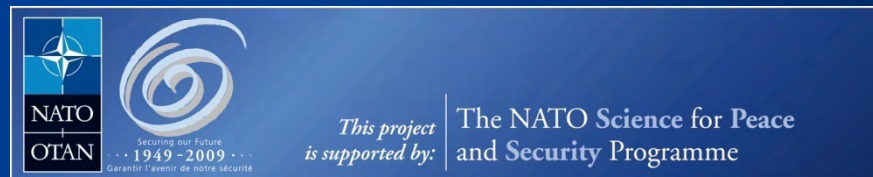


Énergie éolienne : Développement d'une Approche Académie-Industrie pour un Projet d'Importance Stratégique

Power Day 2 : Vision Maroc 2030 Perspectives et enjeux
22 Février 2012

École Mohammedia d'Ingénieurs (EMI)
Rabat – Maroc

Khalid Benhamou
Managing Director - Sahara Wind Inc.





Les Dépôts Sédimentaires de Phosphates dérivant des courants marins confirment présence des Alizés depuis des millions d'années

▲ Dépôts de Phosphates (42% des réserves mondiales)

● Stations de dessalement

PROGRAMME EOLIEN INTEGRE DE 1000 MW (Possibilité d'Export Non-incluses)

- En 2012: 1 GW (292 MW Existant + 720 MW planifié/en construction)
- En 2020: + 1 GW (1000 MW Programme Éolien Intégré)
2 GW Total

Au-delà: le Facteur limitant reste la Capacité du Réseau...!!!

- Capacité Totale installée en 2012 (6346 MW) / Pointe (4890 MW)
=> Capacité d'intégration d'Énergie Éolienne difficile au delà de 2 GW
- Grand Potentiel Éolien mais loin des centres de consommation (1300 km+)
- Capacité plus importante nécessaire justifiant transfert d'industries éoliennes

⇒ Approche régionale et intégrée de développement de Projet nécessaire:

Projet Sahara Wind (5GW+ en ligne HVDC)

Projet Sahara Wind

Intégration de la Production des Alizés Sahariens en Réseaux (ligne HVDC)

HVDC = Meilleur Contrôle

Quand une connexion HVDC est intégrée dans un réseau existant AC, il permet à la puissance transmise d'être à la fois rehaussée et modulée en fonction des oscillations de puissance inter-zones. La HVDC améliore considérablement la contrôlabilité des flux de puissance dans les réseaux interconnectés.

HVDC = Meilleure Stabilité / Sécurité Système

La HVDC agit en pare-feu contre les incidents. Lors d'une coupure en cascade (AC), une interconnexion HVDC arrête la propagation.

Les Solutions HVDC sont spécifiques à chaque projet
Ils représentent des sujets de coopération en R&D avec le monde universitaire, les opérateurs réseaux et les partenaires industriels...

Le Projet Sahara Wind HVDC (5GW+)

R&D indispensable pour développement en phases intégrées du Projet Sahara Wind
Sahara Wind Phase 1: 50~500 MW sur réseau existant / Extensions lignes HVDC

Technologies HVDC:

- Pertes limitées sur longues distances (5% sur 1500 Km \pm 500kV pour 5000 MW)
- 140 GW lignes HVDC opérationnels dans 145 Projets : Chine 25 projets multi-GW planifiés (2010), USA 10 projets multi-GW (2011), Inde, Brésil, Canada..

Marché électrique Euro-méditerranéen et Nord-Africain en pleine expansion

Gisement éolien impressionnant:

- Vitesse moyenne annuelle: 8~9 m/s (Alizés)
- Taille géographique (Cote Saharienne 2000 km+ (Maroc, Mauritanie & Sénégal)
- Potentiel Energie Eolienne 500~1000 GW(?)+



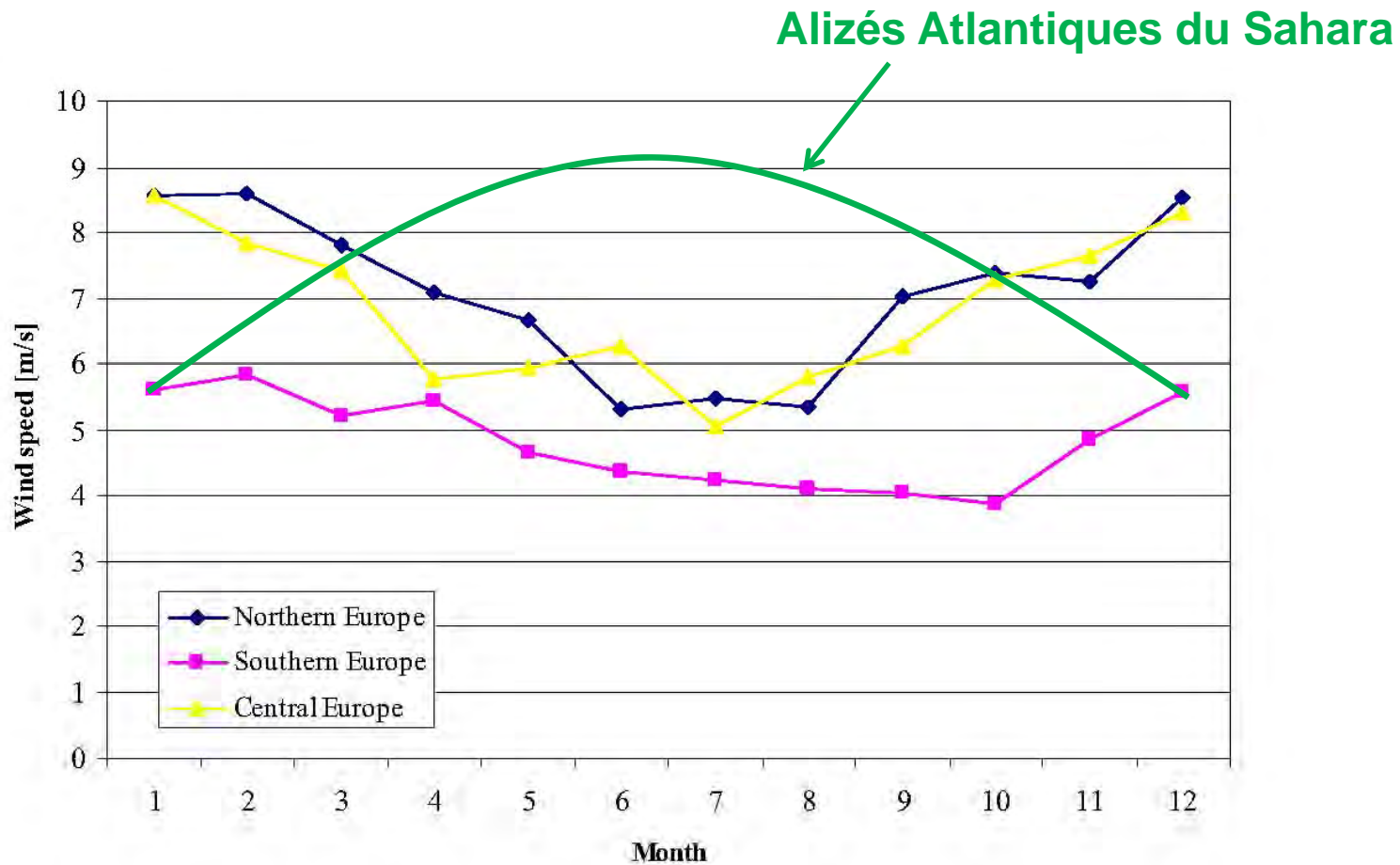


Figure 2.4 Seasonal trends in Reanalysis wind speed

Production éolienne annuelle saisonnière complémentaire (Nord/Sud)

Projet Sahara Wind

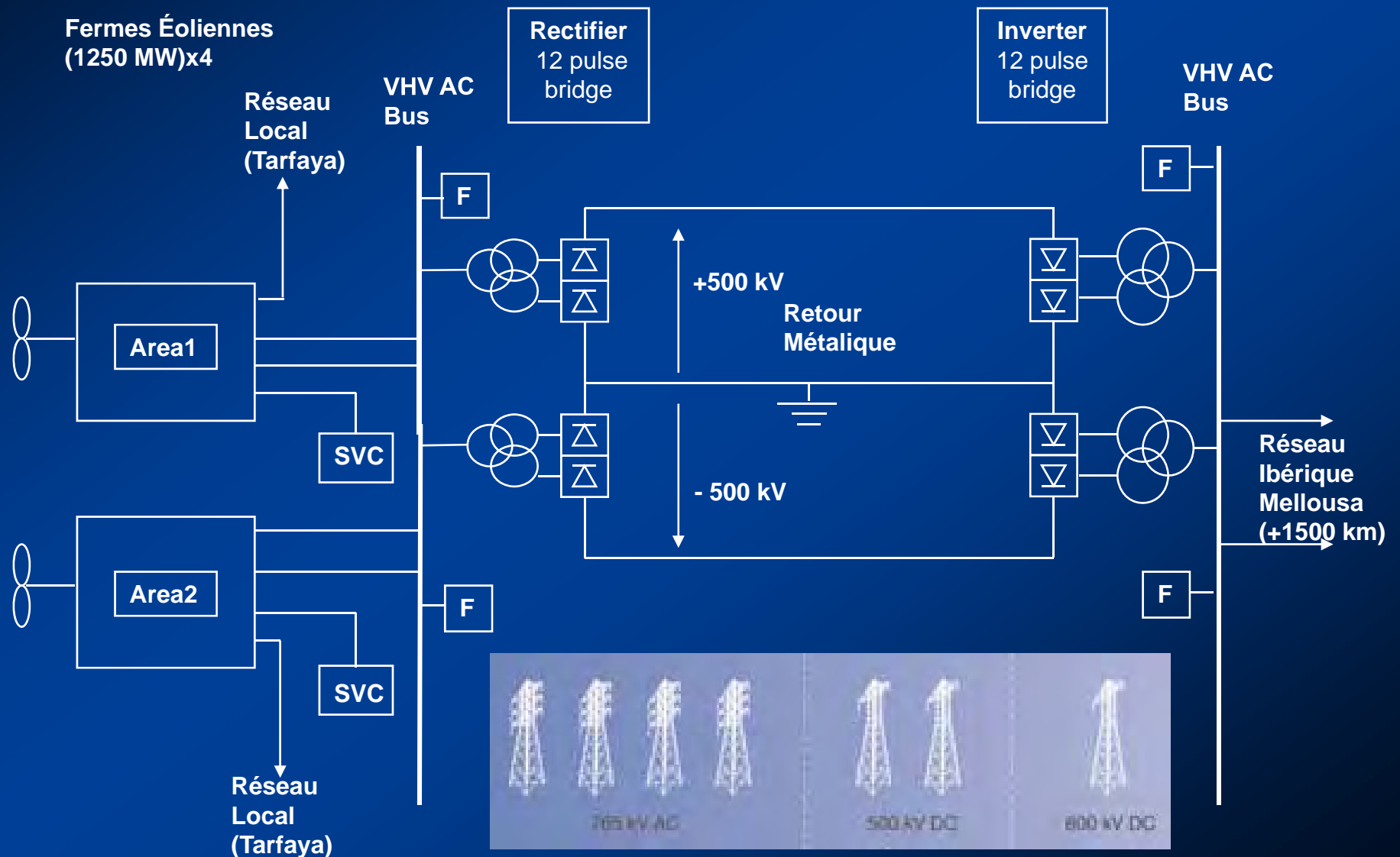
- Mesure de vent régional et renforcement de Capacités: NATO, UNIDO...
- Plan Solaire Méditerranéen: 50 MW Projet(s) Pilote (small clusters)
- Plateforme Multilatérale: Joint WB-AfDB UNDP/GEF PIMS #3292 "Sahara Wind Phase I / Tarfaya (400-500 MW) On-Grid Wind Electricity in a Liberalized Market" sur réseau existant
- Etude d'impact réseau: Déploiement de ligne HVDC & Phasage Project avec ONE sur la base d'une capacité de 5000 MW pour marchés Euro-méditerranéens.

- 5 GW Énergie Éolienne avec transfert HVDC (pertes 3% 1500 Km)
- 10 GW Énergie Éolienne+Pompage STEP+Synergies+Solaire (pertes 5% 1500 Km)

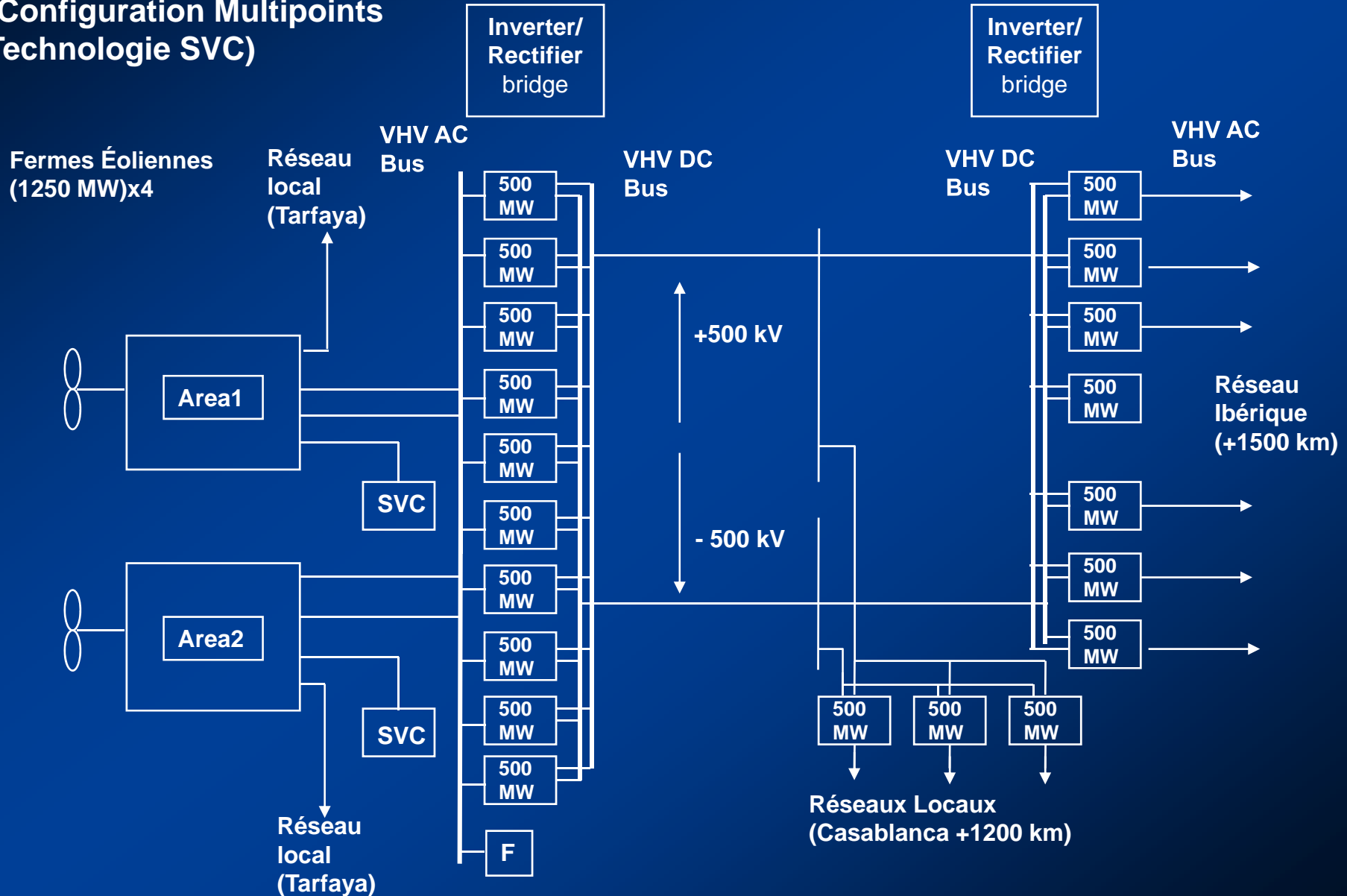
*Coûts (~1.5 Milliards EUR) ligne HVDC de 10 GW (double bi-pôles 1500 Km)
Câbles aériens dimensionnés à 10 GW (station conversion limitée à 5GW)

- Marchés Nord-Africains et Européens Approvisionnés en ENR à des prix compétitifs
=> Économie d'Échelles Significatives !!
- Coût du Projet distribué à travers un déploiement graduel et phasé (2016-2020+)

**Figure 1 : Sahara Wind - HVDC Architecture de Transmission 5 GW - bipole 1
(Configuration Point à Point classique HVDC)**



**Figure 2 : Sahara Wind - HVDC Architecture de Transmission 5 GW Évolutive – bipole 1
(Configuration Multipoints Technologie SVC)**



Interconnection Maroc-Espagne:

- 15~20% de l'électricité du Maroc importée (4~5 TWhr)
- Flux réversible d'interconnexion bénéficie les deux systèmes
 - 2006 Réponse instantanée en back-up blackout Européen
 - 2010 Evacuation d'électricité hydraulique du Maroc
- ONE-SONELGAZ accord (2008)

Électricité d'Algérie transite le Maroc pour vente sur marché Ibérique

Capacités réseau actuelles limitées, doivent être renforcées (MEDRING..)

Interconnexion électrique

Maroc – Algérie

1200 MW



Interconnexion électrique

Maroc – Espagne

1400 MW

South Spain



Gibraltar
strait

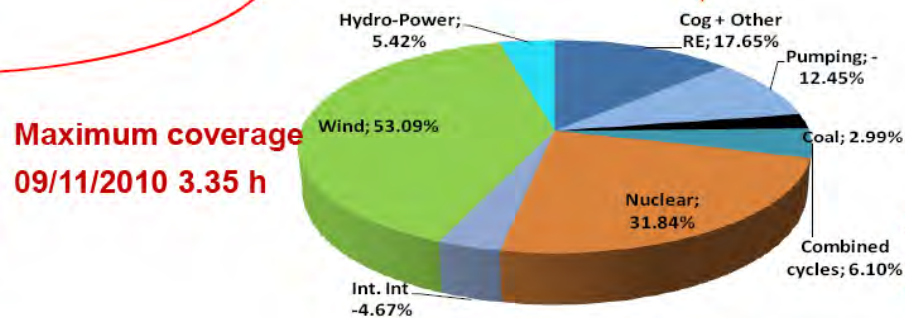
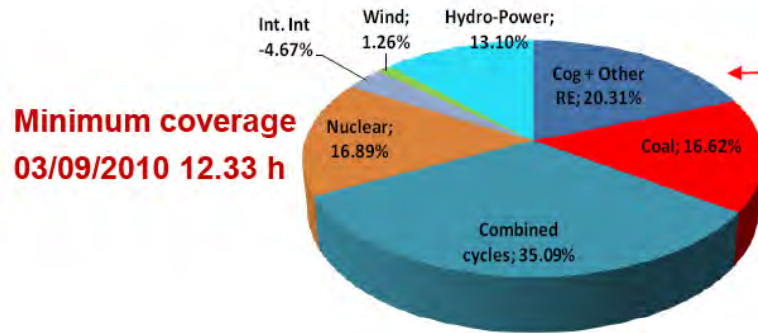
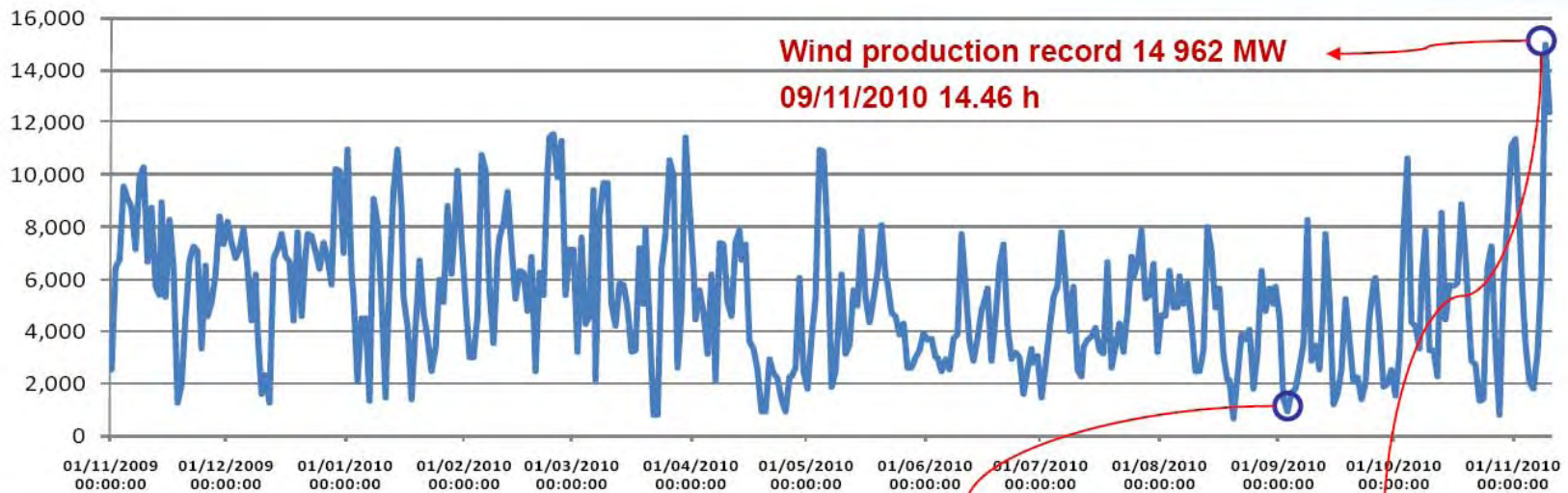


North Morocco

Gazoduc
Maghreb Europe
12.5 bcm

Mediterranean sea

Wind production variability



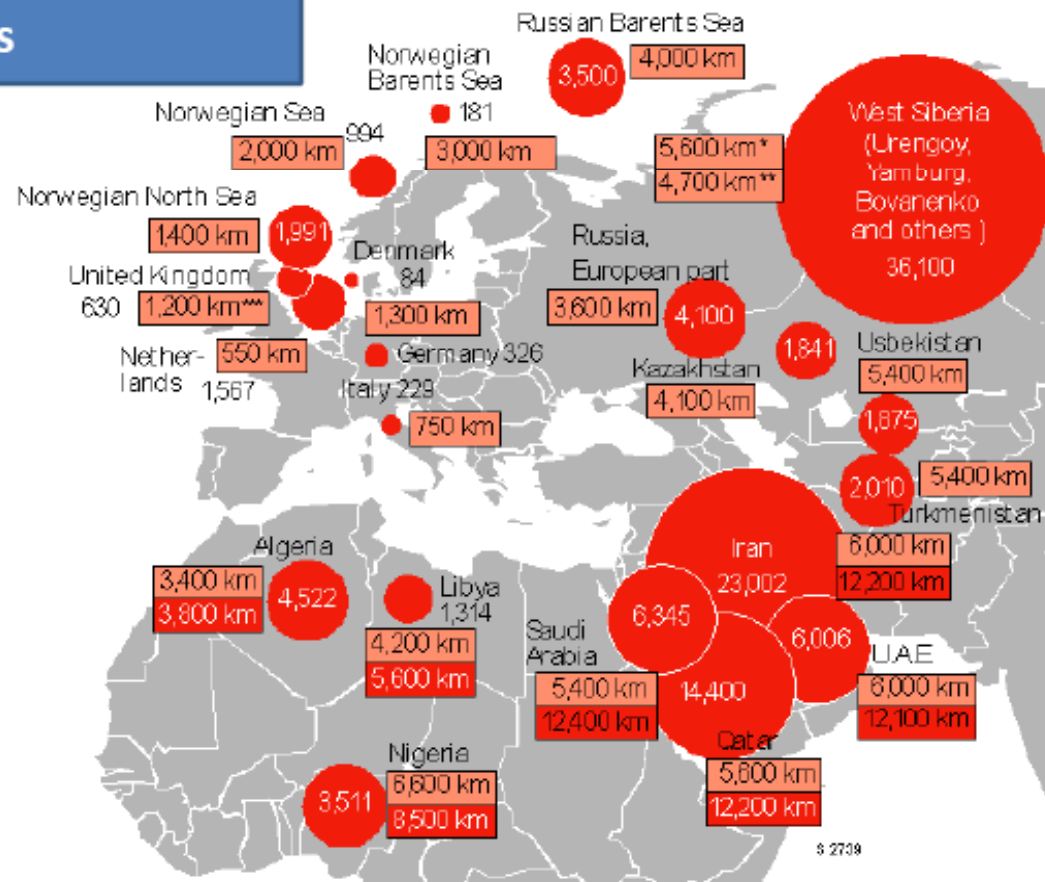
La Stabilisation et le dispatching du réseau est délicat. Il se fait essentiellement en modulant la part des cycles combinés (Gaz Naturel)

« Vision Maroc 2030 Perspectives et enjeux »

Contexte 2030 & Orientation de la R&D

Natural Gas reserves and supply distances

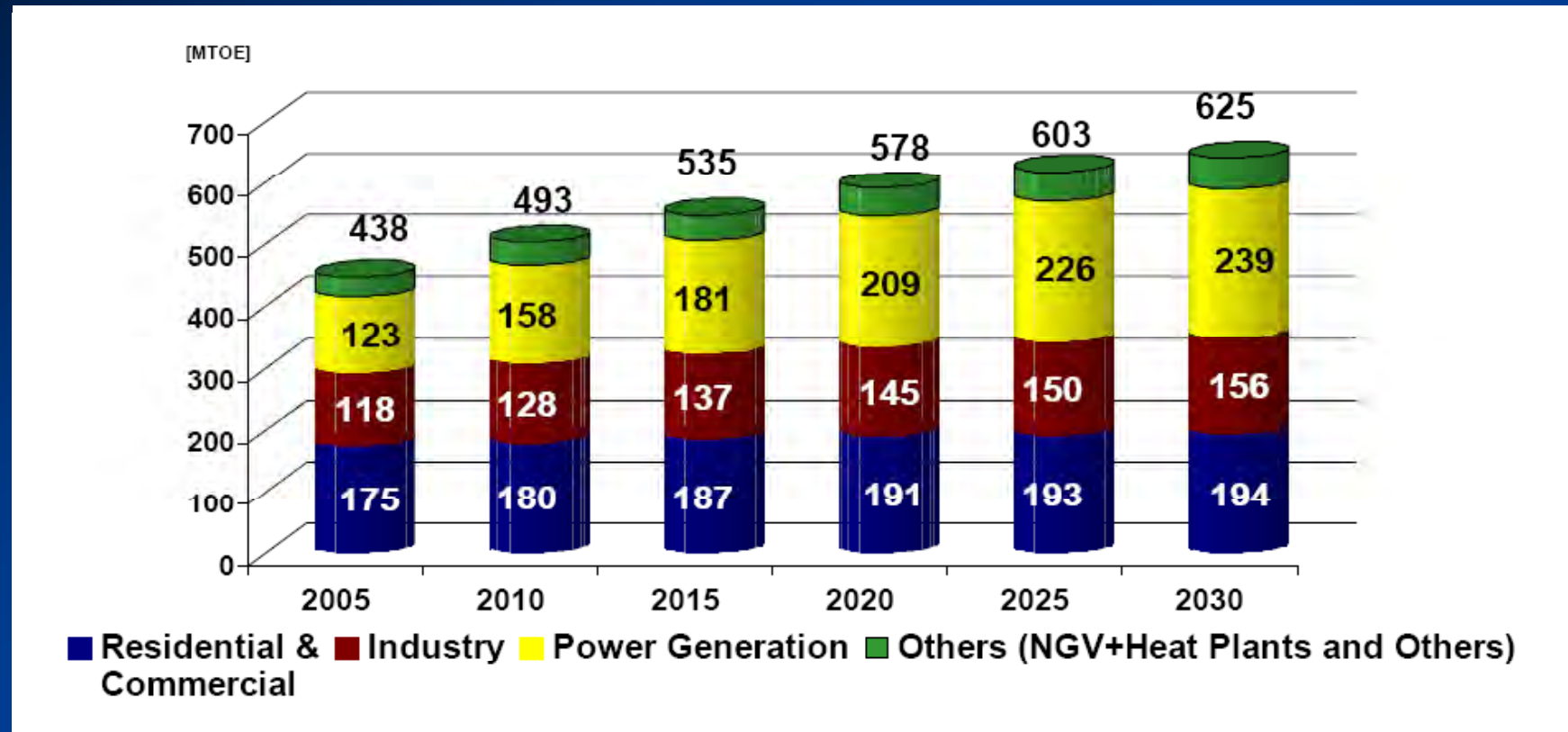
billion m³
Pipelineto Frankfurt/Main
LNGto Wilhelmshave



Source: E.ON Ruhrgas AG

*Yamburg Sea
 **Camal Peninsula
 ***eastern area
 1 m³ = 11.6 kWh
 Source for natural gas reserves: Oil and Gas Journal, Norwegian Petroleum Directorate, others

Évolution du Marché du Gaz Naturel (Pays de l'UE)

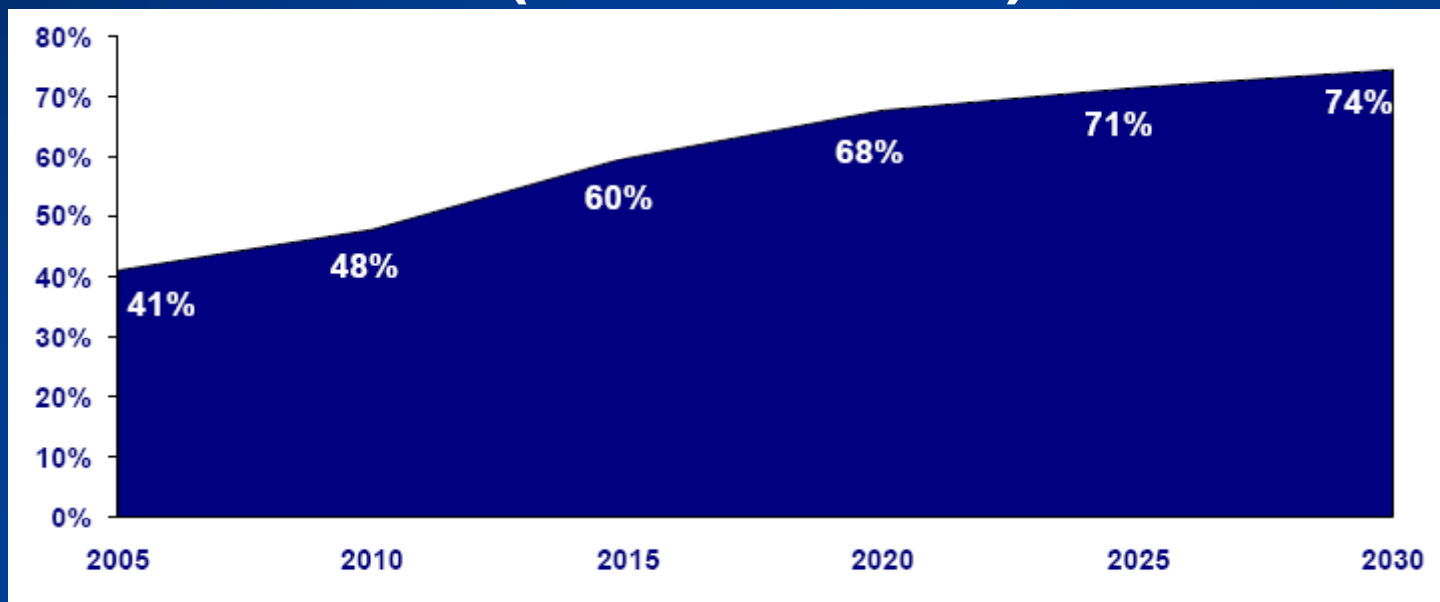


60% de la croissance est absorbée pour la génération d'électricité

Source: EUROGAS

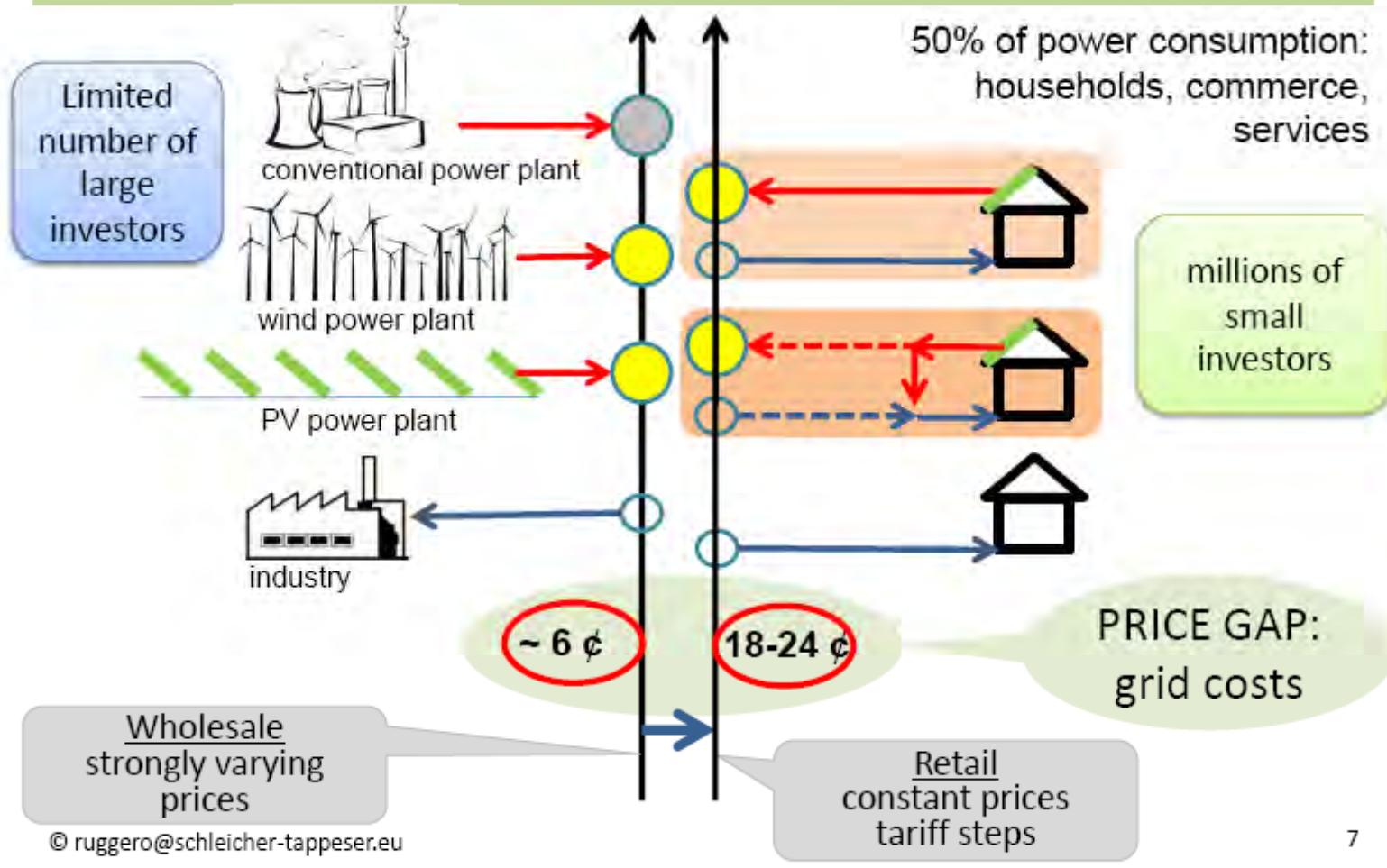
OFFRE ET DEMANDE EN GAZ NATUREL Prévisions long-terme (2030)

Evolution de la dépendance des importations (hors zone UE)

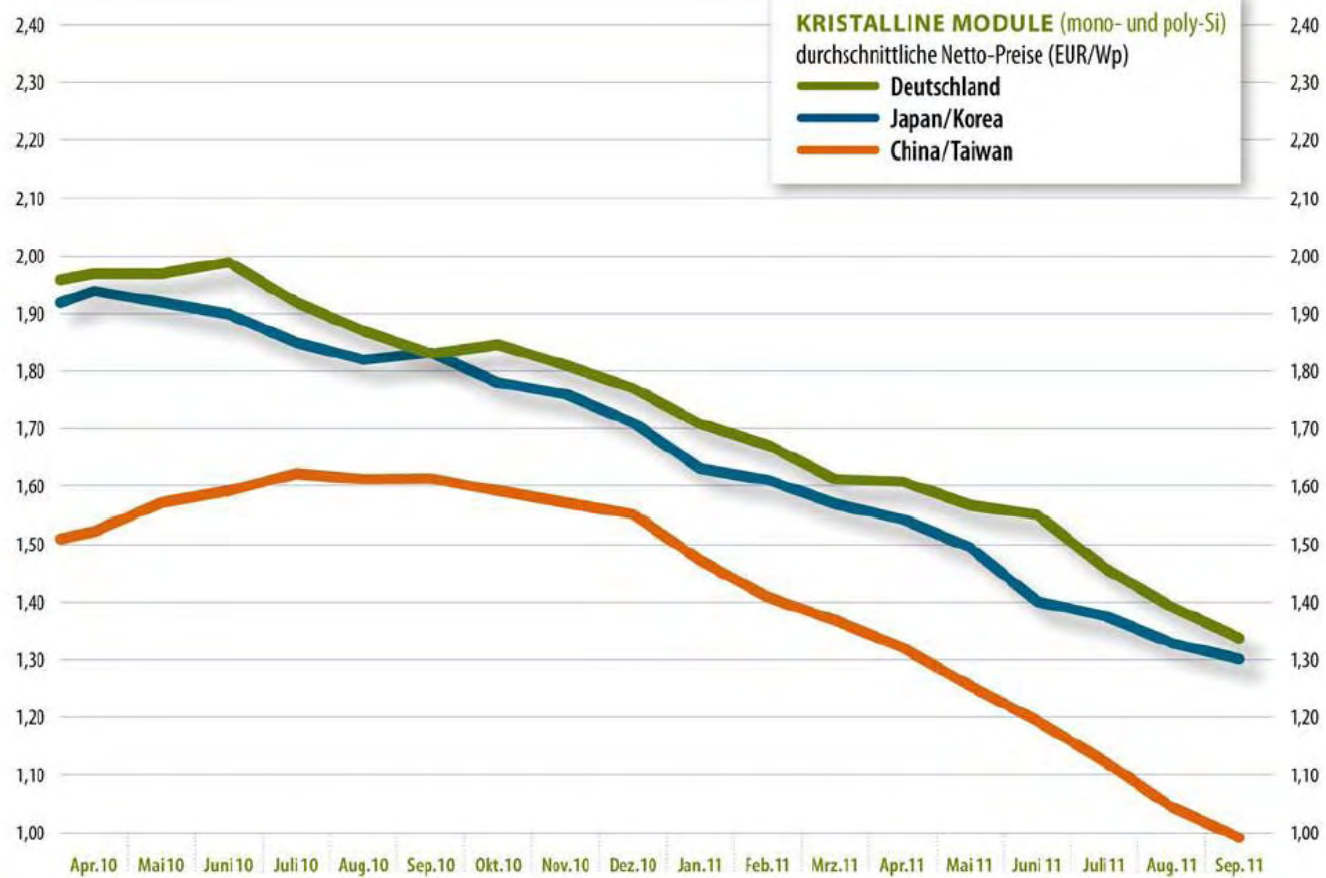


Source: EUROGAS

Modular PV technology: competing on the retail side

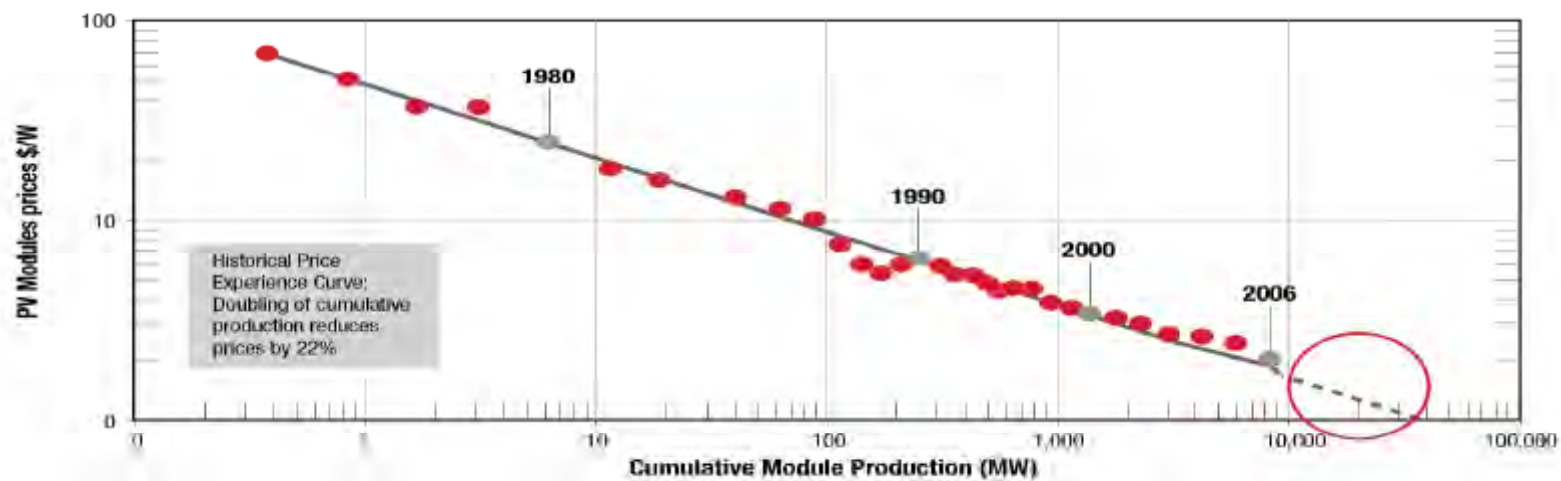


PV prices continue to fall rapidly: - 1/3 in 12 months

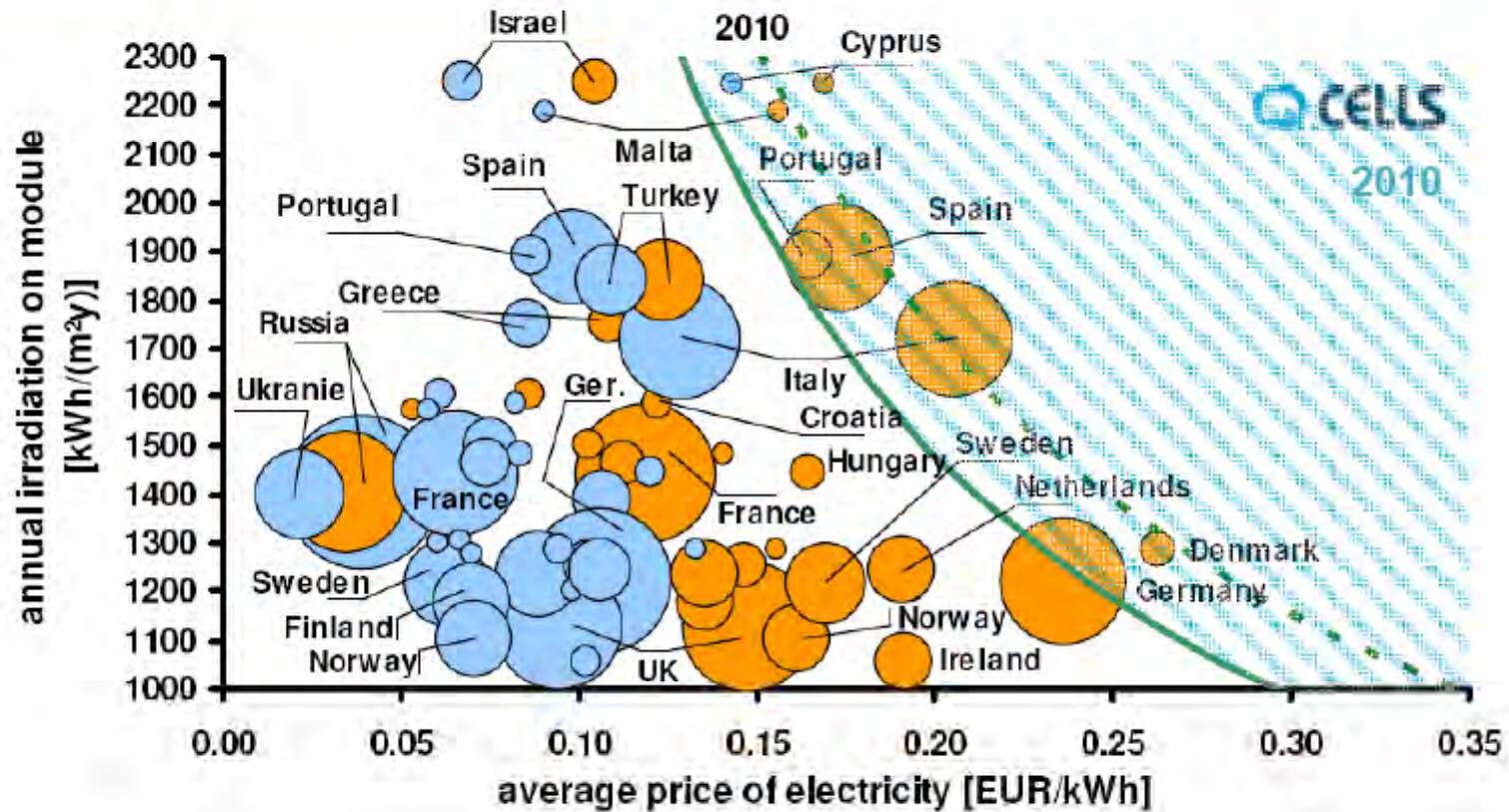


Price decline will go on

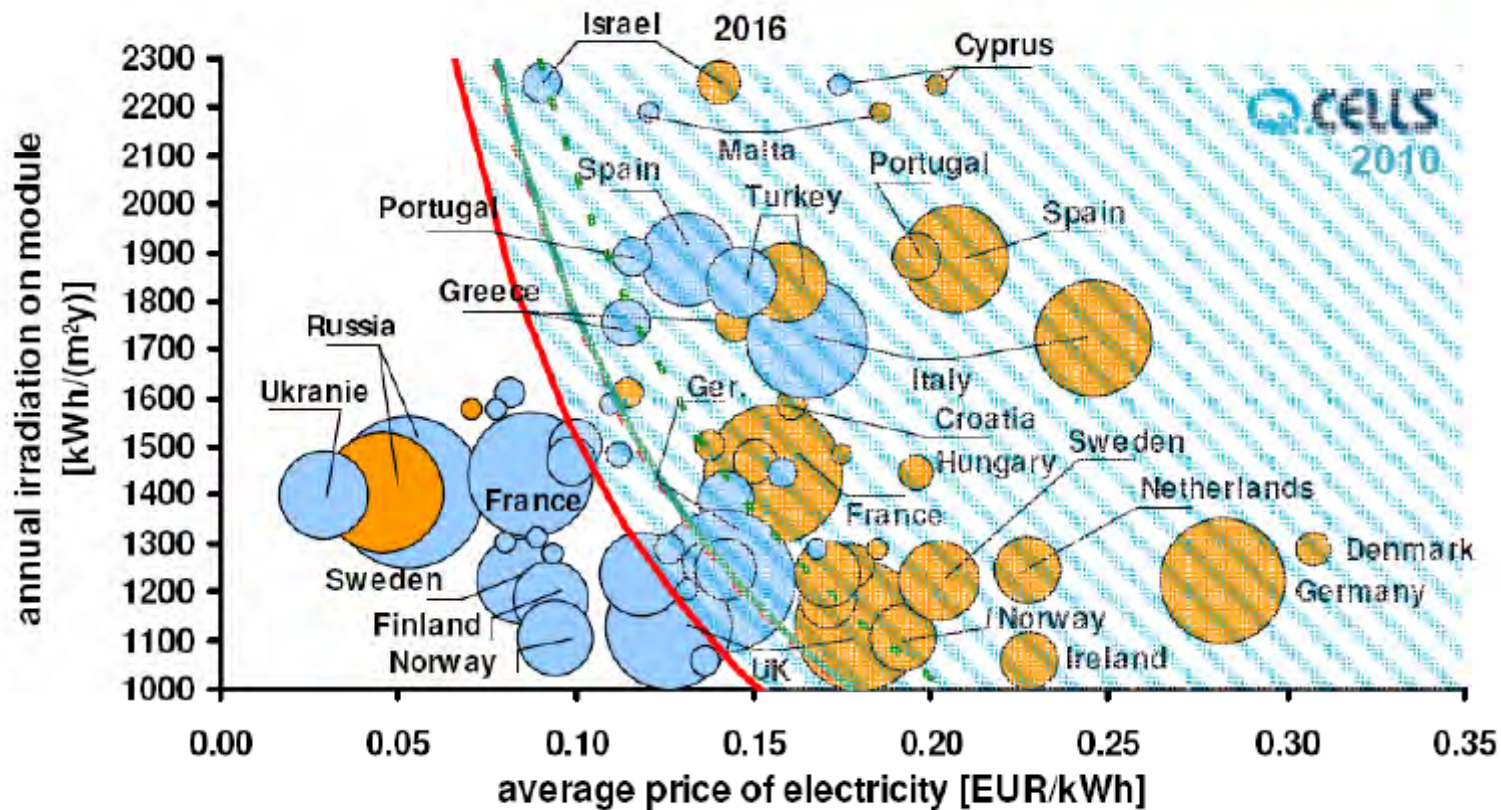
- Learning curve similar to other semiconductor technologies
- 22% cost reduction for every doubling of production
- Plenty of cost-reducing innovations in preparation
- Several competing technologies
- Accelerated growth of markets → accelerated cost reduction



Grid parity in Europe 2010



Grid parity in Europe 2016



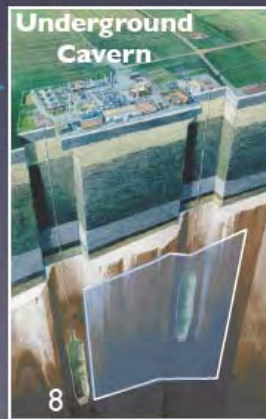
Dispatchable Renewable Power



High Pressure Electrolyzer



- Electrical Power
- Hydrogen
- Natural Gas



Combined Cycle Power Plant



Transmission Grid



Fully dispatchable small wind

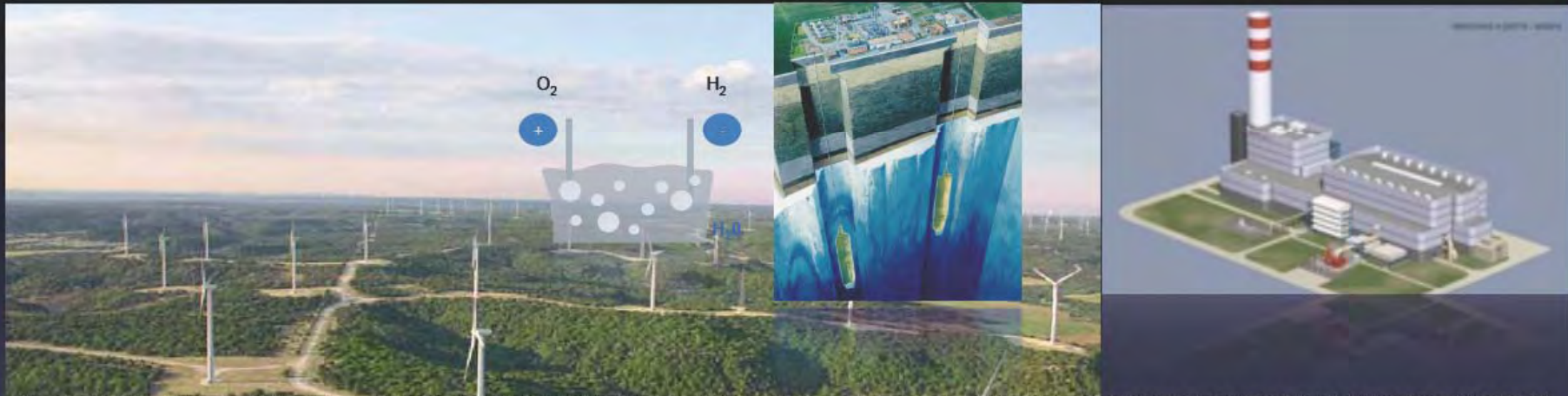
60MW @ 2 days



CAPEX 20y, 8%				Σ Costs (€)	OPEX		
			Mio€/a		Mio€/a		
Electrolyzer	20(60)MW	900€/kW	4	Power (MWh)	2,4	5%/a	O&M
Storage	48h	10€/kWh	1,8		4,9	10€/MWh	Energy
CCPP	60MW	650€/kW	3				
				91			

Fully dispatchable big wind

500MW @ 11 days



CAPEX 20y, 8%

OPEX

				Σ Costs			
				(€)			
				Mio€/a	Mio€/a		
Electrolyzer	180(540)MW	700€/kW	2.7	Power (MWh)	22,5	5%/a	O&M
Storage	11d	0,2€/kWhel	13		40,5	10€/MWh	Energy
CCPP	500MW	650€/kW	33				
				74			

R&D: NATO Science for Peace SfP-982620 Sahara Trade Winds to Hydrogen

Current Status at Al Akhawayn University

- Wind generator mounted on its tower and connected to its control unit.
- Hydrogen laboratory room constructed and prepared for connecting electrolysis system.
- Hydrogen electrolysis equipment received and waiting to be connected.



Electrolyzer Room



Wind Turbines (x3)

Maroc Telecom
GSM Mast tower





Mesures en Partenariats
avec Operateurs
Telecom du Maroc et de
Mauritanie



*This project
is supported by:*

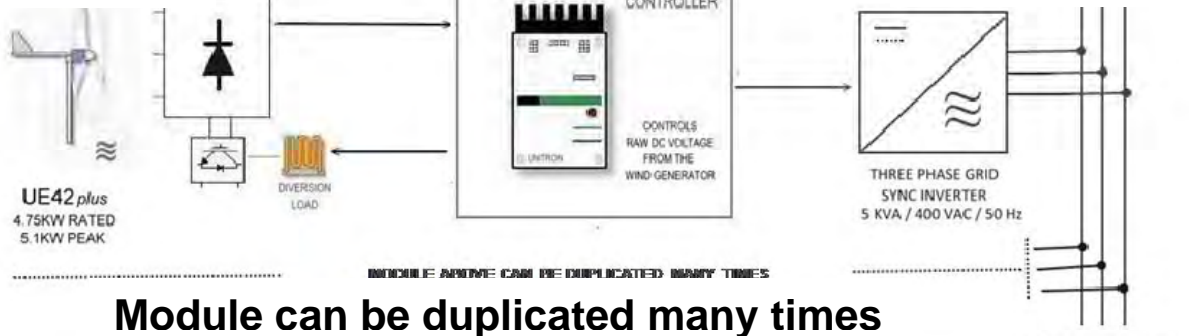
The NATO Science for Peace
and Security Programme

**Pylones de Mesures
sur hauteur de 40, 50,
70 mètres**

Systeme de stockage Intégré des l'énergie éolienne à travers "Green Campus Concepts" à l'Université Al Akhawayn & l'Université de Nouakchott



Small Wind Turbines



Module can be duplicated many times

NOTES

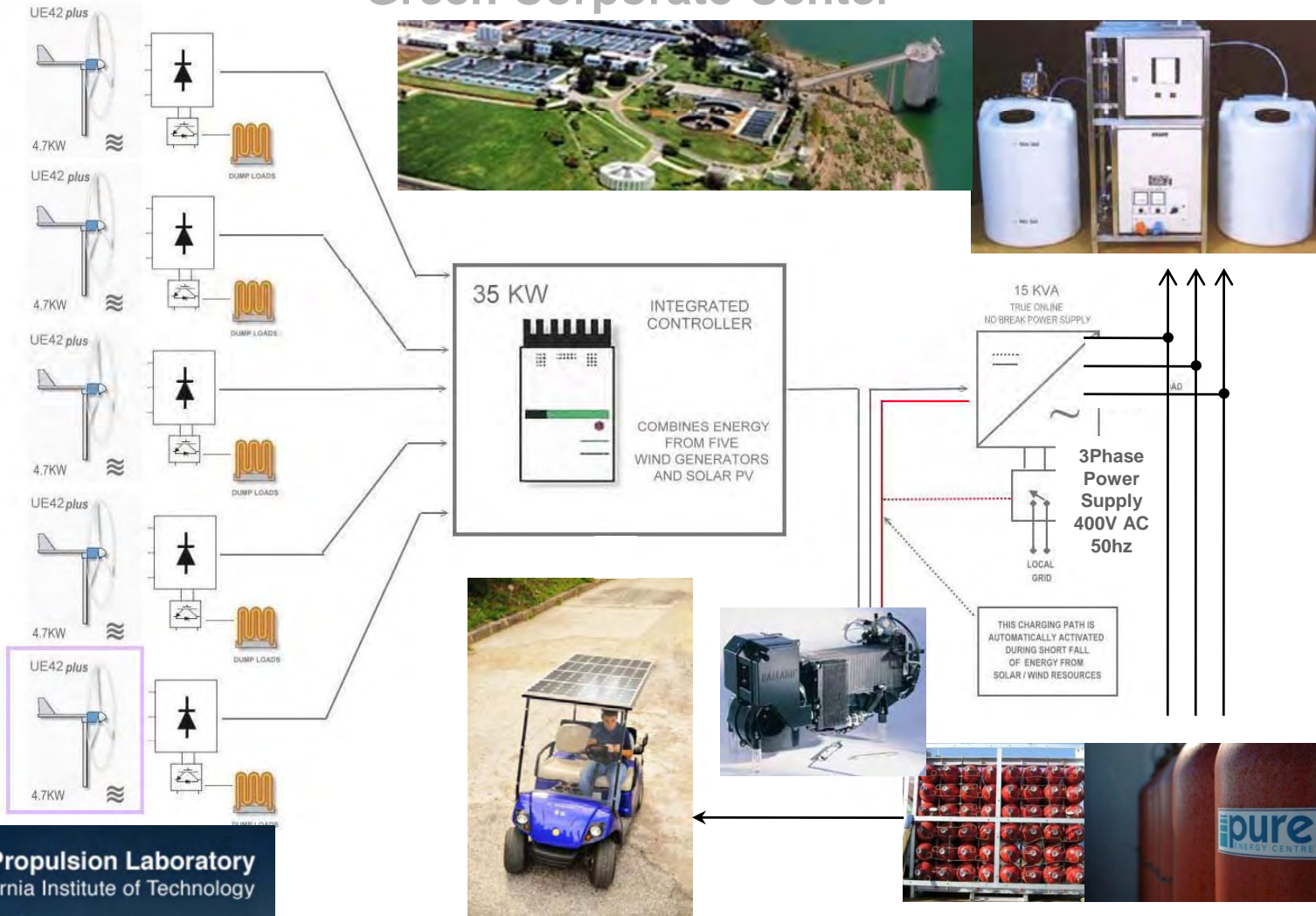
- 1) The variable AC voltage from the wind generator is converted to DC, controlled with a band before feeding to inverter
- 2) The inverter will be current fed Grid sync type with three phase output
- 3) The inverter will feed power generated wind generator into three phase stabilised line that supports electrolyser



**Local 3 Phase Power Supply
400 V AC 50hz**



Project (NATO SfP-984382) ONEE/ONEP-IEA Green Corporate Center



This project is supported by The NATO Science for Peace and Security Programme



Well-to-Wheel CO₂-emissions of Different Propulsion Concepts

Diesel ICE with bio mass (2nd generation) and fuel cell vehicles with hydrogen show the highest potential to reduce CO₂-emissions

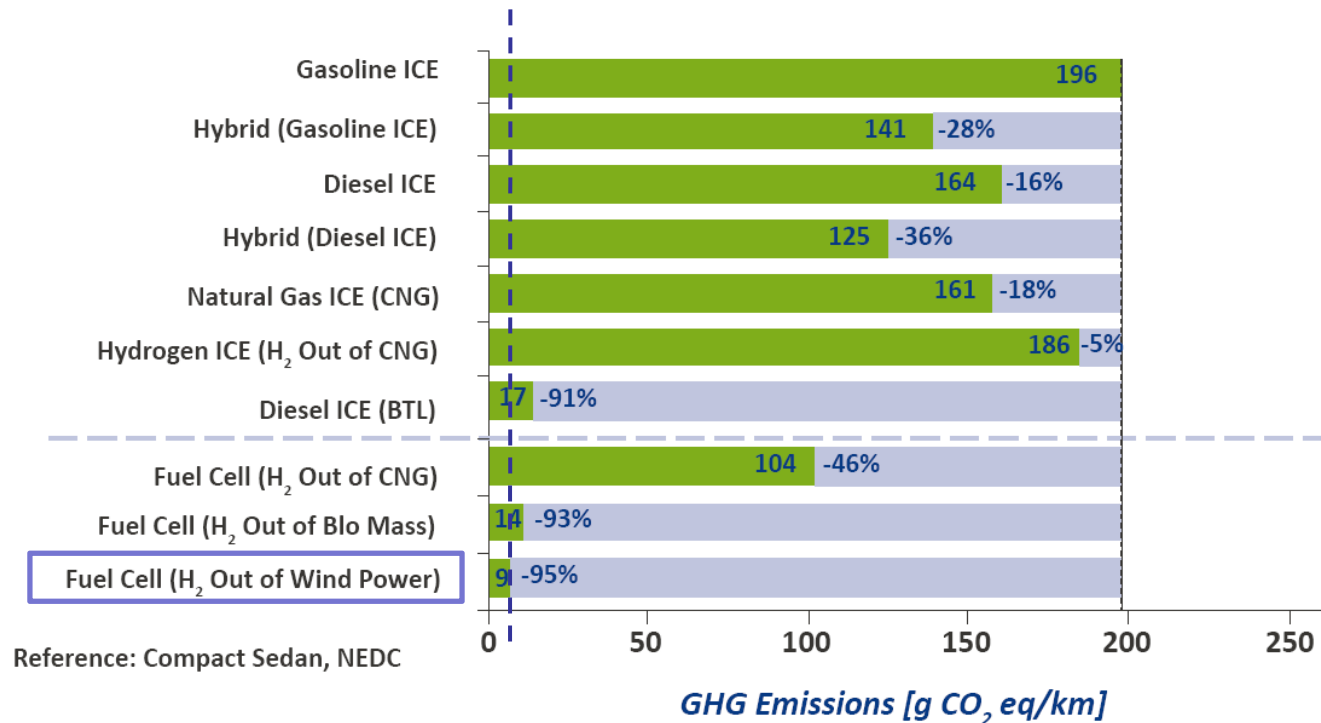


Figure 3. Projections of fuel cell and conventional vehicle well-to-wheels CO₂ emissions (Germany)³

La Mobilité basée sur de l'Hydrogène Renouvelable à base d'Éolien émet le moins CO₂ (Source: EUCAR/CONCAWE/JRC, 2005)

Sahara Wind : A World Hydrogen Project of the International Partnership for the Hydrogen Economy

Renewable Hydrogen Production



Sahara Wind-Hydrogen Development Project

Sahara Wind-Hydrogen Development Project

Morocco and Mauritania

The trade winds that blow along the Atlantic coast from Morocco to Senegal represent one of the largest, most productive wind potentials available on Earth. The same region currently suffers from a limited, decentralized grid infrastructure in need of stabilization. The Sahara Trade Winds to Hydrogen Project aims to utilize these Saharan winds to produce hydrogen in order to enhance the access and integration of wind electricity in Morocco and Mauritania. The project uses a phased approach, beginning with demonstration projects in academic settings to build capacity and knowledge and later moving on to larger projects in industrial settings.

Coordinated by Morocco's Sahara Wind Inc., this project began in the second half of 2007 and is expected to last three years. The project team is composed of 10 partners from Morocco, 8 from Mauritania, and 4 co-directors from the United States, Germany, Turkey, and France.

Objectives

The erratic nature of the trade winds resource means that wind energy cannot provide a sustainable source to the region's weak infrastructure, prohibiting any conventional approach of a continuous feed into smaller local electricity markets. The

size of Morocco's grid is also relatively small (~3,000 MW) and cannot handle large amounts of wind-generated electricity before encountering grid stability problems, such as generation intermittency and power margins. These problems escalate further south in Mauritania where the grid capacity is less than 120 MW.

Therefore, the most beneficial approach is believed to be the use of wind electrolysis as a means of grid stabilization within integrated applications utilizing electrolysis by-products such as hydrogen for power storage restitution/backup, or as a fuel or feedstock for specific uses in remote locations.

The Sahara Wind-Hydrogen Project has led to a NATO "Science for Peace" SFP-982620 Sahara-Hydrogen contract aiming to accomplish the following goals:

- Use electrolyzers as a stabilizer in weak electricity grids
- Co-develop wind-electrolyzer systems for local conditions
- Map regional wind resource potential
- Build "Green Campus Concepts" with hydrogen storage
- Develop integrated wind electrolysis applications within the region's industries and load centers

Project Overview

What

Sahara Wind-Hydrogen Project

Who

Sahara Wind Inc.

When

Started: 2007
Duration: 3 years

Participants

Lead Country
Morocco

Partner Country
Mauritania, US, Germany, Turkey and France

Renewable Technology

Wind

Renewable H₂ Production

This project will demonstrate hydrogen production from wind electricity along with hydrogen storage used as a feedstock for specific industries and hydrogen shipping via pipeline.

Website

www.saharawind.com

Contacts

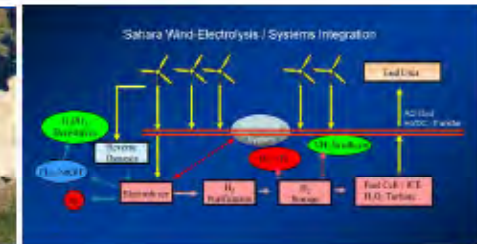
Project Director:
Mr. Khalid Benhamou
Sahara Wind Inc.
kib@saharawind.com

Approach

The initial phase of the project is being carried out through applied research programs in academic settings in order to develop local expertise in the technologies. This is being done through the deployment of wind electrolysis systems within "Green Campus Concepts" programs at several universities in Morocco and Mauritania for demonstration and training purposes. The systems use a series of small 5 kW wind turbines that simultaneously provide power to the grid and to a 30 kW pressurized alkaline electrolyzer. The electrolyzer produces hydrogen, which is then stored in cylinders at a pressure of 12 bar and used in a 1.2 kW fuel cell to produce electricity and stabilize the grid at times of low wind speed.

After being initiated at the universities, the technology will gradually be extended to the region's industries. Current plans are to install demonstration systems followed by larger pilot projects at Morocco's water and electric utility's corporate headquarters and main water treatment plant, as well as at the Tarfaya desalination plant. These systems will consist of small wind turbines powering hypochlorite (membrane) electrolyzers. The hydrogen is stored and used in a fuel cell and internal combustion engine generator for back-power, as well as being used as fuel for electro-mobility applications. A similar project using alkaline electrolyzers and wind turbines will be put in place at Mauritania's iron ore company in the city of Nouadhibou.

Map showing the locations of two of the university projects (left). Schematic of Sahara Wind wind-hydrogen system (right).



Accomplishments

Small wind turbine industrial engineering programs have been established at several universities, enabling development of the technological expertise that will be needed to support the planned and future demonstration projects.

The project has also enabled a wind monitoring infrastructure to be deployed in both Morocco and Mauritania with the help of the project's industrial partners. Both of the telecom operators in Morocco and Mauritania have made their telecommunication mast tower infrastructures available for this project, enabling a regional wind mapping network to be established. Atmospheric parameters such as pressure, temperature, humidity are being recorded in addition to wind direction and speed on International Measuring Network of Wind Energy Institutes (MEASNET) calibrated instruments at several tower heights. The wind mapping network is expected to facilitate future utilization of the area's trade wind resources by providing specific information about the quality of the resource over large geographical areas, thus enabling projects involving utilization of hydrogen to be deployed as part of a large-scale, integrated system using high voltage direct current (HVDC), local use of hydrogen, and hydrogen pipelines for export.

Future Plans

The wind and electrolyzer equipment for training and applied research purposes will be put into operation in early November

2010 at the Al Akhawayn University of Mauritania and the University of Nouadhibou in Mauritania. These systems will be gradually updated to increase their wind generation capacities, with a goal of providing system stabilization of up to 30% of base load.

Other small, wind-turbine test benches are being delivered to the Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers (ENSAM) School of Engineering in Meknes, Morocco, and will be installed in late 2010. The technical economic analysis for end-user pilot project applications has already been completed, including technical equipment configurations.

In the future, the project plans to partner with the region's industries representing the main local energy loads to build an integrated energy system complementary to Sahara Wind's High Voltage DC Transmission project. This system will use hydrogen storage and hydrogen shipping via pipeline. By enhancing the local ownership of wind resources on a regional basis and supporting industrial use of local mining resources using cleaner more sustainable processes, such a system could potentially serve as a secondary power source to both North Africa and Europe.

Ultimately, project participants would like to see this project enhance the integration of an end-user-driven, comprehensive, sustainable, applied research program. This is likely to lead to the adoption of a holistic, integrated approach to renewable energy technologies in North Africa.

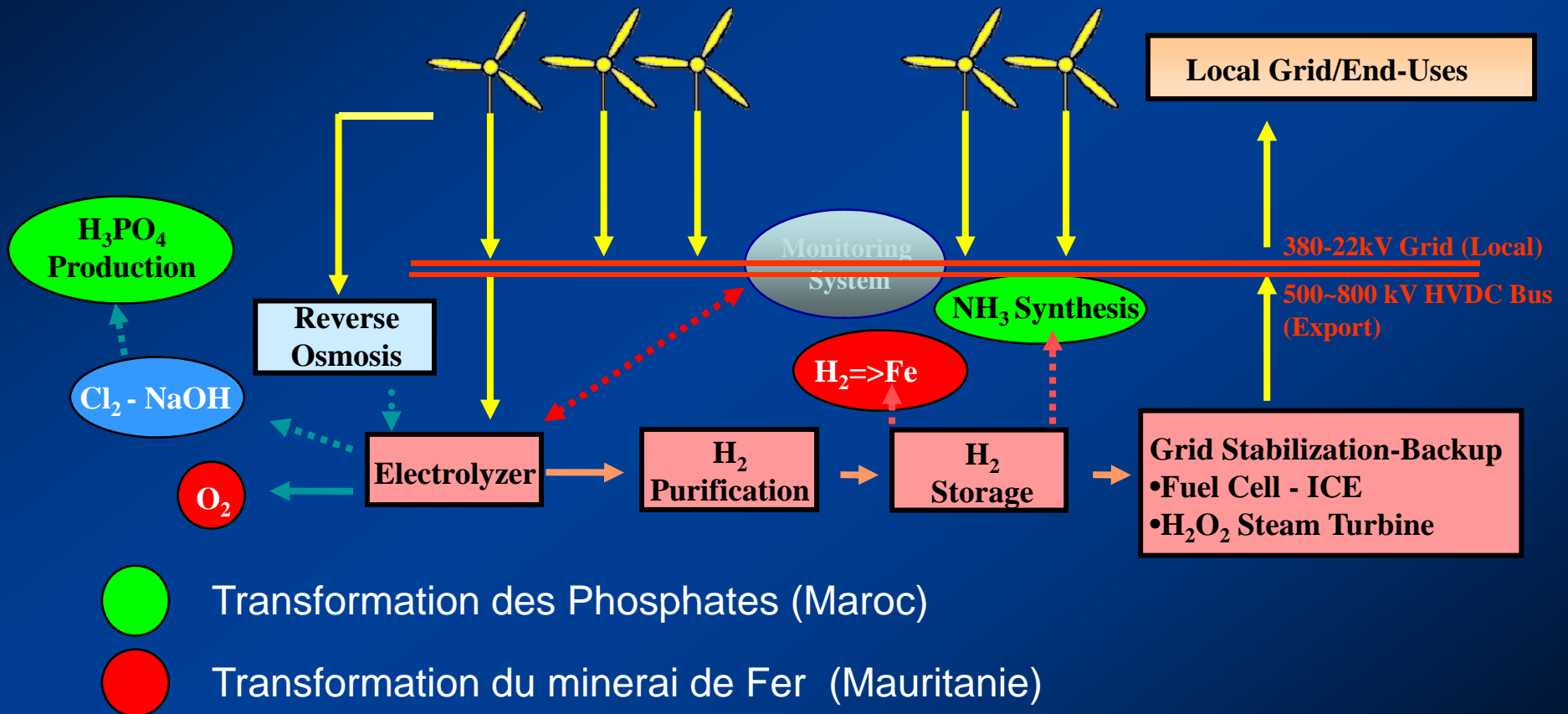


Trade wind resource assessment using telecom tower infrastructures



Systèmes d'Electrolyse-industrielle liés au Projet Sahara Wind

Schéma d'Intégration des Procédés Industriels Majeurs d'Afrique du Nord



NATO Science for Peace SfP-982620

Marchés d'utilisation des sous-produits d'électrolyse-éolienne

Efficacité des ressources et transformation non-carbonée des matières premières

Maroc: Phosphates (Électrolyse Éolienne Chlor-Alkali)

Utilisation: Électricité, Eau + Industrie des Phosphates

Production Chlore : Acide fort pour acide phosphorique (OCP: 45% marché mondial)

Industrie des engrais, au-delà des engrais phosphatés (OCP: 12% marché mondial)

Autonomie production d'Ammoniaque NH₃ à base d'H₂ (OCP: 1000 T / jour import)

Recyclage du phospho-gypse (12 millions de tonnes par an)

Mauritanie: Minerai de Fer (Électrolyse Éolienne H₂O: PEM/Alkaline)

Utilisation: Électricité, Eau + Industrie du minerai de Fer

Hydrogène pour procédé de réduction directe de minerai de fer (DRI)

Oxygène + Électricité éolienne: Aciers électriques (fours à Arc/Induction etc.) Filière non-carbonnée.

=> Hypochlorite (eau potable dans les régions du Sahel) + Accès à l'électricité

NATO Science for Peace SfP-982620 / (SfP-984382) Projet Pilote d'Electrolyse-Eolienne Intégrée

Vitesse du Vent: 8 m/s sur site (Mesures Projet OTAN SfP-982620 à Tarfaya)
Électrolyse-éolienne pour accès à l'électricité, hydrogène et Hypochlorite

ONEP Maroc (767 millions m3 eau/an)

1- Rabat ONEP-IEA station de traitement complexe Bouregreg - Direction Générale (ONEE)

Concept 'Green Corporate Campus' (Démonstrateur)

- Petits Aérogénérateur
- Électrolyseur Hypochlorite (Membrane)
- Stockage d'Hydrogène
- Pile à combustible (backup+Eco-mobilité)

2- Site désertique ONEP station de dessalement

- Grands Aérogénérateurs
- Électrolyseur Hypochlorite (Membrane)
- Procédés industriels intégrés

Perspectives: Traitement Eau potable, procédés
industries minérales des régions du Sahel

Collaboration avec la SNDE & Université de Nouakchott...



This project
is supported by:

The NATO Science for Peace
and Security Programme



NATO Science for Peace SfP-982620 / UNIDO-ICHET Projet Pilote Electrolyse-Eolienne Intégrée

Vitesse du Vent: 9.5 m/s sur site (Mesures Projet OTAN SfP-982620 à Nouadhibou)

Électrolyse-éolienne pour Electricité, Hydrogène et Oxygène

Fonderie SNIM (SAFA)

Capacité Installée Nouadhibou : 15 MW + 18 MW (en 2010)

Besoins de la SAFA : Fours à Arcs 3 MW + unités Oxygène + Fours à Induction 2 MW

Projet Pilote :

- Aérogénérateurs
- Électrolyseurs (PEM/Alcalin)
- Stockage d'Hydrogène
- Générateur H2 (backup)



Production SAFA (2 000T.) pour besoins locaux en barres de construction, pièces de rechanges forgées, industrie pêche...

Perspectives: 12~16 M.Tonnes minerais de fer exportés par an transformés en aciers et dérivés sidérurgiques (sans CO2)



ACCES A L'ENERGIE EOLIENNE: UNE PRIORITE RENFORCEMENT DE CAPACITES AU NIVEAU REGIONAL

Dimension Sécuritaire: Énergie – Climat – Migrations

- Domaines de Recherche Prioritaires des Pays Partenaires du Dialogue Med. OTAN
- Nouveau Concept Stratégique de l'OTAN: Division des Défis de Sécurité Émergents
- Mouvements Sociaux et Changements Politiques (Tunisie, Égypte, Libye, Syrie...)

Énergie Éolienne: une Priorité Majeure pour le Maroc et la Mauritanie

- Renforcer le rôle de l'éducation et la recherche dans les choix nationaux en énergie
- Mobiliser les gros consommateurs d'énergie (programmes de RD&D)
- Appuyer le développement d'industries durables intégrés (FEM, CTF, MDP ...)
- Développer les compétences scientifiques locales et sécuriser leurs droits de propriétés intellectuelles (NATO Intellectual Property Rights Committee).
- Équipes Complémentaires travaillant au niveau régional (Maroc et Mauritanie)
- Réseau de recherche Universités-Entreprises (public/privé)

Technologies – R&D Académique – Industrie



Royaume du Maroc
Ministère de l'Énergie, des Mines, de l'eau et de
l'environnement
Département de l'Énergie et des Mines

ÉTUDE POUR LES SPÉCIFICATIONS DES BESOINS EN
COMPÉTENCES DANS LE SECTEUR DES ÉNERGIES
RENOUVELABLES ET TOUT SECTEUR IMPACTÉ PAR
L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE

Focus Goup 22 février 2011



Royaume du Maroc
Ministère de l'Énergie, des Mines, de l'eau et de l'environnement
Département de l'Énergie et des Mines
Eolien (scénario 2) forte intégration industrielle:

		2 010	2 011	2 012	2 013	2 014	2 015	2 016	2 017	2 018	2 019	2 020	
Emplois dépendant de la puissance annuelle installée	Emplois non marocains	0	132	450	529	529	529	529	529	529	529	529	
	Emplois marocains	Fabricants éolienne	0	188	640	753	753	753	753	753	753	753	753
		Fabricants composants	0	112	380	447	447	447	447	447	447	447	447
		Autres fabricants	0	200	680	800	800	800	800	800	800	800	800
		Installation	0	60	204	240	240	240	240	240	240	240	240
		IPP Utilities	0	42	142	167	167	167	167	167	167	167	167
		Consultance ingénierie	0	11	38	45	45	45	45	45	45	45	45
		R&D	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		Finance, assurance	0	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4
		Autre	0	3	11	13	13	13	13	13	13	13	13
		Total des emplois marocains	0	618	2 100	2 471	2 471	2 471	2 471	2 471	2 471	2 471	2 471
Total	0	750	2 550	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000		
Emplois longue durée	Emplois non marocains	2	2	4	5	7	8	10	12	13	15	16	
	Emplois marocains	Développeurs	18	22	34	48	62	76	90	104	118	132	146
		Exploitation Maintenance	86	102	158	224	290	356	422	488	554	620	686
		IPP Utilities	12	14	22	31	40	49	58	67	76	85	94
		Consultance ingénierie	3	4	6	8	11	13	15	18	20	23	25
		R&D	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
		Finance, assurance	0	0	1	1	1	1	2	2	2	2	2
		Autre	1	1	2	2	3	4	4	5	6	7	7
		Total des emplois marocains	120	143	222	314	407	499	591	684	776	869	961
Total	122	145	225	319	413	507	601	695	789	883	977		
TOTAL	122	895	2 775	3 319	3 413	3 507	3 601	3 695	3 789	3 883	3 977		



Royaume du Maroc
Ministère de l'Énergie, des Mines, de l'eau et de l'environnement
Département de l'Énergie et des Mines
Tableaux des emplois : Scénario 3 (Incluant Desertec et Sahara Wind)

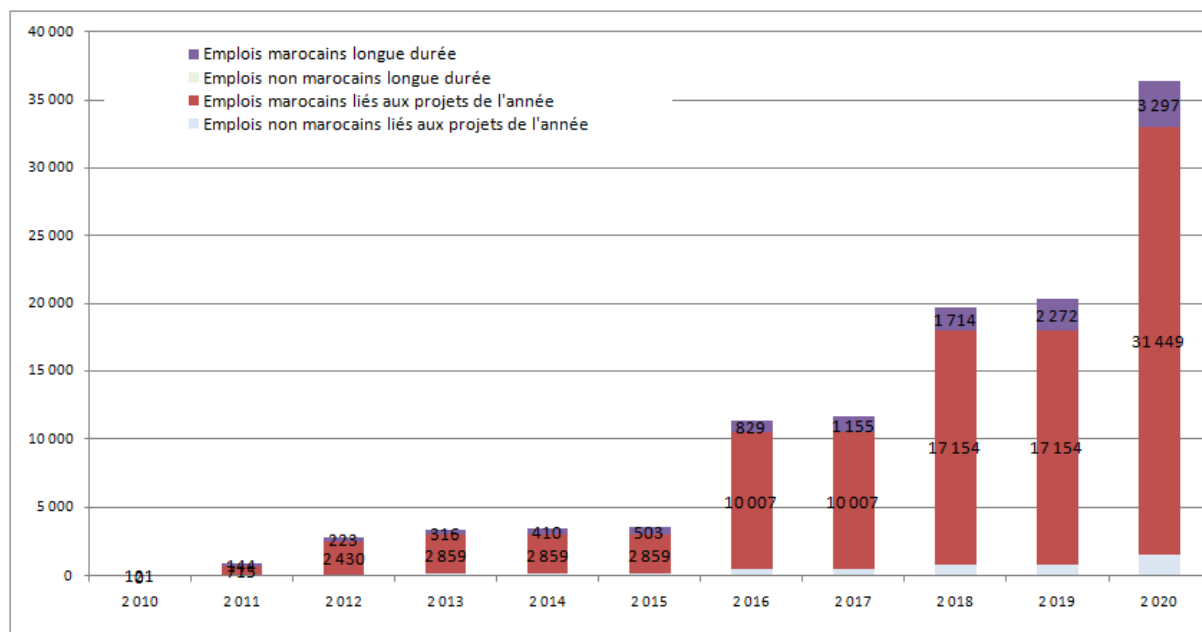
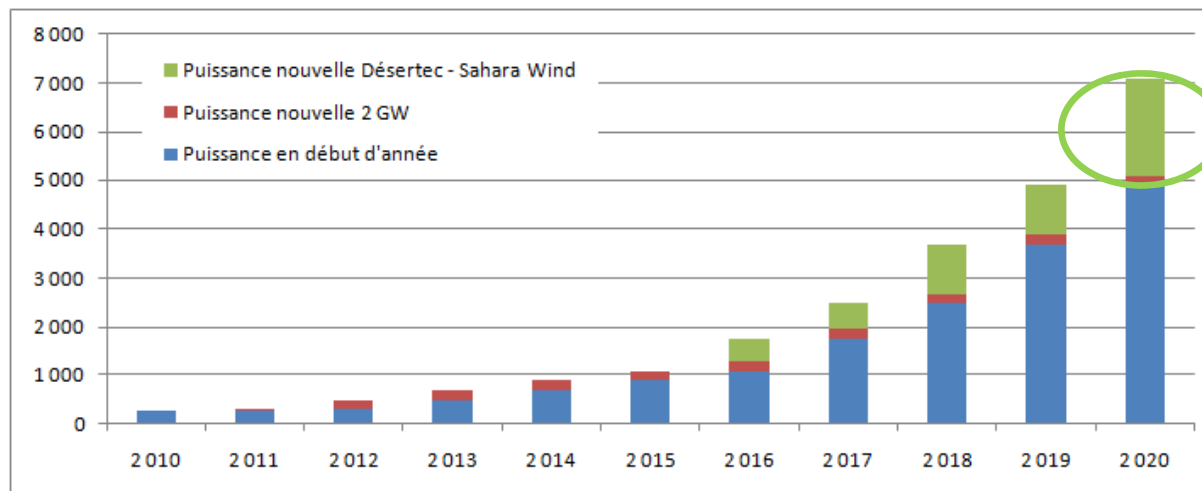
		2 010	2 011	2 012	2 013	2 014	2 015	2 016	2 017	2 018	2 019	2 020	
Emplois dépendant de la puissance annuelle installée	Emplois non marocains	0	298	1 012	1 191	1 191	1 191	4 169	4 169	7 147	7 147	13 102	
	Emplois marocains	Fabricants éolienne	0	118	400	470	470	470	1 646	1 646	2 822	2 822	5 174
		Fabricants composants	0	98	333	392	392	392	1 370	1 370	2 349	2 349	4 307
		Autres fabricants	0	125	425	500	500	500	1 750	1 750	3 000	3 000	5 500
		Installation	0	54	184	216	216	216	756	756	1 296	1 296	2 376
		IPP Utilities	0	42	142	167	167	167	585	585	1 003	1 003	1 839
		Consultance ingénierie	0	11	38	45	45	45	156	156	267	267	490
		R&D	0	0	2	2	2	2	7	7	11	11	20
		Finance, assurance	0	1	4	4	4	4	16	16	27	27	49
		Autre	0	3	11	13	13	13	46	46	78	78	143
		Total des emplois marocains	0	452	1 538	1 809	1 809	1 809	6 331	6 331	10 853	10 853	19 898
Total	0	750	2 550	3 000	3 000	3 000	10 500	10 500	18 000	18 000	33 000		
Emplois longue durée	Emplois non marocains	2	2	4	5	7	8	14	19	29	38	55	
	Emplois marocains	Développeurs	18	22	34	48	62	76	125	174	258	342	496
		Exploitation Maintenance	86	102	158	224	290	356	587	818	1 214	1 610	2 336
		IPP Utilities	12	14	22	31	40	49	80	112	166	220	319
		Consultance ingénierie	3	4	6	8	11	13	21	30	44	59	85
		R&D	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2	4
		Finance, assurance	0	0	1	1	1	1	2	3	4	6	8
		Autre	1	1	2	2	3	4	6	9	13	17	25
		Total des emplois marocains	120	143	222	314	407	499	822	1 146	1 701	2 255	3 272
	Total	122	145	225	319	413	507	836	1 165	1 729	2 293	3 327	
TOTAL	122	895	2 775	3 319	3 413	3 507	11 336	11 665	19 729	20 293	36 327		



Scénario alternatif : Sahara Wind

Hypothèses :

- 5 GW supplémentaires installés en 2020
- Intégration industrielle 95%
- 500 MW installés/an en 2016 et 2017
- 1 000 MW installés/an en 2018 et 2019
- 2 000 MW installés en 2020



Emplois non marocains liés aux projets de l'année	1 551
Emplois marocains liés aux projets de l'année	31 449
Emplois non marocains longue durée	30
Emplois marocains longue durée	3 297
Total	36 327



- Historique du Projet Sahara Wind -

- **1993**: Mesures éoliennes installées sur site (Tiniguir, Dakhla / Oued Eddahab)
- **1994**: Rapport sur le Potentiel de l'énergie éolienne du Sahara (Feu S.M. Hassan II)
- **1994-97**: Projet Pilote Eolien/Diesel +Réseau MT avec charges variables
- **1997-1999**: Discussions auprès de l'UE sur l'export d'électricité éolienne à grande échelle à partir des cotes atlantiques du Sahara (Maroc-UE: Projet Sahara Wind)
- **2002**: Sahara Wind Inc. présente le Projet Sahara Wind au Parlement Européen (2002), Conf. Ministerielle USA -Afrique (2002), WWEC 2003, Bonn 2004, etc...
- **2003-2005**: Project Development Facility PDF-B avec Banque Mondiale-Banque Africaine de Développement-PNUD/FEM PIMS #3292 "*Morocco Sahara Wind Phase I /Tarfaya (400-500 MW) On-Grid Wind Electricity in a Liberalized Market*". Partenariat Public-Privé avec capacité d'amorçage 500MW et déploiement phasé. Termes de Références élaborés avec l'ONE sur la base d'une capacité de 5000MW en ligne HVDC pour approvisionner les marchés Euro-Méditerranéens.
- **2005-2012+**: Renforcement de Capacités Régional, Partenariats Académie-Industrie, Projets de démonstrations NATO SfP-982620, (984320), IPHE (World Hydrogen Project), Agence Intl Energie-H2 ENR, Accords S&T USA-Maroc, etc.

Projet Sahara Wind : NATO 'Science for Peace' SfP-982620/(984382) Stakeholders

NATO MEDITERRANEAN DIALOGUE PARTNERS

MAROC:

AL AKHAWAYN UNIVERSITY- IFRANE

ENSAM - ECOLE NATIONALE
SUPÉRIEURE DES ARTS ET MÉTIERS

ECOLE MOHAMMEDIA D'INGENIEURS
(PPD/984382)

FST – FACULTÉ DES SCIENCES DE
TETOUAN

FSR - FACULTE DES SCIENCES DE
RABAT

FSTM - FACULTÉ DES SCIENCES ET
TECHNOLOGIES DE MOHAMMADIA

FST – FACULTÉ DES SCIENCES DE
KENITRA

OCP/CERPHOS: CENTRE D'ÉTUDES ET
DE RECHERCHES DES PHOSPHATES
MINÉRAUX

ONEP - OFFICE NATIONAL DE L'EAU
POTABLE
INTERNATIONAL INSTITUTE OF WATER
& SANITATION - (IEA-ONEP)

MAROC TELECOM

SAHARA WIND INC. (PPD)

MAURITANIE:

UNIVERSITE DE NOUAKCHOTT - FACULTE
DES SCIENCES ET TECHNIQUES

CRAER – CENTRE DE RECHERCHE
APPLIQUE ENERGIES RENOUVELABLES

ISSET ROSSO – INSTITUT SUPERIEUR
D'ENSEIGNEMENT TECHNOLOGIQUE

AP AUS – AGENCE DE PROMOTION POUR
L'ACCES UNIVERSEL AUX SERVICES

SNDE – SOCIETE NATIONALE DE L'EAU

AN EPA – AGENCE NATIONALE DE L'EAU
POTABLE ET D'ASSAINISSEMENT

SNIM – SOCIETE NATIONALE
INDUSTRIELLE ET MINIERES

SAFA – SOCIETE ARABE DES FERS ET
D'ACIERS.

MAURITEL S.A.

NATO COUNTRIES PARTNERS

ETATS UNIS D'AMERIQUE: (NPD)
U.S DEPARTMENT OF STATE -OFFICE OF
GLOBAL CHANGE – BUREAU OF OCEANS
AND INTERNATIONAL ENVIRONMENTAL
AND SCIENTIFIC AFFAIRS (OES)

NASA - JET PROPULSION LABORATORY
GLOBAL CHANGE & ENERGY PROGRAM /
EARTH SCIENCE & TECHNOLOGY
DIRECTORATE

FRANCE: (NPD/984382)
COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE
CEA

GERMANY:
MINISTRY OF ECONOMIC AFFAIRS AND
ENERGY OF THE STATE OF NORTH
RHINE-WESTPHALIA

TURKEY:
UNITED NATIONS INDUSTRIAL
DEVELOPMENT ORGANIZATION –
INTERNATIONAL CENTRE FOR
HYDROGEN ENERGY TECHNOLOGIES
UNIDO-ICHET

