une sous-industrialisation criante.⁸ Les grosses industries fortement consommatrices d'électricité sont peu nombreuses à Madagascar et certaines d'entre elles disposent d'une centrale autonome de production électrique comme les chantiers navals d'Antsiranana ou le grand projet Ambatovy à Toamasina à raison de forte consommation qu'on ne peut pas fournir par la JIRAMA. Les aléas de la distribution électrique pénalisent donc fortement l'activité des industries dépendantes de la JIRAMA et les tarifs appliqués rendent les trésoreries des entreprises très fragiles. En conséquence, D'après l'étude de la WWF(2012), les dépenses énergétiques représentent en moyenne 45% des charges fixes des industries.

Tous ceux-ci donc traduisent le faible dynamisme des industries à Madagascar et la part du secteur secondaire a toujours tourné autour de 13% à 15% du PIB depuis

⁴ Anne GEORGELIN, *Op. cit.*, p.08.

⁵ UPDEA (Union des Producteurs et Distributeurs de l'Énergie en Afrique), 2009, cité par CREAM «Étude sur l'énergie à Madagascar », 2014, p.37.

⁶ WWF et Ministère de l'énergie « Diagnostic du secteur énergie à Madagascar », 2012, p.61.

⁷ Mireille R. R. et Olivier D. A., « Document de politique industrielle de Madagascar », MIDSPP, EBDM et SIM, 2014, p. 21.

⁸ WWF et Ministère de l'énergie 2012, *Op.cit.*, p.88.

l'indépendance.⁹ A titre de comparaison, la part du secteur secondaire de certains pays est respectivement de 23,4% du PIB pour la SADC, de 31% du PIB pour BRICS et de 33,5% du PIB pour l'OCDE.¹⁰

Malgré tout, Madagascar dispose d'importante potentialité en énergie renouvelable. Or sa part en termes de puissance installée est encore marginale par rapport aux atouts existants. Si on parle de l'énergie à source hydraulique, Madagascar n'exploite que 146 MW pour 7.800MW disponible.¹¹ Outre les trois réseaux connectés et quelques centrales non connectées à petites échelles, depuis 35 ans il n'existe pas d'investissements en centrale hydroélectrique à Madagascar or que ce type d'énergie est reconnue durable et moins élevé à long terme même le coût d'investissement de départ est important. L'énergie hydraulique permet donc de répondre aux besoins d'ajustement de la production électrique, notamment en stockant de l'eau dans de grands réservoirs au moyen de barrages ou de digues. Les avantages économiques liés à la capacité de modulation de la production d'électricité permettent de rentabiliser les investissements car la ressource hydraulique est gratuite et les frais d'entretien sont réduits. Ainsi, selon une étude, les installations hydrauliques lorsqu'elles bénéficient de bons sites d'implantations, sont normalement compétitives avec les grandes filières thermiques.¹²

Vu cette situation, la question qui se pose est donc : La transition de l'énergie électrique de source centrale thermique à l'énergie hydraulique pourrait-elle pallier le problème de prix de l'énergie des industries. A quoi consiste ce changement dans leurs valeurs ajoutées. Et enfin, quand on étend au niveau macroéconomique, quel est l'effet de cette transmutation dans la croissance du PIB.

L'objectif de notre étude a donc été de situer les gains économiques de l'utilisation de source d'énergie hydraulique par rapport aux énergies de sources thermiques.

Cet objectif rend à fixer comme hypothèses : La consommation de l'énergie pur hydraulique a un impact positif sur la valeur ajoutée et ; La transition en hydroélectricité améliore la croissance du PIB.

⁹ Mireille R. R. et Olivier D. A., 2014, *Op.cit.*, p. 12.

¹⁰ *Idem*

¹¹ Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique, « Plan directeur de la recherche sur les énergies renouvelables 2014-2018 », 2015, p.7.

¹² Jean-Marie MARTIN-AMOUROUX, « Les prix et les coûts des sources d'énergie », CNRS, 2017.

Le détail de cette étude est structuré suivant le plan IMRD, c'est-à-dire après cette introduction, on passe au paragraphe de matériel et méthode, les résultats et enfin la discussion avant la conclusion.

II- MATERIEL ET METHODE

II-1- Matériel

II-1-1- La situation des industriels et énergétique du milieu d'étude

Sur ce travail, il existe deux zones d'étude. Pour l'étude microéconomique, on a choisi la ville de Toamasina. Et pour l'extension macroéconomique, évidemment la zone d'étude c'est le pays tout entier.

Malgré le rôle moteur du secteur industriel dans le développement économique, à Madagascar, on a constaté une faiblesse de l'environnement du secteur industriel ainsi qu'une dégradation poussée des infrastructures dont il a besoin pour se développer. La Structure institutionnelle en charge de l'industrie n'a pas les moyens de ses ambitions. Ainsi, pour confirmer qu'il n'y a pas suffisamment d'industrie à Madagascar, on a remarqué que la majorité des produits consommés sont importés, à savoir « ...nourritures, habillement, logement, énergie, transport, communication... sont en toute spontanéité dépendantes à 80% de l'extérieur (ordre de grandeur pour se fixer les idées)¹³. Par conséquent, l'étude de l'ONUDI(2011) sur la performance industrielle a classé Madagascar parmi les pays en retard dont la VAM par habitant est de moins de 100\$ et la croissance de la VAM par habitant moins de 2.5%. La grande île est donc parmi les pays exportateurs de ressources naturelles non transformées, produisant surtout des produits alimentaires et dont le secteur industriel contribue peu au PIB.

Parmi les causes infrastructurels de ce retard se trouve la défaillance énergétique. Les problèmes de la société JIRAMA ne lui ont permis ni de faciliter l'accès à l'électricité, ni de satisfaire les industriels en quantité (surtout le gros besoins énergétiques du secteur), qualité, prix.

Pour le cas de la commune urbaine de Toamasina, Située sur la côte orientale de Madagascar, à 357 kilomètres de Tananarive par la route. Tamatave est le premier port de l'île et une grande ville de 326.286 d'habitants (MAHTP, 2019). Elle exerce des

¹³ Eric Thosun MANDRARA, Court traité du développement plein sud, Economie et Innovation, L'Harmattan, 2003, p. 29

fonctions multiples: capitale administrative régionale, métropole commerciale, concentration industrielle, étape touristique, etc. Basé sur sa fonction de porte d'entrée renforcée, reliant le transport maritime et le transport terrestre, la ville de Toamasina est un centre industriel et une principale destination touristique de la côte Est de l'île. Malgré cela, dans la ville, les infrastructures de base et les services sociaux manquent considérablement alors que la population et les fonctions urbaines sont surconcentrées dans cette zone. Il est donc difficile de promouvoir le développement des secteurs économiques à cause des infrastructures inadéquates, telles que l'approvisionnement en eau et en électricité. Selon le Groupements des Entreprises à Madagascar(GEM) en 2013, on compte 67 industries formelles dans la ville de Toamasina. Notre étude concerne deux de ces 67 industries.

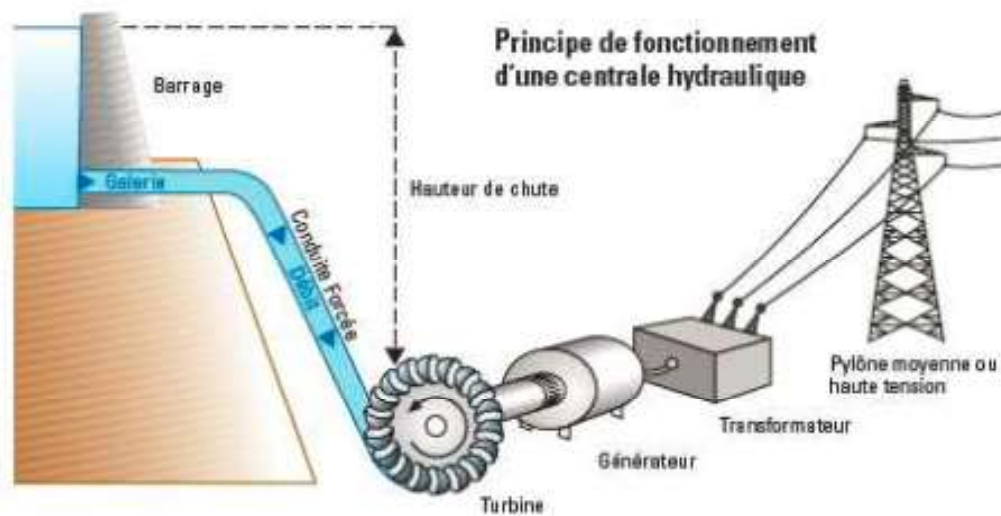
Quant à l'approvisionnement en électricité, la ville occasionne de fourniture en énergie par central thermique fonctionne avec de gas oil et fioul renforcé par l'installation en hydraulique de Volobe à puissance installé de 6,7 MW. Actuellement le projet Volobe II est en attente de l'autorisation, ce qui avoisine de 90 MW de puissance prévu soutenu les installations existantes face à l'accroissement de la demande énergétique dans la ville.

II-1-2- Explication technique de central thermique et hydraulique

Pour le central thermique, en général l'électricité est obtenue grâce à la chaleur dégagée par la combustion des combustibles comme le gasoil ou fioul ou le charbon.

Pour la centrale hydroélectrique, c'est une installation qui transforme l'énergie hydraulique d'un cours d'eau ou une retenue d'eau en énergie électrique. Une centrale hydroélectrique est composée de quatre éléments essentiels: les ouvrages de prise d'eau, les ouvrages d'amenée et de mise en charge, les équipements de production, les ouvrages de restitution. Le schéma suivant montre le fonctionnement simplifié de l'installation en centrale hydroélectrique.

Figure 1 : Schéma descriptif d'une centrale hydroélectrique



Source : ADEME, 2003, Guide pour le montage de projets de petite hydroélectricité

II-2- Méthode

Sur cette étude, nous faisons des recherches bibliographiques de la littérature concernant l'énergie, et son rôle dans la productivité et à l'économie. Ainsi, nous avons entamé des collectes des données sur terrain concernant la situation de l'énergie électrique et les industries à Toamasina. Ici le travail se concentre sur l'analyse statistique qui nous permet de voir les relations entre les variables étudiées et de faire une analyse comparative des échantillons choisis ainsi que de mettre en évidence l'impact de la transition énergétique sur le PIB.

Ici, nous prenons deux cas des sociétés, le premier utilise l'électricité à tarif moyenne tension et la deuxième, à haute tension de la JIRAMA que nous devons garder l'anonymat. Supposons par « société 1 » celle qui use l'électricité de tarif moyenne tension et « société 2 » celle qui consomme le tarif à haute tension. En premier lieu, l'analyse se base sur le coût d'électricité obtenu à partir des factures JIRAMA de ces deux sociétés ainsi que les données collectés, et on compare les valeurs ajoutées créés en utilisant l'énergie hydraulique. En second lieu, à partir de la variation de coût et les valeurs ajoutées de ces deux sociétés, si on suppose aussi que la valeur ajoutés de toutes les industries formelles du pays varie au même rythme que ces deux sociétés, au niveau macroéconomique il aurait sûrement de changement sur le PIB.

III-RESULTATS

Sur ce paragraphe, le travail provient des données collectées auprès de deux industries enquêtées en 2017 et les informations reçues dans les institutions concernées ainsi que dans les ouvrages consultés. Après avoir rapproché les coûts des deux formes d'énergie en objet d'étude, on essaie de comparer les valeurs ajoutées créés pour ces deux formes d'énergie dans chaque société. Et après, voir aussi ses effets sur la croissance du PIB.

III-1- La société 1

III-1-1- Les coûts au niveau de la société 1

III-1-1-1- Les coûts de la centrale thermique

D'après la statistique de l'ADER et de l'ORE en 2012, le coût d'investissement installé par KW Hors taxe des centrales thermique est en moyenne entre 650 \$ à 850 \$. Si on prend le cours au début de l'année 2017 qui est Ar 3500 le dollar¹⁴, ce somme est d'Ar 2.275.000 à Ar 2.975.000. Concernant la production, le coût de revient par KWh des centrales thermiques est entre 0,2 \$ et 0,3 \$, en Ar ce somme est entre 700 et 1050. Notons que pour l'installation, une exploitation de 15 MW donne la production annuelle de 90.000.000 Kwh¹⁵, donc 1KW produit 6.000 KWh. Donc si d'après notre enquête, le besoin annuel moyenne de la société 1 est de 99.491 KWh son besoin en puissance installée est environ 17 KW. Le tableau suivant montre les prix d'électricité de la société 1.

Tableau I : Coût d'électricité à source thermique d'une puissance installée de 17KW

Source des données	Besoin en KWh	Coût d'investissement en Ar	Coût de fonctionnement en Ar par an	Coût unitaire en Ar/KWh	Coût total annuel de l'électricité en Ar
JIRAMA(2017)	99.491	975	97.003.725
WWF(2012)	99.491	38.675.000	104.465.550	1.069	106.399.300

Source : Auteur, relevé à partir de la facture de JIRAMA de la société 1 et les données de la WWF(2012)

¹⁴ Rapport du Trésor public malgache publié par le journal « La dépêche » en date du 03 février 2017.

¹⁵ Le Magasine du syndicat des industries de Madagascar, Expansion de Madagascar, N°4-Juillet/Aout 2010, p.11

D'après ce tableau, le coût unitaire annuel de l'électricité à source thermique de la JIRAMA est Ar 97.003.725. Par contre, le coût d'investissement d'électricité à source thermique est 650 dollars par KW¹⁶. Donc pour 17 KW, avec le cours d'Ar 3.500 le dollar, l'investissement est égal à Ar 38.675.000. Et pour le coût de fonctionnement, le coût par KWh est de 0,3 dollars.¹⁷ Donc avec ce même cours le besoin de 99.491 KWh par an vaut Ar 104.465.550. Si l'amortissement du groupe électrogène dure 20 ans le coût total annuel est d'Ar 106.399.300.

III-1-1-2- Les coûts de l'énergie hydraulique

Rappelons que l'exploitation en hydroélectricité est durable qui est en moyenne 100 ans (WWF, 2012). Selon notre recherche, l'investissement en central hydroélectrique s'élève entre 1.900\$ par KW et 2.500\$.¹⁸ Si on se réfère avec le prix de 2500 \$ le KW, le coût d'investissement par KW en Ariary est donc 8.750.000. Quant au coût de fonctionnement, il coûte 0,1\$ par KWh, en Ariary le KWh vaut 350. Le tableau ci-après montre ces chiffres plus visibles.

Tableau II : Le coût annuel de l'électricité à source hydraulique pour 17 KW

Coût unitaire par KW en Ar	Coût d'investissement total en Ar	Besoin en KWh/an	Coût unitaire de fonctionnement par kwh en Ar	Coût de fonctionnement en Ar pour 100ans	Coût total par an de charge en Ar
8.750.000	148.750.000	99.491	350	3.482.185.000	36.309.350

Source : Auteur 2021, données de l'ADER, l'ORE 2012, et la facture JIRAMA de la société 1

III-1-1-3- Comparaison de coût de ces deux types d'énergies

Maintenant, on récapitule dans un même tableau le coût de ces deux différents types des sources d'énergie pour voir la différence.

¹⁶WWF et Ministère de l'énergie, 2012, *Op.cit.*, p.Q

¹⁷*Idem*

¹⁸*Idem*

Tableau III : Coûts comparatifs d'électricité par KWh entre électricité de source thermique et hydraulique référée à la société 1 pour une puissance installée de 17KW.

Indicateurs	Electricité thermique (a)	Hydroélectrique (b)	Écart (a)-(b) en Ar
Coût unitaire en Ar/kwh	975	350	(a-b)= 610
Coût total annuel d'électricité en Ar (Invest+fonct)	97.003.725	36.309.350	(a-b)= 60.694.375
Coût d'investissement pour 17KW	38.675.000	148.750.000	(a-b)= -110.075.000
Coût de fonctionnement en Ar par an	104.465.550	34.821.850	(a-b)= 69.643.700

Source : Auteur 2021, par les données du tableau n°I et n°II

D'après ce tableau, le coût unitaire de l'énergie à source thermique est de deux fois plus cher que le coût d'énergie à source hydraulique. Et c'est pareil pour le coût total annuel.

Cependant pour l'investissement, le coût de l'électricité de source hydraulique est cher par rapport à l'installation du groupe électrogène car il y a un grand écart d'après ce tableau. Et pour le fonctionnement, l'électricité à source thermique est chère par rapport à l'hydraulique.

En conséquence, on peut dire que pour produire de l'énergie électrique à partir de source hydraulique, l'investissement de départ (coût estimatif par kW installé) semble assez important, mais à terme le coût de fonctionnement de l'énergie par kWh est moins cher. Ainsi, pour produire de l'énergie électrique depuis une centrale thermique, le coût d'investissement, en installation par kW, paraît moins cher, mais son exploitation renchérit au fil du temps.

III-1-2- Impact du remplacement de l'énergie de central thermique en énergie hydraulique sur les valeurs ajoutées de la société 1

D'après l'enquête effectuée auprès de la société 1, la part de dépense d'électricité est de 8,4% de la charge totale pour l'année 2017. Donc si on fait le calcul, la consommation intermédiaire est d'Ar 1.154.806.250. Et la charge hors électricité est d'Ar 1.057.802.525, soit 91,6% des charges totales. Ici, à noter que la consommation intermédiaire est l'ensemble de charge hors électricité et la charge d'électricité.

Pour l'entreprise, le calcul de la valeur ajoutée est un outil pour mesurer l'évaluation financière. Et c'est à partir de cette valeur ajoutée, qu'on puisse comparer son gain par rapport à l'année précédente ainsi que pour l'année à venir.

D'après la formule, la valeur ajoutée d'une entreprise c'est la différence entre la production de l'entreprise et ses consommations intermédiaires, parmi la consommation intermédiaire se trouve la charge de l'électricité.

Donc :

$$VA_{S1} = P - CI$$

$$\text{Avec } CI = Ch_{HE} + Ch_{Elec}$$

Avec **VA_{S1}** : Valeur ajoutée de la société 1, **P** : Production, **CI** : Consommation Intermédiaire, Ch_{HE} = Charge hors électricité, **Ch_{Elec}** = Charge d'électricité

Pour l'électricité à source thermique

$$VA_{S1T} = P - (1.057.802.525 + 97.003.725) \text{ donc } CI_{S1T} = 1.154.806.250$$

Avec **VA_{S1T}** : Valeur ajoutée de la société 1 de source thermique,

CI_{S1T} : Consommation intermédiaire de la société 1 de source thermique

Maintenant, on remplace la charge d'électricité à source thermique par l'hydraulique.

Pour l'énergie hydraulique : $VA_{S1H} = P - (1.057.802.525 + 36.309.350)$

$$\text{Avec } CI_{S1H} = 1.094.111.875$$

Avec **VA_{S1H}** : Valeur ajoutée de la société 1 de source hydraulique,

CI_{S1H} : Consommation intermédiaire de la société 1 de source hydraulique

D'après ce calcul, Ar 36.309.350 (coût annuel d'électricité thermique de la société 1) vaut 3,31% de la consommation intermédiaire, donc la charge d'électricité diminue de 62,5% en utilisant l'énergie hydraulique. Et la charge d'électricité à source thermique est donc plus de deux fois plus coûteuse que celui à source hydraulique. Car il devient Ar 36.309.350 quand il coûte Ar 97.003.725 avec le thermique.

Maintenant nous allons présenter dans un tableau les proportions des charges d'électricité de la société 1 de chaque source d'énergie par rapport à la Consommation intermédiaire, ainsi que le taux obtenu en pourcentage en utilisant la source hydraulique par rapport au thermique.

Tableau IV : Les proportions des charges d'électricité de chaque source et le taux obtenu pour le changement de source en pourcentage

Libellés	Source d'énergie	Proportion
Proportion de charge d'électricité par rapport à la CI	Thermique	8,4%
	Hydraulique	3,31%
VARIATION		
Variation obtenue en utilisant l'énergie hydraulique par rapport au thermique	Thermique vers Hydraulique	-62%

Source : Auteur 2021, d'après les factures JIRAMA de la société 1.

Le pourcentage sur ce tableau est obtenu à partir des charges d'électricité, des Consommations intermédiaires et la proportion de charge d'électricité de la société 1 cités ci-dessus. D'après ce tableau, le coût d'électricité à source thermique est plus élevé que celle à source à source hydraulique.

Concernant les valeurs ajoutées, on va voir à partir d'un tableau les valeurs ajoutées obtenues de ces deux sources d'énergies en supposant que la production de la société 1 est Ar 2.000.000.000.

Tableau V : Comparaison des valeurs ajoutées obtenues à partir de chaque source d'énergie en Ar

Source d'énergie	Valeur ajoutée	Production	CI	Écart (a)-(b)
Thermique	845.193.750(a)	2.000.000.000	1.154.806.250	(a-b)= - 60.694.375
Hydraulique	905.888.125(b)	2.000.000.000	1.094.111.875	

Source : Auteur 2021, par le donnée de l'ADER, l'ORE 2012, et la facture JIRAMA de la société 1

D'après ce tableau, en comparant les valeurs ajoutées obtenues, celle à source thermique est moins importante par rapport à la source hydraulique. Donc l'utilisation de l'électricité à source thermique est moins rentable que celle de l'électricité à source hydraulique, parce qu'il y a un écart d'Ar 60.694.375 de valeur ajoutée entre ces deux sources. En pourcentage, il y a une augmentation de 7,2%. Et la consommation intermédiaire diminue de 5,3%.

Si on étale l'analyse au niveau macroéconomique, on modifie les données de la société 1 par la valeur ajoutée au niveau national et la production totale du secteur secondaire à Madagascar année 2005. Et après, on va voir si avec le rythme de la proportion de diminution du coût de l'électricité de chaque source constatée dans le sous-paragraphe précédent, est-ce qu'il y a de changement sur la valeur ajoutée au niveau national.

Sur cette démonstration, on utilise les données de l'INSTAT (2005) avec production totale du secteur secondaire (à base de l'industrie) de l'ordre d'Ar 2.057.160.924.000 et, cela crée une valeur ajoutée d'Ar 845.286.830.000.¹⁹

La consommation intermédiaire suit proportionnellement son rythme par rapport au coût de chaque type d'énergie consommée.

Pour le thermique : pour trouver la consommation intermédiaire correspond à cette valeur ajoutée totale: $CI_{NT} = 2.057.160.924.000 - 845.286.830.000$

$$\text{Donc le } CI_{NT} = 1.211.874.094.000$$

$$\text{De ce fait } VA_{NT} = 2.057.160.924.000 - 1.211.874.094.000 = 845.286.830.000$$

Avec **CI_{NT}**: Consommation intermédiaire des industries de source thermique au niveau national

VA_{NT}: Valeur ajoutée des industries de source thermique au niveau national

Pour l'énergie hydraulique, on se réfère sur l'évolution de la consommation intermédiaire en remplaçant l'électricité à source thermique par celle à source hydraulique de la société 1 dans cette même paragraphe. Pour la société 1, le changement en énergie à source hydraulique entraîne une diminution de 5,3% de consommation intermédiaire.

Donc si la CI_{ST} diminue de 5,3% en utilisant l'énergie à source hydraulique, proportionnellement la CI_{NH} devient Ar 1.147.644.767.000.

$$\text{Donc } VA_{NH} = 2.057.160.924.000 - 1.147.644.767.000$$

$$VA_{NH} = 909.516.157.000$$

Avec **CI_{NH}**: Consommation intermédiaire des industries de source hydraulique au niveau national

VA_{NH}: Valeur ajoutée des industries de source hydraulique au niveau national

¹⁹ INSTAT, « Rapport de l'enquête sur les entreprises à Madagascar, année 2005 », 2006, p.18

Jusqu'ici, quand on regarde la proportion de l'augmentation de la valeur ajoutée au niveau national par le remplacement de l'énergie à source hydraulique, on constate une augmentation de valeur ajoutée totale de 7,6% par rapport à la source thermique.

III-1-3- Impact de remplacement de l'électricité à source thermique en source hydraulique sur le PIB : cas de la société 1

Ici, l'analyse de l'impact sur la variation du PIB est basé aux valeurs ajoutées créées de toutes les industries formels membres du Syndicat des industries de Madagascar ou SIM(2013). En 2012, le montant de la valeur ajoutée créée par les membres du Syndicat des Industries de Madagascar a été de 812 Milliards d'Ariary, ce qui représente 4% du PIB et 25% de la valeur ajoutée créée par l'ensemble du secteur secondaire.²⁰

Supposons que ces valeurs ajoutées de 812 Milliards d' Ariary sont des résultats obtenus à partir de l'utilisation d'électricité à source thermique. En remplaçant par l'énergie à source hydraulique, ces valeurs ajoutées augmentent de 7,2%(société 1) correspondent à Ar 870.464.000.000, cela représente 4,3 % de PIB, donc en utilisant l'électricité à source hydraulique, il y a une augmentation de la part des industriels dans le PIB de 7,5%.

III-2- La société 2

III-2-1- Les coûts au niveau de la société 2

Comme dans la société 1, ici on fait la comparaison du coût d'électricité à source thermique par rapport à celui à source hydraulique. Mais la différence, ici la quantité électrique consommée prend de l'ampleur par rapport à la société 1.

La société 2 est aussi une industrie qui s'approvisionne en électricité de la JIRAMA, mais elle est parmi celles qui utilisent la consommation à haute tension. C'est-à-dire elle consomme beaucoup plus d'électricité par rapport à la société 1. Pour le tarif à haute tension, la structure de tarification est différente de la moyenne tension appliquée à la société 1. Pour la haute tension, le tarif appliqué pendant le jour, pointe et la nuit pour une même industrie pendant un mois est différent. Pour l'année 2017, dans la société 2, en moyenne le tarif jour est d'Ar 144 par KWh et le tarif pointe et nuit

²⁰ Syndicat des industries de Madagascar, « Le poids de l'industrie dans l'économie de Madagascar », article publié en 2013, p.02

sont successivement d'Ar 652 et Ar 111 par KWh. La société 2 consomme au total 778.800 KWh en 2017. Si comme dans la société 1, avec 1KW produit 6.000 KWh, la société 2 a besoin de 130 KW. Et sa consommation annuelle coûte Ar 367.601.484 avec toute taxe, prime et redevance nécessaire. Donc en moyenne le prix du KWh est d'Ar 472. Si on évalue l'investissement de ce 130KW à l'énergie de source fossile, avec le prix de 650 dollars par KW, en Ar l'installation est d'Ar 295.750.000. Et si le coût de fonctionnement est de 0,3 dollars par KWh, le coût de fonctionnement du 778.800 KWh est Ar 817.740.000.

A noter que comme dans la société 1, pour l'hydraulique le coût de fonctionnement est de 0,1 dollars par KWh, donc avec le cours d'Ar 3.500, cela devient Ar 350 par KWh. Et si le prix par KW est Ar 8.750.000, pour 130 KW, le coût d'investissement de la société 2 est Ar 1.137.500.000. Et le coût de fonctionnement en Ar pendant 100 ans est 27.258.000.000 et le coût annuel (investissement + fonctionnement) est Ar 283.955.000.

Maintenant, on présente dans un même tableau les prix de ces deux formes d'énergie pour voir leur différence.

Tableau VI : Comparaison des coûts d'électricité entre celui à source thermique et à source hydraulique de la société 2

Indicateurs	Electricité thermique (a)	Hydraulique (b)	Écart (a)-(b) En Ar
Coût unitaire en Ar/kwh	472	350	(a-b)= 107
Coût total annuel d'élec en Ar (Invest+fonct)	367.601.484	283.955.000	(a-b)= 83.646.484
Coût d'investissement pour 130 KW	295.750.000	1.137.500.000	(a-b)= - 841.750.000
Coût de fonctionnement en Ar par an	817.740.000	272.580.000	(a-b)= 545.160.000

Source : Auteur 2021, par les données dans ce même paragraphe

D'après ce tableau, comme dans la société 1, pour produire de l'énergie à source hydraulique. Au départ, l'investissement est assez colossal, mais à terme la dépense de fonctionnement de l'énergie par kWh est moins importante. Et aussi, pour produire de l'énergie électrique depuis une centrale thermique, le coût d'investissement par kW paraît moins élevé, mais son exploitation devient très grand à

terme. De ce fait, ici, en pratiquant de l'énergie à source hydraulique, il y a une diminution de coût total annuel de 22%.

III-2-2 Impact de changement en énergie hydraulique sur la valeur ajoutée de la société 2

Pour la société 2, en 2017, la consommation intermédiaire pour l'électricité à source thermique est d'Ar 16.064.890.000, dont la charge d'électricité est de 2,29%.

$$\text{Donc : } Cl_{S2T} = (15.697.288.516 + 367.601.484) = 16.064.890.000$$

$$Cl_{S2H} = (15.697.288.516 + 283.955.000) = 15.981.243.516$$

Maintenant, on va présenter dans un tableau les différentes valeurs ajoutées créées pour chaque source d'énergie en objet d'étude, en supposant que la production est d'Ar 25 Milliards.

Tableau VII : Les valeurs ajoutées obtenues en Ar pour chaque source d'énergie pour une production

	Thermique	Hydraulique	Ecart des VA (a-b)
P	25.000.000.000	25.000.000.000	(a-b)= -83.646.484
Cl _{S2}	16.064.890.000	15.981.243.516	
VA	8.935.110.000 (a)	9.018.756.484 (b)	

Source : Auteur 2021, par les différentes données de l'ADER, l'ORE 2012, et la facture JIRAMA de la société 2.

Ce tableau montre qu'en remplaçant l'électricité à source thermique par hydraulique, la valeur ajoutée obtenue grâce à la diminution de la charge énergétique accroît à Ar 83.646.484, une augmentation de 0,9% de valeur ajoutée.

Comme dans la société 1, quand on étend au niveau national, la production total du secteur secondaire (à base de l'industrie) est près d'Ar 2.057.160.924.000 et cela créé une valeur ajoutée d'environ Ar 845.286.830.000.²¹

²¹INSTAT, « Rapport de l'enquête sur les entreprises à Madagascar, année 2005 », 2006, p.18

Pour le thermique : pour trouver la consommation intermédiaire correspond à cette valeur ajoutée totale :

$$CI_{NT} = 2.057.160.924.000 - 845.286.830.000$$

$$\text{Donc la } CI_{NT} = 1.211.874.094.000$$

$$\text{De ce fait } VA_{NT} = 2.057.160.924.000 - 1.211.874.094.000 = 845.286.830.000$$

Pour l'énergie hydraulique, quand on se réfère à la société 2, en utilisant l'électricité à source hydraulique sa consommation intermédiaire diminue de 0,5%. Donc au niveau national la CI_{NH} devient Ar 1.205.814.723.530.

$$\text{Donc } VA_{NH} = 2.057.160.924.000 - 1.205.814.723.530 = 851.346.200.470$$

$$VA_{NH} = 851.346.200.470$$

On constate que la proportion de l'augmentation de la valeur ajoutée au niveau national par le remplacement de l'énergie à source centrale thermique avec l'énergie à source hydraulique, a une augmentation de valeur ajoutée totale de 0,7%. Ce proportion de l'augmentation de la valeur ajoutée nationale est moins importante mais en chiffres elle significative, car à l'ordre d'Ar 6.059.370.470.

III-2-3- Impact de remplacement de l'électricité à source thermique en hydroélectricité sur le PIB : Cas de la société 2

Ici on utilise encore les statistiques du Syndicat des industries de Madagascar ou SIM(2013), qui affichent qu'en 2012 le montant de la valeur ajoutée créée par les membres du Syndicat des Industries de Madagascar a été de 812 Milliards d'Ariary, ce qui représente 4% du PIB.²²

Ici supposons que cette valeur ajoutée créée de 812 Milliards d'Ar provient de l'utilisation d'électricité à source thermique. Par rapport à la valeur ajoutée créée par la société 2 obtenue par l'utilisation d'électricité à source hydraulique qui augmente de 0,9%, la valeur ajoutée créée par la SIM devient donc Ar 819.308.000.000, ce qui représente 4,04% du PIB. Donc, il y a une augmentation de la part des industriels de 1% dans le PIB en utilisant l'énergie à source hydraulique.

Nous constatons ici que l'accroissement de la part des industries dans le PIB est faible en proportion mais il est beaucoup important en chiffre.

²² Syndicat des industries de Madagascar, « Le poids de l'industrie dans l'économie de Madagascar », article publié en 2013, p.02.

IV- DISCUSSION

IV-1- Comparaison des résultats de l'étude avec la littérature

Comme nous avons dit précédemment, l'énergie est source et conséquence du développement. De ce fait, la croissance économique et la productivité d'un pays dépend d'elle. Et les effets d'un accès à l'énergie accru sur la vie sociale sont multiples. Donc l'énergie et en particulier l'électricité, *« est une ressource capitale pour le développement économique et humain. La disponibilité en électricité sous-tend la fourniture de services essentiels comme l'éducation, en apportant la lumière dans les écoles et les foyers, la sécurité sanitaire des aliments par la réfrigération, l'accès aux technologies de communication ou encore l'amélioration de la productivité des activités agricoles et économiques. »*²³

En conséquence, si un pays n'a pas de ressources énergétiques abondantes et achète de l'énergie avec de prix élevé, il risque de ne pas être compétitif. Et quand à l'activité productive, comme Mathieu Bordigoni (2013) a suggéré, le prix de l'énergie affecte le coût de production des industries à travers l'énergie qu'elle consomme, mais aussi à travers ses achats de biens et services, puisqu'il a fallu consommer de l'énergie pour produire ceux-ci. Donc face au prix de l'énergie électrique cher qui régresse l'économie de Madagascar, on doit donc passer à la transition énergétique particulièrement l'énergie hydraulique pour au problème de l'efficacité énergétique.

IV-2- Stratégies rapides et à long terme de l'exploitation de l'énergie hydraulique

Pour la solution urgente, l'exploitation en énergie hydraulique est beaucoup plus sollicitée car pour l'installation des petites centrales en puissance installée moins de 1.500KW, l'étude de faisabilité technique et financière ainsi que le lancement des travaux peuvent être bouclées dans un délai relativement rapide, entre 1 à 5 ans par rapport aux sites de grande taille. Donc pour démarrer l'électrification rurale, l'Etat doit concrétiser les investissements qui sont déjà prévus pour les petites centrales hydroélectriques existants. Ces 10 sites de l'ADER qui sont trouvés dans quelques régions qui se feront en mode mini-réseau peuvent commencer le développement de l'électrification rurale. Et cela entraîne le développement des activités commerciales et artisanales dans les zones touchées par ce mini-réseau.

²³Repère 7 : Électricité. L'énergie du développement », in Pierre Jacquet et al., Regards sur la Terre 2010, Presses de Sciences Po (P.F.N.S.P.) « Annuels », 2010, p. 298

Le mode d'action pour la réalisation de ce projet se fait par lancement d'appel d'offre d'exploitation de mini-réseau. D'après l'étude le montant total de l'installation de ces 10 sites coûte 32,6 milliard Ariary.²⁴ C'est l'Etat malgache qui se charge les travaux d'investissement de ces 10 sites suivant les règles de passation de marché malgache. Une fois installée, c'est l'ADER qui se charge temporairement leur fonctionnement à partir de la vente d'électricité du produit de ces mini-réseaux. L'Etat fera ensuite l'appel à manifestation d'intérêt pour les entreprises intéressées de gérer ces sites. Mais l'Etat doit voir ensemble avec la société qui détient le marché le prix, pour qu'il soit abordable et viable pour les industries et les ménages.

Pour l'exploitation de grande taille(06 sites candidats de la JIRAMA), comme nous avons déjà exprimé précédemment, l'investissement en hydroélectricité exige une somme très important, donc la démonstration de comparaison présentée dans le paragraphe antérieur est juste pour justifier que le coût à long terme d'électricité à source thermique est plus cher que celui à source hydraulique parce que c'est très difficile pour une société de fonctionner en même temps de produire et de faire de l'autoproduction en électricité à source hydraulique. Donc on sollicite que des autres sociétés réalise le projet de l'exploitation en grande envergure avec une longue durée d'étude pour résoudre le problème énergétique à Madagascar.

IV-3- La limite de l'énergie renouvelable

Les énergies renouvelables ne sont pas nouvelles mais grâce à l'évolution technologique, on a pu les adaptées aux besoins et aux exigences du monde contemporain.²⁵ Actuellement, la tendance de l'énergie électrique penche sur la transition énergétique. Il s'agit d'un long processus par lequel l'énergie renouvelable remplace petit à petit l'énergie fossile dans le système énergétique d'un pays ou d'un espace géographique. Ce qui ne veut nullement dire que l'énergie renouvelable n'avait jamais été utilisée, mais il s'agit plutôt d'accroître progressivement la part des énergies renouvelables dans le bilan énergétique. Ce concept est assez simpliste à première vue mais il s'agit d'un processus beaucoup plus complexe car cette énergie ne devrait pas être considérée comme un simple substitut de l'énergie fossile. L'introduction progressive des énergies renouvelables doit transformer progressivement les institutions, le système économique, le système social et le « macro système technique ». En l'état actuel des choses l'énergie renouvelable ne peut prétendre pouvoir substituer pleinement à l'énergie fossile sans ajustement technique et

²⁴WWF et Ministère de l'énergie, 2012, *Op.cit.*, p.187

²⁵*Idem*

institutionnelle (L. Raineau, 2011). Ainsi, il existe des personnes qui s'opposent aux énergies renouvelables: notamment des groupes de population contre la construction de parc éolien ou de centrales géothermiques, solaires, hydrauliques, près de chez eux, selon différents arguments (bruits, dégradation des paysages, attaque à la biodiversité etc.....). Certains pays ne privilégient pas les énergies renouvelables dans leurs politiques en Europe et continuent à investir pour les énergies fossiles comme le nucléaire.

V- CONCLUSION

Madagascar est encore parmi les pays en retard dans le domaine d'électricité malgré l'importance de l'électricité dans l'amélioration de la croissance et le développement économique selon les auteurs. Le faible dynamisme de l'industrie et le bas taux d'accès à l'électricité confirme cette défaillance en électricité du pays. Le haut prix d'électricité et l'insuffisance de l'infrastructure qui n'arrive pas à satisfaire la demande ainsi que le problème de la gestion de la société d'Etat JIRAMA est en générale le grand problème du secteur électricité à Madagascar. Cette contrainte sur le prix est causée par le haut coût du carburant qui alimente les groupes électrogènes à source thermique, qui occupent la majorité des centrales d'approvisionnement d'électricité. Quant à l'exploitation d'électricité à source renouvelable, seul l'électricité à source hydraulique est à peine exploitée mais les autres telle que les sources solaire et éolienne est encore faible. Or que, Madagascar possède de gigantesque potentiel en électricité à source renouvelable.

Les études faites avancent que les technologies de l'énergie hydraulique deviennent de plus en plus compétitives face aux combustibles fossiles²⁶. Dans notre analyse, notre démonstration fait ressortir la comparaison du coût annuel de l'électricité à source thermique par rapport à celui à source hydraulique pour le cas de l'industrie. Il se trouve que l'hydroélectricité apporte beaucoup plus de valeur ajoutée par rapport à celui à source thermique grâce au coût un peu moins cher. Et ceci a des impacts positifs sur la croissance du PIB.

En conséquence, Cette étude nous a montré le large avantage de l'utilisation des sources renouvelables par rapport aux sources non renouvelables. Même les théories économiques en matière d'énergie convergent vers l'utilisation rationnelle, à moindre et renouvelable des sources d'énergie.

Dans un pays pauvre qui aspire au développement comme Madagascar, le choix ne doit pas souffrir pour le bien-être de la population. L'Etat doit donc prendre de l'initiative en termes de régulation des marchés de reformer la politique énergétique malgache et surtout du secteur électricité. Si le gouvernement n'a pas la capacité financière ou technique d'exploiter notre ressource, nous recommandons que le gouvernement doive augmenter le budget consacré à l'amélioration de l'activité énergétique car il est un des piliers du développement économique. Ainsi, il est

²⁶ IRENA, l'Afrique et les énergies renouvelables : La voie vers la croissance durable, 2013, p. 9

important de supprimer les institutions ou les administrations qui ne font que gaspiller les ressources de l'Etat. Il donc nécessaire de revoir la politique de gouvernance du pays.

Pour finir, il est intéressant de dire qu'on peut sans doute adopter l'exploitation d'électricité à source hydraulique à Madagascar mais le grand problème c'est la volonté politique et le blocage du groupe de pression que ce soit local ou international.

VI-REMERCIEMENTS

Je tiens à adresser ma profonde gratitude à :

Monsieur Léonard VELOSON, directeur inter-régional de la JIRAMA Toamasina, qui a accepté de suivre ce travail malgré ses multiples occupations ; pour ses précieux conseils ;

Mes remerciements vont également à tous ceux, qui de près ou de loin ont œuvré pour la réalisation de ce travail.

VI-BIBLIOGRAPHIE

OUVRAGES GÉNÉRAUX

- DEUBEL Philippe, Analyse économique et historique des sociétés contemporaines, Pearson Education France, 2008, 513 pages
- KUZNETS Simon, « Croissance économique des nations: Production totale et structure de production », Belknap Press of Harvard University Press, 1971, 363 pages
- MANDRARA Eric Thosun, "COURT TRAITE DU DEVELOPPEMENT plein sud", Ed. L'Harmattan, 2003, 214 pages.

REVUES

- MARTIN-AMOUROUX Jean-Marie, « Les prix et les coûts des sources d'énergie », CNRS, 2017.
- BORDIGONI Mathieu, L'impact du coût de l'énergie sur la compétitivité de l'industrie manufacturière : Un état des lieux des apports de la recherche en économie, Document de travail Interdisciplinary Institute for Innovation, CERNA, MINES ParisTech, Paris, novembre 2013, 69 Pages

ORGANISMES, RAPPORTS ET DOCUMENTS DIVERS.

- Banque mondiale, « Small HydroResource Mapping in Madagascar », 2014, 80 pages
- BRUNDTLAND Gro Harlem, « Notre avenir à tous », Rapport de la Commission mondiale sur l'environnement et le développement de l'ONU, 1987, 318 pages.
- CREAM « Etude sur l'énergie à Madagascar », 2014, 57 pages.
- DEFARD C., « Situation, enjeux et perspectives sur le marché des énergies renouvelables dans l'Océan Indien (Comores, Madagascar, Maurice, Seychelles), Ambassade de France au Kenya, service économique, 2017, 20 pages.
- Express de Madagascar en date du 16 février 2017
- Express de Madagascar, publié le 28 Avril 2017
- GEORGELIN Anne, « Le secteur de l'énergie à Madagascar, Enjeux et opportunités d'affaires », Ambassade de France à Madagascar, service économique, 2016, 33 pages.
- Groupe de la banque mondial, « Diagnostic systématique de pays : Madagascar », 2015, 137 pages.
- INSTAT, « Enquête périodique auprès des ménages 2010 », 2011, 372 pages.
- INSTAT, « Rapport de l'enquête sur les entreprises à Madagascar, année 2005 », 2006, 158 pages.

- IRENA, 2013, l'Afrique et les énergies renouvelables : La voie vers la croissance durable, 34 pages.
- Journal « Midi Madagascar », publié le 23 Juillet 2015.
- La dépêche en date du 03 février 2017
- Le Magasine du syndicat des industries de Madagascar, « Electricité : Des potentiels naturels à exploiter », Expansion de Madagascar », N°4-Juillet/Aout 2010, 42 pages.
- Loi 2017-020 du 22 novembre 2017 portant code de l'électricité à Madagascar, 37 pages.
- Loi 2017-021 du 22 novembre 2017 portant réforme du fonds national de l'électricité, 06 pages.
- Ministère de l'énergie et des hydrocarbures, « Document d'Etude de la Politique et Stratégie de l'Energie à Madagascar », 2015, 210 pages.
- Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique, Plan directeur de la recherche sur les énergies renouvelables, 2015, 51 pages.
- RANDRIANARISOA Amedée Mamy Tiana, « Energies durables pour tous : les ménages, les collectivités et les entreprises », Friedrich Ebert Stiftung, 2013, 57 pages.
- Rapport de diagnostic du secteur Energie, cabinet AIDES 2012, 30 pages.
- Repère 7 : Électricité. L'énergie du développement », in Pierre Jacquet et al., Regards sur la Terre 2010, Presses de Sciences Po (P.F.N.S.P.) « Annuels », 2010. p. 298-299
- Syndicat des industries de Madagascar, « Le poids de l'industrie dans l'économie de Madagascar », 2013, 08 pages
- WWF et Ministère de l'énergie « Diagnostic du secteur énergie à Madagascar », 2012, 197 pages