

# **L'ENERGIE EOLIENNE : UNE SOLUTION POUR HAITI ?**

## **Quelques éléments de réflexion.**

**Janvier 1999**

Document préparé par Roger LOOZEN, ing ., Codeart asbl en collaboration avec Mr.Claude CHRYSOSTOME, ing. prof. et responsable de projets à l'EDH (Electricité d'Haïti), et Patrick KEUTGEN, ing.

### **Préambule.**

Nous espérons que ces quelques informations permettront à nos amis d'Haïti de débiter une réflexion sur le sujet. Nous restons à votre disposition pour des informations complémentaires que vous jugerez nécessaires.

Roger LOOZEN fait partie de l'association ENERGIE 2030 qui installe des éoliennes dans l'est de la Belgique et en Allemagne.

Patrick KEUTGEN est ingénieur et travaille dans le domaine des énergies renouvelables.  
Adresse : Oneux ,87 4910 THEUX Belgique.

### **Compte rendu de la rencontre avec Mr. Arbach Eduard à Gemund (Allemagne.)**

E. ARBACH est un spécialiste en énergie renouvelable. Il gère un parc d'éoliennes à Erhahn et est conseillé en gestion de l'énergie pour la ville de EUSKIRCHEN.

### **Méthode d'approche sur la possibilité d'implanter une éolienne pour la production d'énergie électrique au niveau d'une région ou d'un pays.**

Les éoliennes de production d'électricité devront être connectées sur un réseau existant. Des éoliennes qui fonctionneraient en sites isolés pour alimenter un grand nombre d'utilisateurs en énergie électrique n'est pas envisageable :

- Les éoliennes fournissent une puissance très variable.  
Les jours sans vent = pas de courant.  
Des jours de grand vent = puissance importante disponible mais peut être n'y a-t-il aucun besoin à cette période.
- Le stockage d'importante quantité d'énergie électrique est très coûteux et non envisageable au niveau de production envisagé.
- Les équipements offerts sur le marché actuellement sont prévus pour une connexion sur un réseau puissant existant. Il n'y a pas à l'heure actuelle de bonne solution du point de vue technique et économique pour des fonctionnements en sites isolés donc non connectés avec un réseau.

Les allemands font des essais de production d'énergie électrique en Grèce par combinaisons de différentes sources d'énergie : éoliennes, panneaux solaires (énergie photovoltaïque - énergie hydraulique).

### **Méthode de calcul de l'intérêt de l'implantation d'une éolienne.**

En Haïti on dispose de plusieurs réseaux séparés qui alimentent chacun une région du pays. Port-au-Prince est alimenté par la centrale hydroélectrique de Péligre (environ 40 MW) et des centrales thermiques à Varreux et à Carrefour.

Aux Cayes on dispose aussi d'une centrale hydroélectrique à Saut Mathurine (2,4 MW) et d'une centrale thermique aux Cayes.

Si on souhaite par exemple installer des éoliennes dans le réseau des Cayes il faudrait au préalable réaliser le diagramme de la consommation d'énergie électrique en fonction du temps.

En considérant par exemple que toute la surface sous la courbe est fournie par un groupe thermique, l'éolienne viendra se substituer à une partie de l'énergie produite par les groupes thermiques. Une éolienne viendra non pas remplacer un groupe thermique mais apporter de l'énergie dans le réseau qui ne devra pas être produite par le groupe thermique. Autrement dit quand l'éolienne fournit de l'énergie au réseau, on épargne du carburant. L'intérêt se calculera donc par l'importance de la non dépense annuelle en carburant grâce à l'énergie fournie par l'éolienne.

Soit par exemple l'installation d'éolienne capable de fournir 3.000.000 kWh par an. En considérant qu'il faut 0,30 l de gasoil par kWh, il faut  $0,30 \text{ l} \times 3.000.000 \text{ kWh} = 900.000 \text{ l}$  de gasoil pour produire ces 3.000.000 kWh d'énergie.

C'est donc la quantité de gasoil que nous épargnons et que nous ne devons pas acheter.

En considérant le prix du litre de gasoil à 5 gourdes haïtiennes par litre, nous épargnons la dépense de  $900.000 \text{ litres} \times 5 = 4.500.000$  gourdes soit 300.000 US\$.

L'investissement de deux éoliennes de 500 kW est de  $2 \times 11.000.000$  gourdes = 22.000.000 gourdes soit 1.466.000 US\$.

Une éolienne de 500 kw fournira suivant les conditions de vent entre 800.000 kWh et 2.000.000 kWh suivant sont endroit d'installation.

En Belgique un site intéressant au bord de la mer du Nord fournira jusque 2.000.000 kWh. Une éolienne située dans un endroit bien exposé à l'intérieur des terres produira de l'ordre de 800.000 à 1.000.000 kWh.

Pour récupérer cet investissement par la réduction de la consommation de gasoil il faudra  $1.466.000/300.000 = 4,9$  années soit 5 années.

Or l'éolienne peut fonctionner dans de bonnes conditions de coût d'exploitation durant 15 ans minimum. En réalité la dépense non effectuée en carburant sera plus importante car ce sont tous les frais directs de la production par groupe thermique qui sont épargnés : huile moteur, filtre à carburant et filtre à air, frais d'entretien. Mais on ne peut pas remplacer un groupe électrogène par l'éolienne. Il faudra maintenir la puissance installée en groupe thermique car la disponibilité du courant à partir d'éolienne dépend du vent.

## **Recherche d'un site intéressant.**

Pour choisir un site on tiendra compte de plusieurs facteurs :

1. Endroit plus exposé : bord de mer, colline (idéal : dôme).
2. Proximité du réseau : en Allemagne on considère que le transport par câble enterré sur une distance de plus de 1000m rend le site non approprié.
3. La présence de végétation. La végétation réduit de façon sensible la vitesse du vent.
4. La disposition de la colline par rapport aux vents dominants.
5. On choisira des sites en fonction de leur exposition aux cyclones.

## **La mesure du vent.**

Quand on ne dispose d'aucune donnée sur le site proche de l'endroit choisi il faut faire des mesures durant un année au moins. En général même en Belgique et en Allemagne les mesures sont indispensables pour disposer de données fiables pour les calculs de rentabilité.

On installera un mât de mesure de 30 m environ. Les résultats seront extrapolés à 65 m, hauteur approximative d'un mât d'une éolienne de 500 kW.

On disposera aussi de petits mâts à 10 ou 12 m de hauteur sur des sites jugés intéressants. Des comparaisons de mesures permettront d'évaluer l'importance de ces sites par rapport au site principal.

Les constructeurs peuvent souvent donner des indications sérieuses pour des éoliennes installées dans des régions avoisinantes.

## **L'entretien des éoliennes.**

D'après nos informations l'entretien des éoliennes est très limité. Il n'y aurait pas de problème de ce côté mais nous comptons nous informer auprès d'utilisateurs disposant d'une expérience importante.

Les éoliennes ne sont naturellement pas à l'abri de pannes. Il faudra trouver un accord avec le constructeur afin qu'il garantisse une intervention rapide en cas de panne avec un système de pénalité s'il ne peut pas respecter les délais établis par contrat. Les constructeurs peuvent actuellement surveiller les éoliennes installées par liaison téléphonique. Ils peuvent demander les informations sur tous les paramètres et donc déterminer à distance les causes d'un dysfonctionnement.

## **La qualité du réseau.**

Attention un réseau trop peu stable peut poser des problèmes lors de l'injection du courant produit dans le réseau. Nous n'avons pas plus d'informations sur ce point actuellement mais il devra être discuté avec les constructeurs d'éoliennes.

## **Les vents extrêmes - les cyclones.**

Il faudra aborder cette question avec les fabricants. On contactera pour cela des constructeurs qui installent des éoliennes dans des régions à risques au niveau des cyclones (MICON, VESTAS).

## **Les fournisseurs d'éoliennes.**

**MICON (DK)** est une société qui installe des éoliennes dans le monde entier. Ils sont leaders du marché en Europe.

Le technologie est assez simple et ils ne sont pas à l'avant garde au niveau technologique.

Principe : l'hélice dont les pales sont fixes contrairement à l'éolienne ENERCON, entraîne un multiplicateur de vitesse qui entraîne la génératrice asynchrone qui est connectée sur le réseau. Toutes leurs éoliennes sont munies d'un générateur asynchrone. La sophistication apparaît au niveau de la gestion de la connexion au réseau.

En effet la génératrice asynchrone devra atteindre la vitesse de synchronisme avant de pouvoir être connectée au réseau. La vitesse de rotation de l'éolienne sera donc constante et imposée par la fréquence du réseau.

Quand la vitesse de vent diminue ou devient nulle la génératrice commencera à tourner en moteur asynchrone. Un système de régulation interviendra pour, après un temps d'attente, déconnecter

l'éolienne du réseau. De même un moteur auxiliaire servira à amener l'éolienne à la vitesse de synchronisme.

#### **MICON**

NORDTANK ENERGY GROUP

DK-8444 Dänemark

Tél. : + 4587 52 33 00 Fax. : + 4586 33 73 74.

<http://www.neg-micon.com>

#### **ENERCON (D)**

Fabricant allemand, leader sur le marché allemand.

Au contraire de la firme MICON, ENERCON produit des éoliennes de technologie avancée.

Ils sont à l'avant garde du progrès technologique.

Principe : L'éolienne peut produire de l'énergie à vitesse variable. L'hélice, dont les paliers peuvent tourner, entraîne en direct le rotor du générateur de courant. Ce générateur possède un nombre très important de pôles.

Le courant alternatif produit entre ces deux vitesses est de fréquence variable. Ce courant sera redressé puis ondulé. On fournira donc au réseau un courant de fréquence et tension bien précises. Ce système est nettement plus sophistiqué au niveau de ses composants électroniques par rapport à une éolienne MICON.

#### **ENERCON**

Dreekamp 5

D-26605 AURICH

Tél. + 49 4941 927-0

Fax -199

#### **Quelques autres constructeurs.**

##### **NORDEX**

Sehlingdorfer Str. 26

D-49328 MELLE

Tél. : + 49 5427 9424 - 0

Fax. : - 10

##### **SÜDWIND** Energiesysteme GmbH

Prinzenstrasse 32-33

D-10969 BERLIN

Tél. : + 49 30 616 926 - 0

Fax . : - 77

e-Mail : SUEWIND.BERLIN@t-online.de

##### **TACKE** Windenergie GmbH

Holsterfeld 5a

D-48499 SALZBERGEN

Tél. : + 49 5971 9708 - 0

Fax. : - 50

##### **VESTAS** (Vestas Deutschland GmbH)

Otto-Hahn-Str. 2

D-25813 HUSUM

Tel. +49 4841 971 - 0

Fax. : - 41

##### **WINDTEC** (Windtec Deutschland GmbH)

Glimkestrasse 70

D- 32602 VLOTHO

Tél. : + 49 5222 4006 - 70

Fax. : + - 71

e-Mail : windtec@aol.com

#### **Annexes.**

- DEWI MAGAZIN Zeitschrift des Deutschen Windenergie-Institut (DEWI)  
Ebertstrasse 96  
D- 26382 Wilhelmshaven  
Tél. : + 49 4421 48 08 - 0  
Fax.: + 49 4421 48 08 - 43  
E-mail : dewi@dewi.de

Internet : <http://WWW.dewi.de>

Revue générale sur l'énergie éolienne éditée par l'Institut allemand pour l'énergie éolienne.  
Article en allemand, anglais et espagnol.

- Documentation sur éolienne MICON de NORDTANK ENERGY GROUP.  
En allemand, avec liste de prix.
- Documentation sur éolienne ENERCON.  
En anglais.
- Documentation sur éolienne NORDEX.

### **Informations diverses.**

- L'Allemagne a commencé à installer des éoliennes en 1990. Actuellement ils produisent 1% de leur énergie électrique par éolienne. L'énergie ainsi produite correspond à l'énergie fournie par une centrale nucléaire.
- Pour trouver un expert indépendant capable de vous aider dans l'analyse d'un projet vous pouvez contacter :  
Prof. MELISSA F.H. AACHEN Abt. Jülich  
Tél. : +49 2461 99 30 01 Fax.: +49 2461 99 31 99
- Fournisseurs de matériel de mesure de vent et de mât de mesure : recherche en cours.  
Site internet ENERGIE 2030 : [WWW.energie2030.com/](http://WWW.energie2030.com/).
- Le prix de revient de l'énergie électrique en Belgique est de 1 FB/kwh environ.
- En Belgique l'énergie électrique est produite à raison de 55 % par des centrales nucléaires, 29 % en Allemagne, 76 % en France (chiffre de 1995).
- q Haïti dispose d'un parc de 3 éoliennes à Port de Paix d'une puissance installée de 150 kW. Ce parc est en mauvais état. Claude va s'informer sur les raisons des pannes et sur les types exacts des éoliennes.
- Les fabricants d'éoliennes pourraient vous informer sur les potentialités en Haïti. En effet certains fabricants installent des éoliennes dans le monde entier. (MICON, VESTAS,...).
- Il sera plus intéressant d'installer 3 éoliennes de 500 kW plutôt qu'une éolienne de 1500 kW.
- Il faut être sûr qu'une éolienne comprenant une génératrice asynchrone soit toujours connectée au réseau. Sans le réseau général l'excitation des générateurs ne sera plus assurée et le générateur ne pourra plus produire.  
Il faudra, pour le cas d'Haïti, chercher une solution technique qui permet de produire même en cas de coupure du réseau conventionnel car ces coupures sont fréquentes.
- Il n'y a pas d'éolienne de grande puissance que l'on pourrait qualifier d'adaptée au tiers-monde. Il existe des éoliennes de faibles capacités qui alimentent un réseau local. L'énergie est stockée dans des batteries. Dans d'autres cas, les éoliennes servent au pompage d'eau.