

**Zeitschrift:** Tracés : bulletin technique de la Suisse romande  
**Herausgeber:** Société suisse des ingénieurs et des architectes  
**Band:** 133 (2007)  
**Heft:** 24: Echelles de coopération

**Artikel:** Electrification rurale à Madagascar  
**Autor:** Kohler, Patrick / Schneider, Daniel / Maillard, Jean-Christophe  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-99634>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 14.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Electrification **rurale** à Madagascar

HYDRAULIQUE

**L'approvisionnement en électricité de la population malgache est souvent déficiente. Compte tenu des nombreuses petites rivières sillonnant l'île, l'installation de pico-turbines est en mesure d'apporter des solutions intéressantes.**

Madagascar, l'une des plus belles îles de la planète, est aussi un des pays les plus pauvres au monde. En effet, si des efforts considérables ont été consentis tant par le gouvernement que par la coopération internationale, tous les indicateurs de développement restent obstinément dans le rouge. L'espérance de vie d'à peine 55 ans, la mortalité infantile de près de 9% et le taux de scolarisation de 45%, pour ne citer que les plus éloquents. Un des facteurs ralentissant le développement du pays réside dans une morphologie du sol très exigeante, inondable ou escarpée à l'extrême, et mal desservie en terme de voies de communication. Dans ces conditions, pour d'innombrables villages malgaches, l'accès au réseau électrique national relève de l'utopie et ceci, pour de nombreuses années encore.

Officiellement pourtant, on a compris l'importance stratégique de la desserte en électricité de tout le pays. En effet, la politique du gouvernement consiste à « aider directement les plus pauvres en assurant une fourniture en énergie durable, de bonne qualité et à des prix raisonnables ». Même si elle explore différentes alternatives, cette politique énergétique ne tient toutefois compte que de l'échelle nationale, occultant la possibilité d'exploiter la multitude de petites rivières et cours d'eau du pays. S'il existe bien, localement, quelques institutions qui pourraient s'intéresser à ce potentiel, elles ont des capacités limitées et ne disposent pas de financements suffisants pour développer des microsystèmes d'électrification.

Les pays en voie de développement possèdent souvent des ressources naturelles abondantes et exploitables, comme l'eau ou le soleil. Pourtant les énergies renouvelables ont de la peine à s'imposer face, par exemple, aux petits groupes électrogènes à essence. Parmi les raisons de ce désintérêt, un manque de produits adaptés au marché, et un investissement initial souvent plus élevé que pour une solution classique,

les frais de carburant n'étant généralement pas considérés lors du choix.

L'écosystème des pays en voie de développement est en outre fortement déstabilisé par la destruction de leur environnement. Les structures collectives sont très fragiles et réduites bien souvent à l'échelle familiale. Dans ces conditions, tout système collectif de distribution est vulnérable et à la merci de groupes ou d'individus ayant un intérêt temporaire dans son détournement, voire sa destruction. Cette réalité impose que la dimension pérenne du système énergétique soit aussi repensée à l'échelle familiale.

Il faut savoir qu'à Madagascar, pour la majorité d'une population essentiellement rurale, le courant électrique est souvent destiné à l'éclairage. Sans électricité, un budget important est investi dans l'achat de piles, de bougies, de pétrole pour les lampes. Corollaire de cet éclairage de fortune, de plus en plus de personnes souffrent de problèmes de vue. Par ailleurs, les piles ou les batteries posent un réel problème de pollution.

Mais le manque distribution d'électricité ne se fait pas uniquement ressentir dans le domaine de l'éclairage. La production de froid, indispensable surtout à la conservation de certains médicaments, consomme aussi de l'électricité.

## « Pico-centrales » bon marché

Fort de son expérience dans l'implémentation de technologies appropriées en Afrique, l'ONG neuchâteloise CEAS – Centre Ecologique Albert Schweitzer – a accepté de relever le défi de l'électrification rurale à Madagascar. Après 25 ans de diffusion de chauffe-eau solaires thermiques, de pompes manuelles ou même d'un frigo solaire au Sahel, le CEAS a été séduit par les « pico-centrales » hydroélectriques d'AZ Ingénierie. Il est apparu que cette technologie simple, efficace et abordable répondait bien aux besoins de Madagascar (voir encadré p. 18). De plus, cette solution, complémentaire aux autres moyens d'électrification courants, avait l'avantage de cibler surtout les communautés les plus reculées du pays. Enfin, une approche modulaire et standard, devait permettre de proposer des produits à des prix très compétitifs en vue



de dynamiser ce marché et contribuer à répondre à l'énorme demande de Madagascar.

### Grouper des compétences

Ainsi, dès 2003, le directeur du CEAS Suisse a effectué une mission d'identification des besoins sur place. Le constat était flagrant : à proximité de la plupart des villages visités se trouvaient des cours d'eau à même d'accueillir des microsystèmes de production d'électricité. Il a par ailleurs été établi qu'il existait un potentiel réel d'artisans et de bureau d'études malgaches prêts à mettre en œuvre l'installation de ces systèmes.

Dès le mois de mai 2005, les premières démarches concrètes ont pu démarrer sur le terrain en s'appuyant sur le représentant du CEAS à Madagascar, l'association CICAPE. Extrêmement motivés pour la mise en place de cette technologie simple, facile d'entretien et économique, toute l'équipe de cette association s'est affairée pour mener à bien les premières étapes de ce projet.

Les besoins identifiés, les bénéficiaires convaincus et les partenaires techniques trouvés, restait à rassembler le finan-

cement. Pour cela, il aura fallu presque une année mais, convaincus de l'intérêt de ce projet, le CEAS et AZ Ingénierie ont finalement trouvé les 40 000 francs suisses nécessaires à la première phase du projet. Parmi les bailleurs, la DDC (direction pour le développement et la coopération), Nouvelle Planète, le « Groupe E » et la Loterie de Aarau.

Grâce à eux, la visite des sites potentiels a pu démarrer dès la fin de l'année 2005. Pour ce faire, le directeur du CEAS s'est à nouveau rendu sur place pour prêter main forte à l'association CICAPE, ainsi qu'au futur responsable local de la mise en œuvre du projet de pico-turbines.

Après avoir visité une dizaine de sites aménageables dans la brousse malgache, sillonnant les rizières dans un rayon d'une centaine de kilomètres autour de la capitale Antananarivo, quatre sites ont été retenus sur la base des potentiels géomorphologiques et sociaux. Ainsi, il a fallu tout d'abord identifier des villages ou des communautés qui exprimaient un véritable besoin en électricité pour le bien de leur communauté. Il fallait également disposer d'un interlocuteur à même d'assurer le suivi et le contrôle à long terme de

Fig. 2: Formation du personnel local

Fig. 3 et 4: Des travaux de génie civil minimes

(Tous les documents illustrant cet article ont été fournis par AZ Ingénierie)



l'installation. Cela va sans dire qu'une telle démarche aurait été impossible sans l'expérience de terrain de l'association CICAPE. Outre ces aspects sociaux, il a aussi fallu s'assurer de la proximité d'un cours d'eau avec un débit suffisant. Finalement, les quatre sites choisis présentaient une accessibilité assez bonne pour permettre de les équiper sans exiger des aménagements trop importants.

Dans le même temps, des schémas de propositions d'aménagement des sites étaient faits sur place et expédiés par mail à AZ Ingénierie afin qu'ils donnent également leur aval pour ces sites. A noter enfin qu'un important travail de sensibilisation et d'information a dû être entrepris auprès de la population des villages cibles pour expliquer que l'eau n'allait être ni « détournée », ni « consommée », mais seulement « utilisée » pour la production d'électricité, tout en restant disponible pour leurs besoins quotidiens.

De retour en Suisse, le directeur du CEAS a rencontré deux représentants de la société AZ Ingénierie qui se préparaient eux à partir pour la Grande-île afin d'assurer la mise en place des premières installations. Outre l'installation définitive *in situ*, leur objectif était surtout de former le technicien malgache qui prendrait le relais pour le montage, l'entretien, l'identification des pannes éventuelles et la mise en service des installations (fig. 2).

Experts dans leur machine, les deux ingénieurs ont dû par contre apprendre à composer avec les contraintes d'un milieu bien différent de leur Europe natale. Des problèmes d'étanchéité ont notamment retardé l'installation des premières machines. Une fois ces tracas résolus, tout a été mis en œuvre, tant au niveau des ingénieurs du Nord que de l'équipe de CICAPE pour mener le projet à son terme. Ainsi, le 24 décembre 2006, deux familles du village de Andranomandry ont bénéficié d'une lumière produite par la première pico-turbine hydroélectrique installée à Madagascar.

## La suite sur place

Depuis, quatre autres installations ont été mises en service. Chacune permet de raccorder des locaux jusque-là dépourvus d'électricité. Par exemple: une salle multifonctionnelle, deux maisons individuelles ainsi qu'un espace vert. A noter

## Les pico-turbines pour Madagascar

C'est au cours d'une mission d'électrification rurale en Haïti soutenue par EDF (réhabilitation du réseau électrique d'un petit village), dans la seconde moitié des années 90, qu'est apparue l'inadéquation entre les solutions techniques mises en œuvre et les conditions locales. On s'est alors interrogé sur les solutions technologiquement et économiquement envisageables pour l'électrification rurale.

C'est ainsi qu'un inventaire et une évaluation des technologies disponibles ont été réalisés sur la base du prix, de la fiabilité, de la performance, de l'impact sur l'environnement et des possibilités de réparer ou fabriquer sur place ou encore de créer une dynamique locale autour des produits.

Il en est ressorti que la solution majoritairement mise en œuvre était la photovoltaïque, ceci bien que le bilan de cette technologie soit moins positif qu'il n'y paraît en terme de retour énergétique et de fiabilité. On est ainsi arrivé à la conclusion que la toute petite hydraulique (pico-hydraulique) offrait une réponse favorable aux critères évoqués et qu'il serait intéressant de concevoir un produit permettant un usage plus large de cette technique.

Après diverses tentatives, une première pico-turbine avec des chutes de PVC a fonctionné pendant six mois au musée du fer de Vallorbe. Cette première réalisation concrète a permis d'obtenir le financement d'un moule, d'abord pour l'hélice de nos pico-turbines, puis pour toutes les autres pièces en PVC. En parallèle, deux élèves de l'école d'ingénieur de Fribourg ont participé à la conception des générateurs qui ont finalement été réalisés par la société *Applied Magnetics*, permettant d'obtenir le produit solide, fiable et facile à monter qui a été installé en collaboration avec le CEAS à Madagascar.

Pour ce projet, les machines exploitent une chute de 1,5 mètres et un débit approximatif de 35 litres par seconde. Leur rendement atteint 70%. La pico-turbine, composée de douze pièces aisément assemblables *in situ*, est robuste, fiable et facile à entretenir. Une machine qui a eu une ailette cassée a pu être réparée par soudure thermique par les partenaires malgaches. Le montage sur place n'a nécessité que des petits travaux de génie civil réalisables avec les moyens disponibles (fig. 3 et 4). Selon nos estimations, le prix du kWh est de 10 à 15 fois inférieur à celui d'un système photovoltaïque.

Cette première expérience en vraie grandeur s'est avérée décisive et encourageante pour le développement des pico-turbines. Depuis, des nouvelles machines comprenant une amélioration de la régulation (notamment un couplage de plusieurs installations) ont été livrées au Chili, au Népal, en Russie, en Tanzanie, au Brésil, en Inde et au Congo.



qu'en principe, une pico-turbine hydroélectrique de 300 watts (hauteur de chute de 145 cm) permet le raccordement d'une maison individuelle, soit 4 à 5 réglettes lumineuses, une télévision ou radio ainsi qu'une prise pour le chargement de piles ou batteries.

Le CEAS Suisse, avec l'appui d'*AZ Ingénierie*, va poursuivre ces activités et surtout assurer un appui-conseil au technicien engagé sur place. Le but est de créer une petite structure de gestion de ce secteur unique à Madagascar. Cette petite unité devra enregistrer les demandes, effectuer les visites prospectives, gérer les pièces de rechange et surtout répondre à la demande du marché local : c'est l'émergence d'une nouvelle activité génératrice de revenu et créatrice d'emploi. Reste à trouver des investisseurs qui verront l'intérêt économique, social et environnemental d'une telle entreprise.

Patrick Kohler, lic. ès lettres  
Daniel Schneider, ing. civil HES  
Centre Ecologique Albert Schweitzer – CEAS Suisse  
Rue de la Côte 2, CH – 2000 Neuchâtel

Jean-Christophe Maillard, ing. en mécanique  
*AZ Ingénierie SA*  
Rue de la Grand Fontaine 32, CH – 1700 Fribourg

## UN NOUVEAU PARLEMENT SUR LE SITE DE PERREGAUX A LAUSANNE CONCOURS A DEUX DEGRES APRES PRESELECTION

*L'enjeu de la reconstruction du bâtiment du parlement sur le site de Perregaux est essentiellement une question architecturale et urbanistique touchant à la silhouette de l'ensemble médiéval d'importance nationale qu'est la Cité de Lausanne.*

*Cette silhouette est limitée :*

- Au sud par la Cathédrale, ouvrage dont le maître d'œuvre principal Jean Cotereel a pérennisé une emprise spatiale qui témoigne d'un élan de foi religieuse et dont on a fait le symbole de la Ville.
- Au nord par le Château, symbole du pouvoir temporel de l'évêque, posé au sommet de la Cité, mais plus trapu et moins haut que la Cathédrale.

*Les ruines du site de Perregaux sont habitées – pour ne pas dire hantées – par plus de 200 ans de débats qui ont fait la société vaudoise. Unanimes, les élus d'aujourd'hui tiennent à réinvestir ce lieu chargé d'histoire, dans une perspective de développement durable, sans renier l'époque et les techniques actuelles.*

*Au début du XIX<sup>e</sup>, Perregaux a construit une toiture pertinente. En deux siècles, de nouvelles connaissances sémiologiques, historiques, architecturales, urbanistiques, technologiques, écologiques, se sont développées : qu'autorisent-elles aujourd'hui? C'est l'enjeu posé aux concurrents par le présent concours.*

*Mettre en résonance le bâti existant avec les exigences contemporaines et marquer la volonté de renouveler le lien démocratique entre un peuple et ses institutions, tel est le défi de la construction du nouveau parlement.*



«Vue de Lausanne» par Francis Towne, 1781 (Fitzwilliam Museum, Cambridge)

Parlement nouveau

organisateur : Département des infrastructures  
Service Immeubles, Patrimoine et Logistique (SIPAL),  
Division architecte cantonal

conditions : La procédure de qualification est ouverte aux architectes établis en Suisse ou dans un pays signataire de l'accord AMP-OMC sur les marchés publics.

documents : [www.simap.ch](http://www.simap.ch) ou [www.vd.ch/nouveauparlement](http://www.vd.ch/nouveauparlement)

jury : membres professionnels :  
Lord Norman Foster, Gonçalo Byrne, Nicole Christe, architecte de la Ville de Lausanne, Bernhard Furrer, président de la Commission fédérale des monuments historiques, Charles-André Meyer, Eric Perrette, architecte cantonal, Doris Wälchli  
Suppléants : Ivo Frei, François-Joseph Z'Graggen, chef de projet SIPAL

délai : remise des dossiers de candidature le 29 janvier 2008.

avis officiel : la publication dans la FAO du 30 novembre 2007 fait foi.