

Caractérisation des vents pour une exploitation de la ressource éolienne à Mayotte

I. Bahedja *

UMR IDEES (CNRS UMR6266)

Identités et Différenciations des Espaces de l'Environnement et des Sociétés

Centre Universitaire de Formation et de Recherche

10 rue de l'Ouragan, Longoni – Village, 97690 Koungou, Mayotte.

(reçu le 10 Décembre 2014 – accepté le 25 Mars 2015)

Résumé - Dans le cadre de sa politique de diversification de ses ressources énergétiques, une évaluation du potentiel éolien -sur deux sites stratégiques- a été réalisée pour la première fois à Mayotte, une île de l'océan Indien. L'objectif est d'étudier les caractéristiques des vents qui balayent le territoire et d'estimer son potentiel éolien. Pour cela, deux pylônes haubanés de 40 mètres de hauteur, équipés d'instruments météorologiques, ont été installés sur deux sites stratégiques, au Nord et au Sud. Les données recueillies, compilées avec celles de Météo France, ont permis d'étaler les résultats sur une période de dix années, admettant une bonne caractérisation.

Abstract - Within its policy of diversification of its energetic resources, an evaluation of the wind potential –on two strategic sites- has been realized for the first time in Mayotte, an island in the Indian ocean. The objective is to study the wind features over the territory and to estimate its wind potential. Thus, two guyed towers of 40 meters of height, equipped with meteorological instruments, have been installed in two strategic sites, in the North and the South. Collected data, combined with those of Meteo France, allowed to spread the results above ten years, leading to a good characterization.

Mots clés: Energie éolienne – Environnement – Mayotte - Océan Indien.

1. INTRODUCTION

Le recours aux hydrocarbures importés - de plus en plus croissants à Mayotte - génère des coûts financiers et environnementaux conséquents. Le développement des énergies renouvelables - notamment l'éolien - constitue, de ce fait, une des priorités de la politique locale de diversification des ressources.

Cependant, aucune campagne d'évaluation du gisement éolien n'a été réalisée antérieurement dans l'île.

C'est donc dans cette perspective que le Conseil Général de Mayotte, en partenariat avec le Centre d'Etudes pour le Développement des Territoires et l'Environnement (Laboratoire CEDETE) de l'Université d'Orléans et le Bureau d'Etudes ENCIS Wind, a mené une étude scientifique inédite pour appréhender ce potentiel.

Le but est de déterminer la présence ou non de vents exploitables, les quantifier et les modéliser à l'échelle du territoire de Mayotte.

Aussi, ce papier vise à présenter -dans une approche de géographie appliquée- la démarche territoriale de cette campagne d'évaluation de la ressource éolienne.

Car, même si le foisonnement récent de l'énergie solaire à Mayotte est important, l'énergie éolienne constitue tout de même une filière alternative non négligeable.

* Ibrahim.bahedja@live.fr

2. MATERIELS, METHODES ET RESULTATS

Campagne d'évaluation des vents

2.1 Méthodes- évaluations des vents

Instruments météorologiques

Pour mener le programme, deux mâts de 40 mètres de hauteur ont été installés au Nord (Longoni) et au Sud (Chirongui) de l'île (Fig. 1).

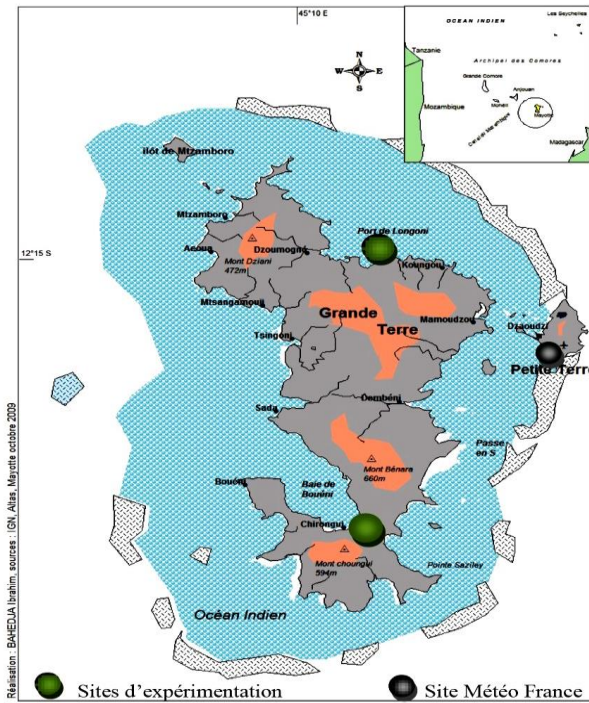


Fig. 1: Présentation des sites

Les sites ont été choisis et retenus en raison de leurs caractéristiques intrinsèques (zone dégagée, effet de couloir de vent, accessibilité, occupation du sol...). Les deux sites sont localisés à environ 75 km l'un de l'autre. Celui du Sud se situe à 160 m d'altitude et à 35 m pour celui du Nord. Les pylônes, en treillis, sont haubanés (Fig. 2).

Ils sont équipés, chacun, d'instruments météorologiques composés de deux anémomètres, une girouette *'compact'*, une sonde de température et de pression atmosphérique ainsi qu'un enregistreur de données.

Les anémomètres, de marque *Thies GmbH 'first class'*, ont été étalonnés et sont adaptés aux opérations de mesures. Ils ont été placés sur les pylônes respectivement à 20 et 40 m de haut.

Durée de la campagne

La campagne des mesures a duré 12 mois allant d'avril 2007 à avril 2008. Durant cette période, les vitesses et l'orientation du vent ont été enregistrées toutes les secondes. Elles ont ensuite été moyennées toutes les dix minutes.

La récolte se faisait manuellement, à des intervalles réguliers, à l'aide d'un ordinateur portable, à partir de l'enregistreur des données.



Fig. 2: Pylône d'évaluation du potentiel éolien à Mayotte

Ensuite, les chiffres obtenus ont été corrélés avec ceux de Météo France pour la dernière décennie (1998-2008)[†]. Le but étant d'extrapoler les données enregistrées dans le temps et dans l'espace. Ainsi, grâce à la méthode dite de 'PEARSON', la comparaison des vitesses moyennes journalières issues des différentes stations météorologiques (*Longoni, Chirongui et Pamandzi*) a permis de corréler les données et de les extrapoler sur une période de 10 ans.

En outre, il a été nécessaire d'estimer les vitesses du vent à 50 mètres du sol, hauteur équivalente à celle des éoliennes. Pour cette opération, la formule classique ci-dessous a été utilisée pour obtenir un gradient d'élévation de la vitesse du vent.

$$V_2 = V_1 \left(H_2 / H_1 \right)^\alpha$$

V_2 , est la vitesse enregistrée par l'anémomètre situé à une hauteur H_2 ; V_1 , est la vitesse enregistrée par l'anémomètre situé à une hauteur H_1 et $H_2 > H_1$; α est le coefficient de cisaillement propre au site.

Enfin, la modélisation des vitesses à l'échelle territoriale a été réalisée à l'aide du logiciel WASP[‡]. C'est un outil de référence international employé dans l'industrie éolienne. Plusieurs paramètres ont été étudiés.

D'une part, une analyse topographique générale a été effectuée par traitement des courbes de niveau. D'autre part, une étude de la rugosité a fait appel à une analyse détaillée de l'occupation du sol.

Les études ont été réalisées à l'aide de la carte IGN de Mayotte (2003) au 1/25000^{ème} et aux récentes photographies aériennes (année 2008). La marge d'incertitude liée à la modélisation est d'environ 11 %.

[†] La station de référence est celle de Pamandzi (en Petite Terre), l'unique station de l'île qui mesure les vitesses du vent. Les données utilisées concernent la période du 18 novembre 1998 au 31 juillet 2008.

[‡] Logiciel conçu par *RISO National Laboratory de Roskilde* (Danemark).

2.2 Résultats- vitesses, orientations, modélisations

Vitesses du vent

Le tableau suivant montre les vitesses moyennes mensuelles du vent sur les deux sites et à des hauteurs variées (20, 40 et 50 m). Les données concernent la période 1998-2008.

		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moy
V (20m)	Long.	3.6	3.3	3.0	2.9	3.8	4.2	4.1	3.4	3.1	3.0	3.2	3.0	3.38
	Chiron.	3.7	3.5	2.9	2.9	4.0	4.5	4.5	3.5	3.1	3.0	3.1	3.1	3.5
V (40m)	Long.	3.7	3.5	3.0	3.0	4.0	4.4	4.3	3.5	3.2	3.1	3.3	3.1	3.51
	Chiron.	4.1	3.8	3.2	3.2	4.5	5.0	5.0	3.8	3.4	3.3	3.5	3.4	3.9
V (50m)	Long.	3.8	3.5	3.0	3.0	4.1	4.5	4.4	3.5	3.2	3.1	3.3	3.1	3.54
	Chiron.	4.3	3.9	3.3	3.3	4.7	5.1	5.2	4.0	3.5	3.4	3.6	3.5	4.0

(Long.- Longoni _ Chiron.- Chirongui)

Fig. 3: Tableau des vitesses moyennes mensuelles du vent

Source: Atlas éolien de l'île de Mayotte

Nous remarquons que sur le site de Longoni, les valeurs de la vitesse, légèrement inférieures à celles de la station du Sud (Fig. 3), varient entre 3.38 et 3.54 m/s, respectivement de 20 à 50 m de hauteur. Sur le site de Chirongui, les valeurs sont nettement supérieures que celles de Longoni. Elles vont de 3.5 à 4 m/s (Fig. 4).

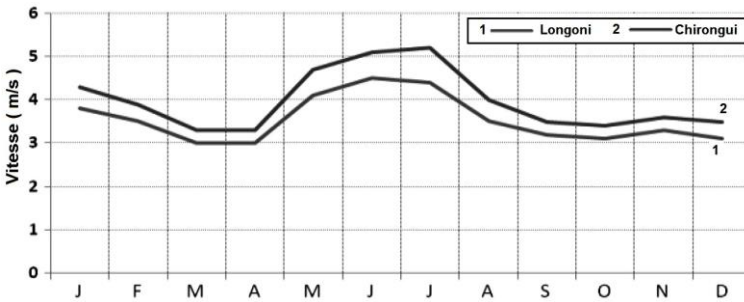


Fig. 4: Courbe des vitesses moyennes extrapolées à 50 mètres à Longoni et Chirongui (1998-2008)

La figure 5 montre la fréquence d'occurrence des vitesses sur les sites étudiés. Nous remarquons globalement que les vents dont les vitesses se situent entre 1 et 7 m/s sont importants au cours de l'année. Ils représentent plus de 80 %.

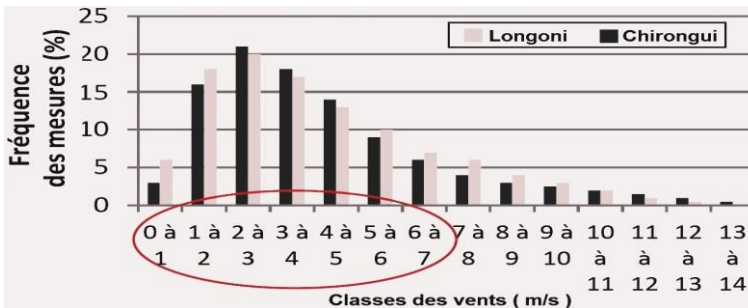


Fig. 5: Distribution fréquentielle des vitesses de vent à 40 mètres à sur les stations de Longoni et Chirongui

Source: Atlas éolien de l'île de Mayotte

Orientation des vents

La figure 6, illustre le régime des vents sur les différents sites. Pamandzi est la station de référence. Nous constatons alors qu'à Mayotte, les vents dominants ont deux sources principales: N-O et SS-E.

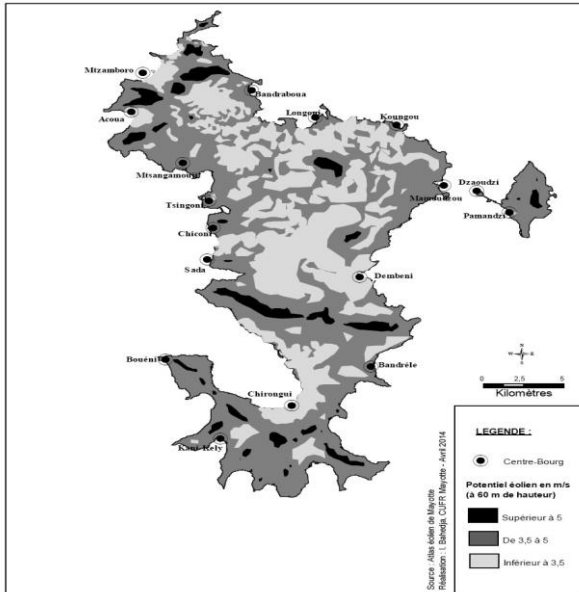


Fig. 6: Carte de la vitesse des vents à Mayotte

Nous observons que les zones où la vitesse du vent est supérieure à 5 m/s (en rouge) représentent environ 14 km² de superficie, soit 3.7 % de l'ensemble du territoire (374 km²). Cela correspond globalement aux reliefs d'altitude et les lignes de crête qui longent les pointes en direction de la mer.

Ensuite, nous observons qu'à peu près 45 % du territoire est balayé par des vents dont les vitesses se situent entre 3.5 et 5 m/s. Il s'agit principalement des reliefs secondaires de moyennes altitudes et certaines régions côtières. De même, les zones offshore et îlots épars connaissent des vitesses similaires.

Enfin pour le reste du territoire, les vitesses sont inférieures à 3.5 m/s. Ce sont les zones abritées des vents dominants (bassins versants, talwegs, certaines baies...).

3. DISCUSSIONS – COMMENTAIRES Potentiel affirmé, prémices du développement de l'énergie éolienne à Mayotte ?

Dans un projet éolien, la connaissance des caractéristiques du vent est un préalable indispensable. Elle permet de mettre en évidence l'existence ou non d'un potentiel et de définir une politique de développement de la filière. Aussi, cette étude révèle plusieurs points intéressants. En revanche, il nous est difficile d'effectuer des analyses comparatives. Car, il n'existe pas, à notre connaissance, des travaux antérieurs publiés dans ce domaine.

En effet, il convient d'indiquer que Mayotte dispose d'un potentiel éolien relativement important. Comme nous venons de le voir plus haut, l'île est balayée par des vents pouvant souffler jusqu'à plus de 7 m/s. Ceci est intéressant d'autant plus que

certains aérogénérateurs produisent de l'électricité avec des vents faibles, notamment à partir de 3, voire 2.5 m/s.

A Mayotte, il est donc tout à fait possible de produire de l'électricité avec la force du vent. Cependant, la disponibilité des flux est discontinue dans le temps à cause de la nature du climat. Il est de type tropical à influence maritime où alternent deux saisons.

L'hiver austral –qui s'étend d'Avril à Septembre– correspond à la période la plus ventée. Les flux sont relativement réguliers et intéressants pour l'exploitation éolienne durant cette saison. Les vents soufflent du Sud Sud-Est. Ils sont issus des mouvements de masses d'air froid de l'hémisphère sud qui se déplacent vers l'équateur thermique. Ce sont les flux des Alizés austral générés par une bande anticyclonique placée au sud des îles de Madagascar et des Comores.

A contrario, pour l'autre moitié de l'année (Octobre-Mars), les vents sont modérés, irréguliers et parfois cycloniques. Durant cette saison appelée été austral, les flux proviennent du Nord-Ouest et correspondent aux 'retours des moussons'. Les vents sont généralement accompagnés des fortes pluies. C'est une saison très propice à la formation des tempêtes tropicales. En effet, la combinaison de fortes températures - dépassant les 31°C- et le taux d'humidité élevé favorisent parfois la formation des zones de dépression océanique.

Ainsi, les rafales de vent varient souvent entre 150 et 220 km/h, voire plus. Toutefois, il faut préciser que les cyclones violents s'abattent rarement sur Mayotte. En effet, la plupart des météores perdent de leur puissance en traversant Madagascar située à l'Est de l'île. Aussi, l'exploitation d'aérogénérateurs est tout à fait envisageable pendant cette saison. Mais elle doit s'adapter aux conditions climatiques. Notamment, les éoliennes terrestres ayant un système de rabattage, en cas d'alerte, seront très adaptées.

4. CONCLUSION

Actuellement, en dépit de la situation énergétique de Mayotte, liée au recours massif des énergies fossiles, l'île ne dispose d'aucune installation éolienne, de type industrielle ou domestique. Et pourtant, outre l'existence d'un bon potentiel éolien que nous venons de décrire, Mayotte possède également plusieurs avantages économiques et fiscaux dans ce domaine. En effet, en plus d'un taux de défiscalisation intéressant, les investisseurs éoliens bénéficient de réduction des taxes douanières à l'importation des aérogénérateurs.

Ces taxes à l'importation, décidées par le département, sont ainsi passées de 41 % à 5 % depuis 2005. De même, l'obligation de rachat de l'électricité éolienne s'applique à Mayotte depuis 2006 (sur terre et en mer). Cette mesure est incitative et vise à encourager les initiatives. Aussi, le développement de la filière éolienne à Mayotte est d'une évidence économique et environnementale. Cette ressource pourrait s'avérer déterminante pour le futur.

Par contre, comme pour toutes études, celle-ci comporte également des zones d'ombres. D'une part, la méconnaissance de certains paramètres d'ordre techniques et réglementaires implique des recherches complémentaires et approfondies. Il s'agit notamment de l'accessibilité des zones ventées, l'état du réseau électrique, les servitudes environnementales, la sécurité civile ou militaire...

D'autre part, la perception sociale et culturelle des aérogénérateurs par les Mahorais est une piste d'investigation indispensable afin d'imprégner davantage la société locale. Il aurait été intéressant, en effet, à l'aune de nos analyses, de mesurer, également, le degré d'acceptabilité des aérogénérateurs par les Mahorais.

Ceci est d'autant plus important que l'espace insulaire offre généralement un cadre paysager idyllique et qui pourrait, malgré le potentiel technique, provoquer le syndrome NIMBY '*pas dans mon jardin, allez-y chez le voisin !*'. Ceci a été particulièrement un obstacle pour la concrétisation de plusieurs parcs éoliens en France. Mais ce n'est qu'une hypothèse, car on pourrait également supposer le contraire. En Espagne par exemple, les parcs éoliens attirent des touristes et font objet d'une curiosité de ses riverains et sont devenus des éléments intégrés au paysage.

REFERENCES

- [1] I. Bahedja, '*Maîtrise de l'Energie, Production d'Electricité et Développement Socio-Economique Durable à Mayotte- Problématique Appliquée aux Territoires Insulaires de Petites Dimensions*', Thèse de Doctorat en Géographie Appliquée, Université de Limoges, 363 p., 2008.
- [2] I. Bahedja, '*Production, Consommation et Maîtrise de l'Energie Electrique à Mayotte- Etat des Lieux et Atouts Physiques pour l'Exploitation de la Ressource Eolienne*', DEA de Géographie, Université de Limoges, 115 p., 2004.
- [3] Y. Cochet, '*Stratégies et Moyens de Développement de l'Efficacité Energétique et des Sources d'Energie Renouvelables en France*', La Documentation Française, Paris, 183 p., 2000.
- [4] Conseil Général de Mayotte, '*Atlas Eolien de l'Ile de Mayotte*', Encis. Wind, Université d'Orléans, Mayotte, 2008.
- [5] Conseil Général de Mayotte, '*Livre Blanc pour Mayotte- Orientations pour la Mise en Œuvre des Politiques de Développement Durable de la Collectivité Départementale*', Mayotte, 49 p., 2003.
- [6] Conseil Général de Mayotte, '*Présentation des Résultats du Plan Energie Climat de Mayotte*', Isodom, 2013.
- [7] G.F. Dumont, '*Mayotte, une Exception Géopolitique Mondiale*', Revue Outre Terre, N°2005/2, pp. 515 - 527, 2005.