

## Profil du Projet

### Système Hybride Eolien-Diesel / Réseau Isolé à Gao / Mali

Nous sommes là pour vous présenter au nom de la GTZ un projet éolien-diesel de Gao / Mali. Nous voulons mettre en avant les points suivants :

- Le but principal du projet est de substituer le combustible diesel pour la production d'électricité par l'énergie éolienne dans un site isolé du nord du Mali.
- GTZ a développé le projet avec les partenaires locaux et conduit les mesures de vent depuis 2001.
- Lahmeyer International a réalisé une étude de faisabilité technique et économique complète avec des résultats positifs.
- L'investissement total pour le parc éolien de 900 kW est estimé à 1,7 Million d'euros.
- L'exploitation et la maintenance seront réalisés par les équipes locales en collaboration avec le construction d'aérogénérateurs.
- Le projet a un caractère pilote pour le développement durable de la production d'électricité dans des réseaux isolés.

La GTZ en collaboration avec la Direction Nationale de l'Energie (DNE) du Mali a développé un projet de parc éolien, système hybride éolien-diesel intégré à un réseau isolé depuis 2000 à Gao dans le nord du Mali. Lahmeyer International a réalisé l'étude de faisabilité en 2003/2004.

#### Principaux résultats de l'étude de faisabilité :

But du projet	Un parc éolien devait être connecté à une centrale électrique diesel d'un réseau isolé. Le but principal est de substituer le combustible qui a été transporté par camion sur plus de 2500 km.
Environnement du projet	Le Mali est l'un des pays le plus pauvre de l'Afrique de l'Ouest. Electricité du Mali (EDM) a été privatisé en 2000. EDM exploite le réseau interconnecté du sud du Mali ainsi que des réseaux isolés comme celui de Gao.
Site du projet	Gao est une petite ville de 40 000 habitants et est situé à 1200 km au nord de la capitale Bamako sur les bords du fleuve Niger et du désert du Sahara.

Paramètres techniques	
Type de turbine	3 x 300 kW, 30 m de diamètre rotor, 50 m de hauteur de moyeu, Technologie onduleur, ont été sélectionnés pour leur bonne performance électrique dans le réseau électrique existant faible.
Autre alternative de type de turbine	4 X 225 kW, 40 m hauteur de moyeu, générateur asynchrone, turbines d'occasion pour une réutilisation, investissement spécifique plus faible.
Centrale électrique Diesel	Il est attendu une capacité de 4 MW dans la centrale électrique existante.
Demande en électricité	La charge de pointe était de 1,8 MW en 2003. La demande énergétique était d'environ 9 GWh en 2003.
Distribution de l'énergie	Le réseau moyenne tension fournit en électricité seulement la ville et l'aéroport à raison de 15 kV.
Connexion réseau du parc éolien	La connexion réseau est planifiée avec une ligne 15 kV présente sur le site.
Conditions géotechniques	La rapide évaluation du sol montre un sous-sol sableux dur, compatible avec des fondations planes.
Transport	Transport routier sur une route en asphalte jusqu'à Gao, traversée en ferry (40 t)
Concept de montage	Une grue existante au Nigeria de 160 t, alternative , une grue pour la méthode self erecting ou la méthode tilt up
Construction des pistes	Des routes d'accès sont à prévoir sur une longueur de 2 km, sur terrain plat.
Système de contrôle éolien-diesel	Systèmes de contrôle autonome éolien et diesel. Contrôle d'urgence du parc éolien à partir de la centrale diesel. Contrôle à distance des turbines par le manufacturier.
Simulation de charge	Une simulation de la production et de la charge a été réalisée sur une base horaire. 0,5 % du potentiel éolien ne peut pas être utilisé à cause d'une faible demande en électricité. L'installation diesel doit être utilisée plus à charge partielle ce qui conduira à une consommation spécifique de combustible plus importante de respectivement 1,5 %.
Exploitation du parc éolien	L'exploitation journalière sera faite par l'équipe locale de la centrale diesel de EDM. L'inspection annuelle est prévue par le constructeur des turbines.
Mesures de vent	Depuis 2001, des mesures de vent ont été réalisées à une hauteur de 26 et 40 m. La vitesse moyenne du vent à 40 m est de 5,0 m/ s.
Potentiel éolien	Pour 3 x 300 kW, le potentiel éolien est prévu autour de 1021 MWh/a a une probabilité exigée de 75 %.

<b>Estimation des coûts pour le parc éolien</b>	
Investissement	1.753.000 Euros, 27 % local, 73 % en devise étrangère
Coût d'exploitation	21.650 Euros/a
Coûts spécifiques de production d'électricité Diesel à Gao	138 FCFA / kWh = 0,21 Euro/ kWh (hors taxe) 183 FCFA / kWh = 0,275 Euro / kWh (avec la taxe)
Coût de l'opportunité	121,5 FCFA / kWh = 0,183 Euro / kWh énergie éolienne
<b>Réductions des émissions de carbone</b>	La réduction de CO2 par le parc éolien est de 880 t/a. Revenu estimé par le commerce des émissions 4.400 Euro / a
<b>Analyse économique</b>	
Evaluation financière	<p>Suppositions :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• durée de vie : 20 ans</li> <li>• prix d'alimentation : 120 FCFA/ kWh = 0,180 Euro/kWh</li> <li>• taux de fonds propre : 20 %</li> <li>• revenue en monnaie étrangère : taux d'intérêt 2%, durée d'amortissement de 14 ans, 2 ans libre de remboursement.</li> <li>• revenue en monnaie locale : taux d'intérêt 12%, durée d'amortissement de 6 ans, 0 an libre de remboursement.</li> <li>• Taux interne sur retour d'équité 10 %</li> </ul>
Chances et risques	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rémunération CDM de 2 % du revenue est assurée.</li> <li>• Exonération de taxe sur le revenu est limitée à 12 ans. Si une durée plus longue peut être obtenue, effet positif.</li> </ul>
Analyse macro-économique	<p>L'analyse quantitative montre un petit avantage macro-économique du projet.</p> <p>Les avantages qualitatifs principaux sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• utilisation des ressources énergétiques locales.</li> <li>• diverses sources de production d'électricité</li> <li>• dépendance plus faible à l'importation de combustible</li> <li>• émissions de carbone plus faibles</li> <li>• le projet soutient le but de la politique énergétique du gouvernement du Mali.</li> <li>• Le projet pourrait avoir un important caractère pilot dans la région.</li> </ul>
Chances et risques	Les effets de substitution de la puissance par l'énergie éolienne sont supposés proches de 13 % de la puissance installée.
Investissement privé	La société du projet devrait être le noyau pour les investissements des différents actionnaires. Une répartition équitable mineure est prévue pour EDM afin de permettre les tâches d'exploitation.

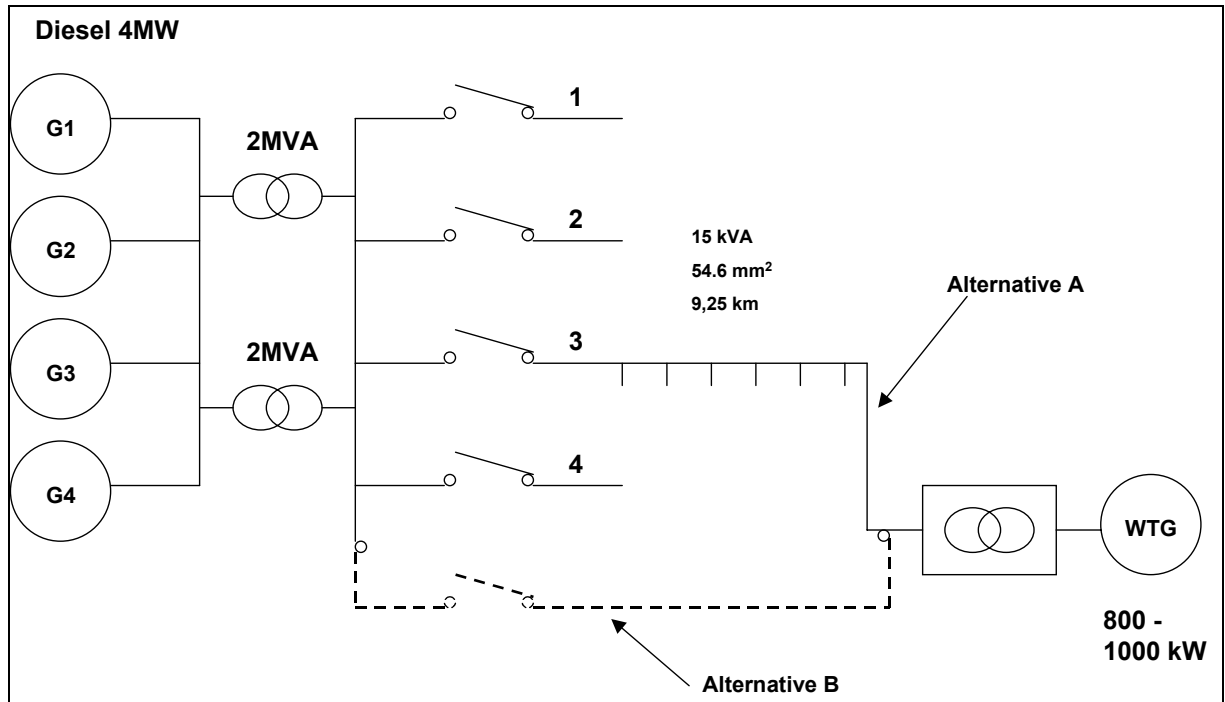


Figure : Schéma électrique du système Eolien-Diesel.



Figure : Marché au bétail des nomades Touaregs près de Gao

**Contacts :** GTZ, Dr. Jasper Abramowski, [jasper.abramowski@gtz.de](mailto:jasper.abramowski@gtz.de)  
LI, Bungo Ezawa, [bungo.ezawa@lahmeyer.de](mailto:bungo.ezawa@lahmeyer.de)