

## Étude de cas grande échelle: Parc éolien à Essaouira (Maroc)



Ralph O. Harthan, Öko-Institut e.V.

Atelier de travail «Expériences avec les projets MDP éoliens»

Dakar, 16 – 17 mars 2009

# Contenu

- **Description du projet**
- **Choix de la méthodologie**
- **Additionalité**
- **Ligne de base**
- **Période de comptabilisation**
- **Surveillance / suivi**
- **Calcul des réductions d'émission**

# Description du projet

## Description du projet (1)

- Construction du projet éolien à Essaouira à Cap Sim (Maroc).
- Capacité installée: 60 MW
- La région Cap Sim est une des régions les plus favorables pour l'exploitation de l'éolien avec une vitesse de vent de 8.9 m /s à 40 m d'altitude
- Utilisation des énergies renouvelables au Maroc
- Encouragement de l'investissement étranger au secteur électrique marocain
- Diversification des sources énergétiques est un des objectifs du gouvernement du Maroc

## Description du projet (2)

- Réduction de la dépendance des énergies fossiles
- Grand potentiel de l'éolien sur plus de 90% du territoire
- Génération d'électricité estimée: 210 GWh/an
- Chaque turbine éolienne à une capacité nominale installée d'au moins 850 kW
- Le parc éolien comprend 71 turbines éoliennes à axe horizontale
- L'électricité sera alimentée au réseau national

# Choix de la méthodologie

## Choix de la méthodologie

- **Méthodologie à grande échelle ACM0002**  
**: “Génération d’électricité à base des énergies renouvelables pour alimentation au réseau”**
- **Conditions d’applicabilité:**
  - Parc éolien génère de l’électricité à base des énergies renouvelables
  - L’électricité est alimentée au réseau national

# Additionalité



## Additionalité

- L'outil pour la démonstration d'additionalité a été utilisé
- Le noyau d'argumentation: l'analyse d'investissement

## **Additionalité: Analyse d'investissement (1)**

- Généralement trois options
  - **Analyse de coûts simple**
  - **Analyse de comparaison d'investissement**
  - **Analyse d'indice de référence (benchmark)**
- Ici: Analyse de comparaison d'investissement: base: coût de génération d'électricité (US\$/MWh)

## Additionalité: Analyse d'investissement (2)

Alternative #	Description	Project costs (US\$/MWh)
1	Essaouira wind power project	53.64
2a	Mohammedia coal-oil fired plant	39.68
2b	Jerada coal fired plant	43.75
2c	Kenitra oil fired plant	31.33
2d	Diesel/oil fired gas turbine	34.80
2e	Hydro power plant	10.03

## Additionalité: Analyse d'investissement (3) – Analyse de sensibilité

SENSITIVITY	Mohammedia	Jerada	Kenitra	Gas Turbines	Hydro	Wind
12% discount rate instead of 10%	41.55	45.09	32.21	38.42	11.56	58.74
additional 10% on fuel prices	42.14	46.71	33.62	35.36	10.03	53.64
10% additional costs for operation and maintenance	39.04	43.92	31.41	34.08	10.06	54.64
alteration of all parameters together	44.17	48.23	34.58	39.07	11.58	59.74

# Ligne de base

## Ligne de base (1)

- Généralement: Facteur d'émission de l'électricité:
  - **Marge opérationnelle**
  - **Marge de construction**
  - **Marge combinée**
- Ici: marge combinée
- Marge opérationnelle, quatre options
  - MO simple
  - MO simple ajustée
  - MO à base d'une analyse de données de production effective (dispatch)
  - MO moyenne

## Ligne de base (2)

$$EF_{OM, simple, y} = \frac{\sum_{i,j} F_{i,j,y} \cdot COEF_{i,j}}{\sum_j GEN_{j,y}}$$

- Ici: marge opérationnelle simple:
  - Calculée à base de trois années (2001-2003).
  - Facteur d'émission pondéré par la génération d'électricité
  - Les sources à prix avantageux (low-cost) / à production continue (must-run) sont exclues (p.ex. centrales électriques utilisant du gaz de haut fourneau, hydroélectricité)

## Ligne de base (3)

- **Marge de construction, deux options**
  - Les cinq unités d'électricité construites le plus récemment
  - Le conjoint d'addition de capacité dans le secteur électrique qui comprend 20% de la génération du système et qui a été construit récemment
- **Ici: Les cinq dernières unités d'électricité**



## Ligne de base (4)

$$EF_{BM,y} = \frac{\sum_{i,m} F_{i,m,y} \cdot COEF_{i,m}}{\sum_m GEN_{m,y}}$$

$$EF_y = w_{OM} \cdot EF_{OM,y} + w_{BM} \cdot EF_{BM,y}$$

Paramètre de pondération: 50 %

## Ligne de base (5)

- **Emission de projet = 0**
- **Réduction des émissions = Emission de ligne de base**

# Période de comptabilisation

# **Période de comptabilisation**

## **Généralement:**

- **Période fixe: 10 ans**
- **Périodes renouvelables: 3 fois 7 ans**

**Ici: période fixe de 10 ans**

# Surveillance / suivi

# Surveillance / suivi (1)

## D.2.2.1. Data to be collected in order to monitor emissions from the project activity, and how this data will be archived:

ID number <i>(Please use numbers to ease cross-referencing to table D.3)</i>	Data variable	Source of data	Data unit	Measured (m), calculated (c), estimated (e).	Recording frequency	Proportion of data to be monitored	How will the data be archived? (electronic/paper)	Comment
1. $EG_y$	Net electricity supplied to the grid	Project proponent data	MWh	Directly measured	Continuously	100%	Both electronic and paper	Data will be aggregated monthly and yearly Double check by receipt of sales.
2. $EF_y$	CO <sub>2</sub> emission factor of the Moroccan grid	Grid operator data	tCO <sub>2</sub> /MWh	c	At the beginning of the crediting period	100%	Both electronic and paper	Calculated as the weighted sum of OM and BM emission factors. Given a 10 year crediting period was selected and the use of 3 year vintage data, it will be calculated and recorded just once at the beginning of the crediting period.
3. $EF_{OM,y}$	CO <sub>2</sub> OM emission factor of the grid	Grid operator data	tCO <sub>2</sub> /MWh	c	At the beginning of the crediting period	100%	Both electronic and paper	Calculated as indicated in the relevant OM baseline method. Given a fixed 10 year crediting period was selected, it will be recorded just once at the beginning of the crediting period.

## Surveillance / suivi (2)

4. $EF_{BM,y}$	$CO_2$ BM emission factor	Grid operator data	$tCO_2/MWh$	c	At the beginning of the crediting period	100%	Both electronic and paper	Calculated as indicated in the relevant BM baseline method. Given a fixed 10 year crediting period was selected, it will be recorded just once at the beginning of the crediting period.
5. $F_{i,y}$	Amount of fuel consumed by each fossil fuel plant on the grid	Grid operator data	Mass	m	At the beginning of the crediting period	100%	Both electronic and paper	Obtained from the power producers. Includes the latest local statistics for the selected 3 year vintage per power plant operational. Given a fixed 10 year crediting period was selected it will be recorded just once at the beginning of the crediting period
6. $COEF_{coal}$	$CO_2$ emission coefficient coal plants	Data from grid operator	$tCO_2/MWh$	m	At the beginning of the crediting period	100%	Both electronic and paper	Plant specific values as provided by grid operator.
7. $COEF_i$	$CO_2$ emission coefficient of each fuel type i	Data from IPCC 1996	$tC/GJ$ and $TJ/tonna$	m	At the beginning of the crediting period	100%	Both electronic and paper	For diesel and fuel oil fired plants, IPCC default values on net caloric values and carbon emission factors have been used.
8. $GEN_{y/km,y}$	Electricity generation of each power source/ plant	Data from grid operator	MWh	m	At the beginning of the crediting period	100%	Both electronic and paper	Obtained from the power producers. Includes the latest local statistics for the selected 3 year vintage per power plant operational. It will be recorded just once at the beginning of the crediting period as a fixed period of 10 years has been selected.
9a. $GEN_{imports}$	Electricity quantity	Data from grid operator	MWh	m	At the beginning of the crediting period	100%	Both electronic and paper	Includes the latest local statistics on imports for the selected 3 year vintage per power plant operational. It will be recorded just once at the beginning of the crediting period as a fixed period of 10 years has been selected.
9b. $COEF_{imports}$	$CO_2$ emission coefficient imports	Data from ACM0092 baseline	$tCO_2/MWh$	Pre-defined	At the beginning of the crediting period	100%	Both paper and electronic	Emission factor used for imports = 0 $tCO_2/MWh$ as defined in ACM0092 baseline.

## **Surveillance / suivi (3)**

- **Assurance / contrôle de qualité**
- **Structure de gestion et opérationnelle pour le suivi**



# Calcul des réductions d'émission

# Calcul des réductions d'émission (1)

**Généralement:**

**CER =**

- Emissions de ligne de base
- émissions du projet
- fuites

**Ici:**

- **Emissions de ligne de base = électricité alimentée au réseau \* facteur d'émission**
- **Emissions du projet = 0**
- **Fuites = 0**

## Calcul des réductions d'émission (2)

Table 1: Data on fuel consumption for plants in the Operating Margin

	Fuel Consumption 2001	Fuel Consumption 2002	Fuel consumption 2003
Fuel Source	in tonnes	in tonnes	in tonnes
<b>Coal</b>			
Jerada	340,994	358,494	436,821
Mohammedia	556,849	588,932	630,277
Jorf Lasfar	3,272,748	3,370,411	3,272,748
	4,170,591	4,317,837	4,339,846
<b>Oil</b>			
Jerada	3,199	2,772	1,397
Mohammedia TG	161,799	237,513	275,364
Kenitra	105,255	151,725	221,052
Tantan	3,258	4,238	5,510
Tit Mellil	9,411	13,440	9,709
Tetouan	4,000	7,062	7,554
Agadir	245	168	444
Tanger	434	23	228
Laayoune	3,980	1,529	1,061
Ed Dakhla	-	3,513	6,952
	291,581	421,983	529,271
<b>Diesel</b>			
Distribution factories	9,025	6,755	4,373
Mohammedia TG	120	129	108
Tan Tan	75	126	163
Tit Mellil	193	224	269
Tetouan	175	147	95
Agadir	7	22	14
Tanger	55	15	25
Laayoune	742	576	377
	10,392	7,994	5,424
<b>Total</b>			

## Calcul des réductions d'émission (3)

Table 4: Carbon Emissions Factor of the Build Margin

Name of plant	Technology	Fuel	MWh in 2003	% of total output	CEF	Weighted average CEF (t
Ahmed El Ansali	hydro	hydro	224,010	2.3%	0.000	0.000
Ait Messaoud	hydro	hydro	18,000	0.2%	0.000	0.000
Ed Dakhla	gas turbine	diesel	30,373	0.3%	0.675	0.002
Torres	wind	wind	202,752	2.1%	0.000	0.000
Jorf Lasfar	steam	coal	9,375,155	95.2%	0.788	0.750
<b>Total</b>			<b>9,850,290</b>	<b>100%</b>		<b>0.752</b>

## Calcul des réductions d'émission (4)

<b>Electricity Generated Emissions Reductions</b>	<b>Per Year</b>	<b>Total Crediting Period (10 years)</b>
Operating Margin Emissions Factor (in tCO <sub>2</sub> /MWh) 2001	0.723	-
Operating Margin Emissions Factor (in tCO <sub>2</sub> /MWh) 2002	0.737	-
Operating Margin Emissions Factor (in tCO <sub>2</sub> /MWh) 2003	0.741	-
Build Margin Emissions Factor (in tCO <sub>2</sub> /MWh)	0.752	-
Baseline Emissions Factor ( <i>EF<sub>y</sub></i> in tCO <sub>2</sub> /MWh)	0.743	-
Electricity generated by Project ( <i>EG</i> MWh)	210,000	2,100,000
Baseline Emissions ( <i>BE</i> tCO <sub>2</sub> )	156,026	1,560,256
Project Emissions ( <i>PE</i> tCO <sub>2</sub> )	0	0
Emissions reduction from electricity generation (tCO <sub>2</sub> /year)	156,026	1,560,256

# Merci pour votre attention!



Öko-Institut e.V.

Ralph O. Harthan: [r.harthan@oeko.de](mailto:r.harthan@oeko.de)

<http://www.oeko.de>