

Autonomie ou réseau ?

Deux approches d'aménagement du territoire en réponse à la transition énergétique

PREMIERE PARTIE

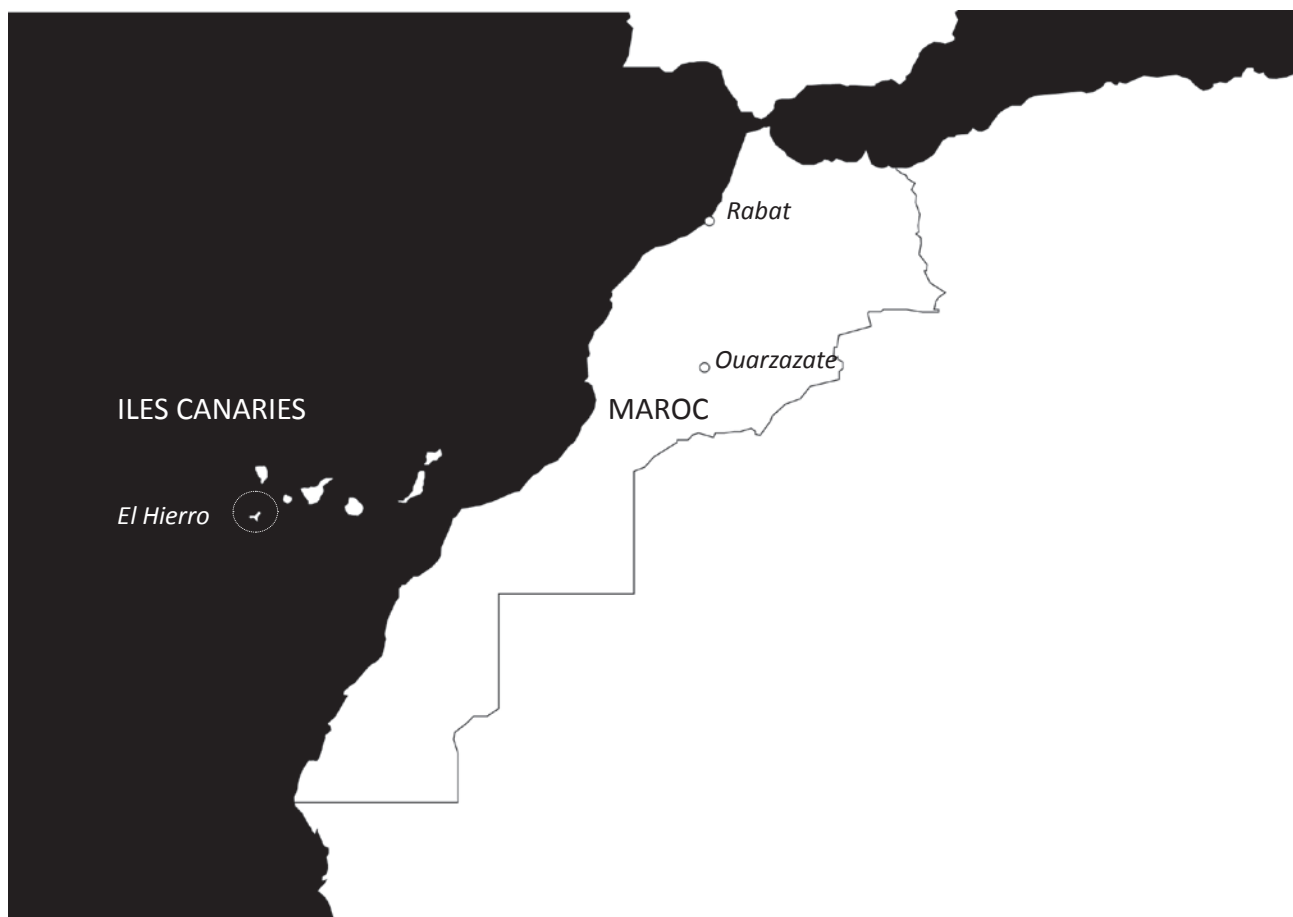
LA VISITE DE LA CENTRALE SOLAIRE NOOR DE OUARZAZATE

MAROC

Joanne Rasse
Architecte Urbaniste

avec le soutien du

MÉCÉNAT
BESNARD DE QUELEN
L'innovation dans l'art de bâtir
Mécénat géré par le **cnam**



Autonomie ou réseau ?

Deux approches d'aménagement en réponse à la transition énergétique

Le développement de nouvelles ressources énergétiques est un défi que doit relever notre civilisation. En effet, le déclin annoncé des réserves mondiales de pétrole et la nécessité de réduire les émissions de CO₂ dans l'atmosphère nous obligent à trouver des énergies alternatives moins polluantes.

Quelles solutions existe-t-il aujourd'hui ?

Cette étude présente deux aménagements innovants, précurseurs d'une nouvelle approche écologique du territoire s'efforçant d'en valoriser au mieux les potentialités :

- Le premier site au Maroc, prévoit de produire de l'énergie solaire sur une superficie de plus de 3000 Ha à Ouarzazate, aux portes du désert.
- Le second site, El Hierro est une petite île des Canaries devenue autonome en énergie grâce à un système hybride qui couple éolienne et centrale hydro-électrique.

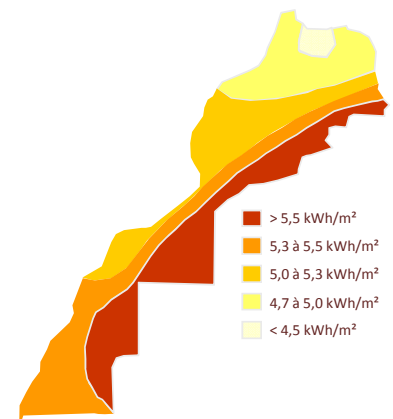
Les deux approches mettent en exergue des stratégies différentes, l'une en réseau prévoit d'alimenter le pays à grande échelle. L'autre a pour objectif l'autosuffisance d'un espace isolé et de taille limitée. Toutes deux tirent profit de la spécificité de leur territoire : topographie, climat, éléments naturels... Elles esquissent des réponses possibles pour un développement durable. L'étude de ces deux expériences vise à analyser les solutions explorées.

En effet, quel est leur impact sur le paysage ?

Quelles connaissances techniques dans l'art de bâtir et d'aménager le territoire mettent-ils en œuvre ? On pourra aussi s'interroger sur l'acceptabilité par les populations locales de ces grands projets ambitieux qui, forcément, vont mobiliser les ressources financières importantes mais aussi transformer les paysages environnants.

Le premier voyage au Maroc a pour objectif la découverte du site NOOR. Il s'agit d'un complexe solaire à grande échelle, dont le modèle pourrait s'étendre à d'autres régions du Maroc voir d'autres pays d'Afrique. Ce projet est développé par la société MASEN basée à Rabat. (Moroccan Agency for SolarEnergy).

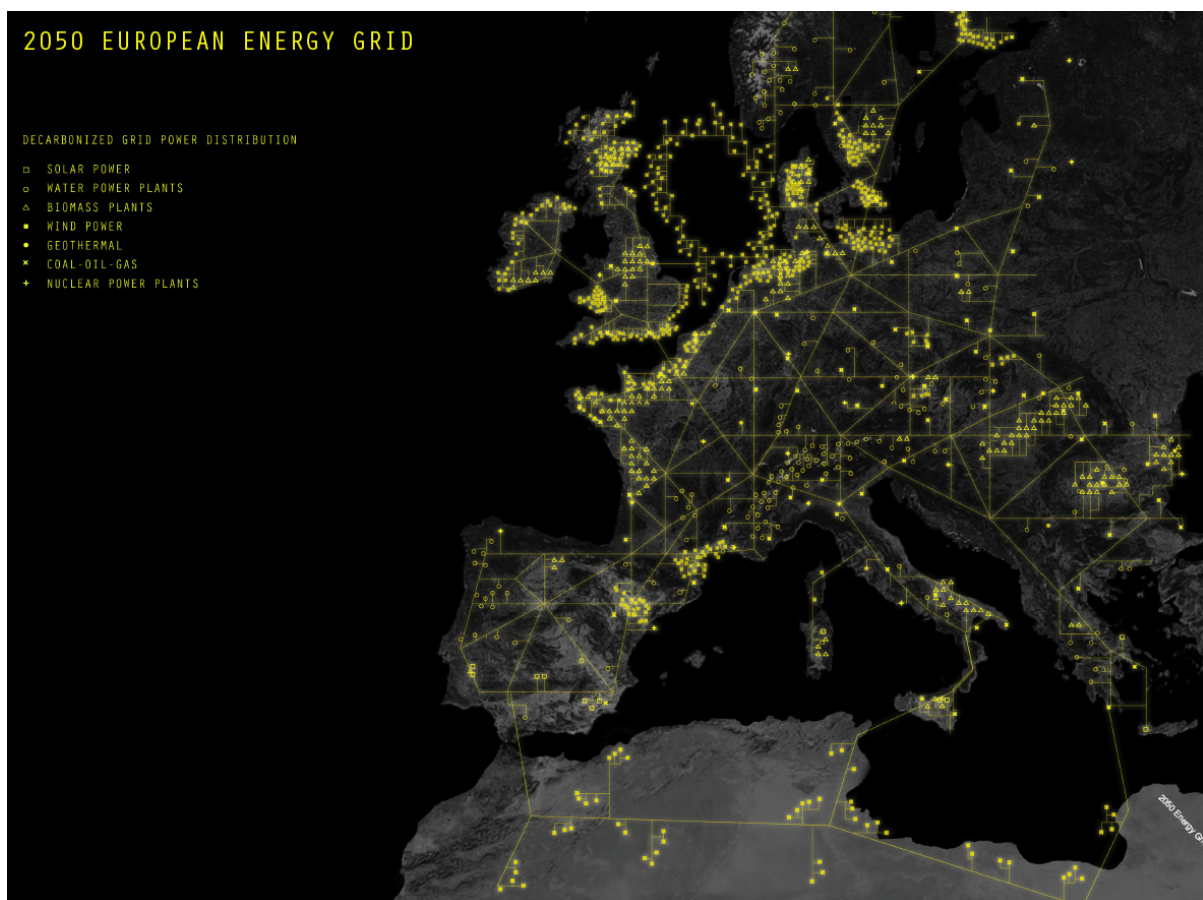
Le second site, El Hierro, une petite île espagnole de l'archipel des Canaries situé à l'ouest du Maroc. Une politique d'aménagement du territoire est menée depuis plusieurs années afin de rendre l'île autonome en énergie. Les élus locaux ont choisi de diversifier les sources de production d'énergie pour subvenir aux besoins de l'île. « Sous l'impulsion de Tomas Padron, ingénieur électricien et figure politique locale, l'île s'est dotée d'un ensemble unique, à la fois pour la préservation de la biodiversité et pour la production d'énergie : dès cette année, l'électricité y sera essentiellement produite de façon renouvelable et sans émission de dioxyde de carbone, cela sans qu'un raccordement à un réseau continental permette de gérer l'intermittence des énergies renouvelables ; ce sera la seule île au monde dans ce cas. »



Carte du gisement solaire au Maroc
Source ADEREE



PROJET DESERTEC, UN RESEAU A GRANDE ECHELLE ?



RoadMap 2050, source : internet

Relever ce défi est un enjeu crucial, notre génération est déjà confrontée au changement climatique... Chaque jour l'énergie devient un peu plus chère, et malgré l'annonce du « pic oil », point maximum de la production mondiale de pétrole à partir duquel les réserves de pétrole commencent à diminuer, la transition peine à s'amorcer... Il devient urgent de penser à des sources d'énergie respectueuses de l'environnement, qui contribuent à réduire les émissions de CO2 dans l'atmosphère responsables du réchauffement climatique.

À quand remonte l'Anthropocène, la période à partir de laquelle l'influence de l'homme sur le système terrestre est devenue prédominante ? Si les scientifiques en débattent encore, le fait est que l'humanité est parvenue à un tournant de son histoire. Pour la première fois elle va devoir apprendre à gérer sa présence et ses capacités de transformation de l'environnement planétaire.

Depuis le premier choc pétrolier de 1973, les crises énergétiques et climatiques successives sensibilisent peu à peu les consciences au fait que les ressources naturelles sur terre ne sont pas inépuisables. Ce changement de paradigme est récent, le concept de « développement durable » est évoqué à l'ONU pour la première fois en 1987. Le rapport du GIEC, groupe d'experts intergouvernemental chargé d'étudier le climat à l'ONU, établit alors le lien entre l'activité humaine et le réchauffement climatique. Issu de ces recherches, le protocole de Kyoto, signé en 1997 vise à réduire les gaz à effet de serre et marque un tournant dans la volonté de lutter contre le changement climatique.

Pour les architectes et les urbanistes ces nouvelles considérations interviennent directement dans l'aménagement des grands territoires et la recherche d'un équilibre entre ville et nature.

Dans cette prospective, Rem Koolhaas propose un projet utopique à l'échelle européenne appelé roadmap 2050. Il s'agit de réaliser une carte qui envisage d'adapter les énergies renouvelables selon les spécificités de chaque pays et région d'Europe, vent et éolienne au nord, soleil et énergie solaire pour les pays du sud, biomasse, énergie hydraulique ou géothermie pour d'autres, chacun produisant selon sa géographie dans un réseau à grande échelle, fiction ou réalité ?

Dans cette même lignée, le projet « Desertec » propose un réseau de production et de distribution d'électricité grâce à une succession de centrales solaires dans le désert du Sahara qui permet d'alimenter d'autres pays en énergie.

« Desertec est le nom d'un concept éco-énergétique de grande envergure qui prévoit l'exploitation du potentiel énergétique des déserts afin d'approvisionner durablement toutes les régions du monde en électricité verte. Un réseau de super centrales solaires (paraboles solaires) serait implanté dans les pays de la ceinture saharienne. Le courant produit serait ensuite transporté par des lignes à haute tension posées au fond de la Méditerranée. »

Desertec reste difficilement réalisable aujourd'hui au vu des tensions politiques entre les différents pays du Maghreb mais également au regard des avancées techniques. Le coût et la complexité des travaux ne permettent actuellement pas que le projet soit rentable... Mais qui sait, si demain, avec une augmentation du prix des énergies fossiles : gaz, pétrole et hydrocarbures, ce projet ne devient pas une solution plausible pour les pays du pourtour méditerranéen ?

Cette transition énergétique, ou l'annonce de la « troisième révolution industrielle » prophétisée par Jeremy Rifkin semble encore utopique, pourtant des innovations concrètes voient le jour.

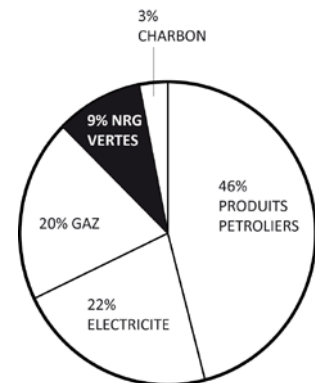


Le cours de Bourse d'EDF a flambé de 9,35 % hier. PHOTO MICHAEL REIGAL/REUTERS

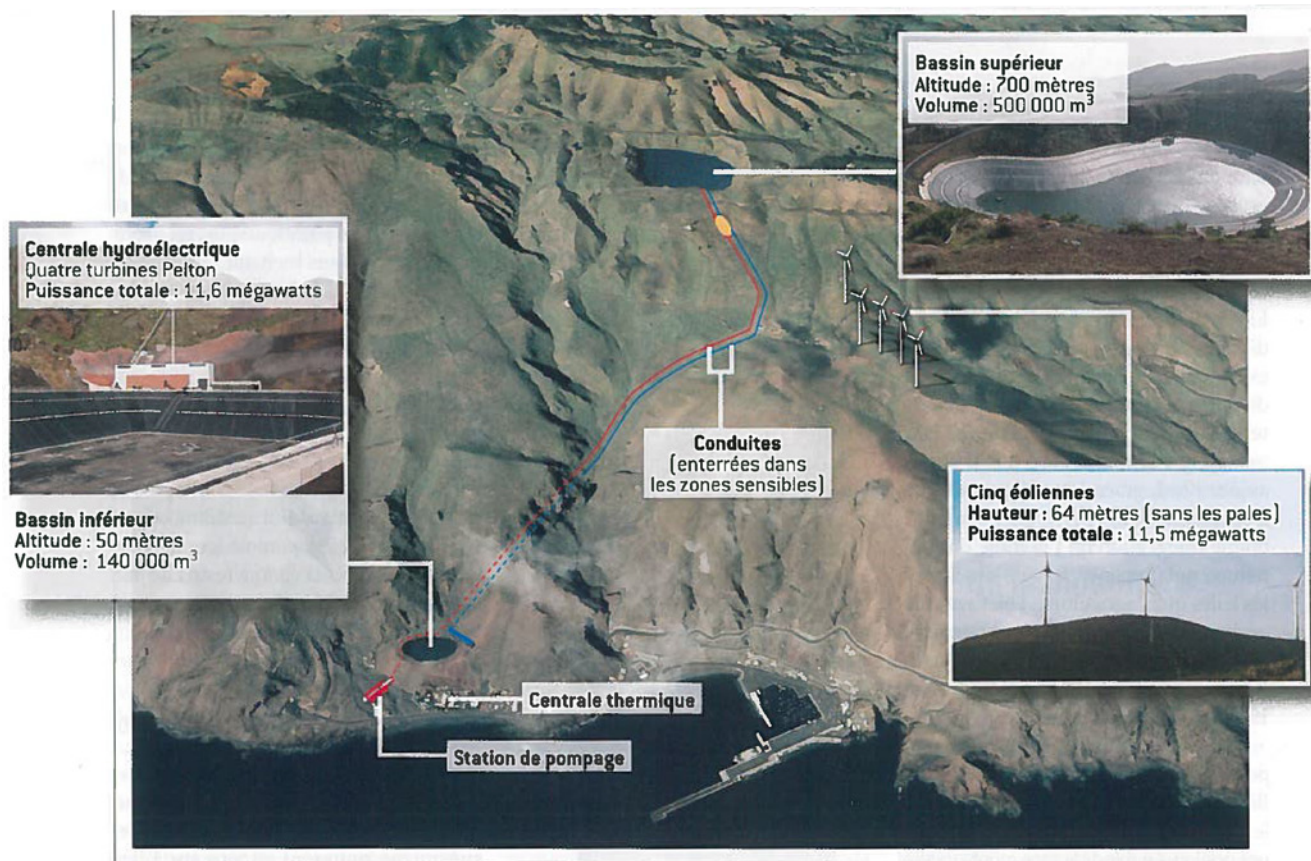
Coups de chaud sur la facture d'électricité

EDF Le gouvernement a annoncé, hier, deux hausses de prix : 5% cet été, même scénario l'an prochain.

Liberation mercredi 10/07/2013 p16 Y. Philippin



Le mix énergétique français consommation en 2011 . Source : Les Echos, Vendredi 19 juillet 2013



AMENAGEMENT DU TERRITOIRE SUR EL HIERRO Alain Gioda, Carlos Recio et Luis Santana « El Hierro, île écologique modèle ? »
Pour la science Mars 2013 n°425 une installation hydro-éolienne : Gorona del Viento El Hierro

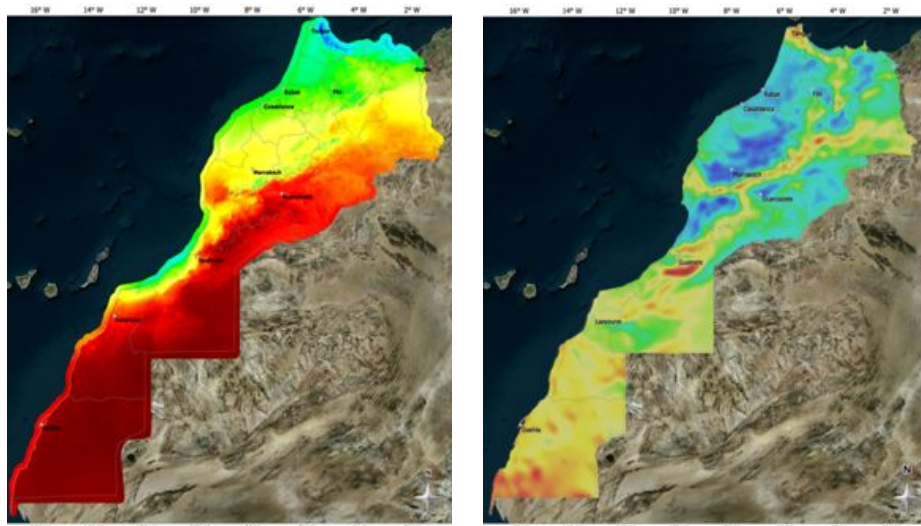


Cinq sites ont été choisis initialement pour le développement de centrales solaires en fonction des qualités requises :

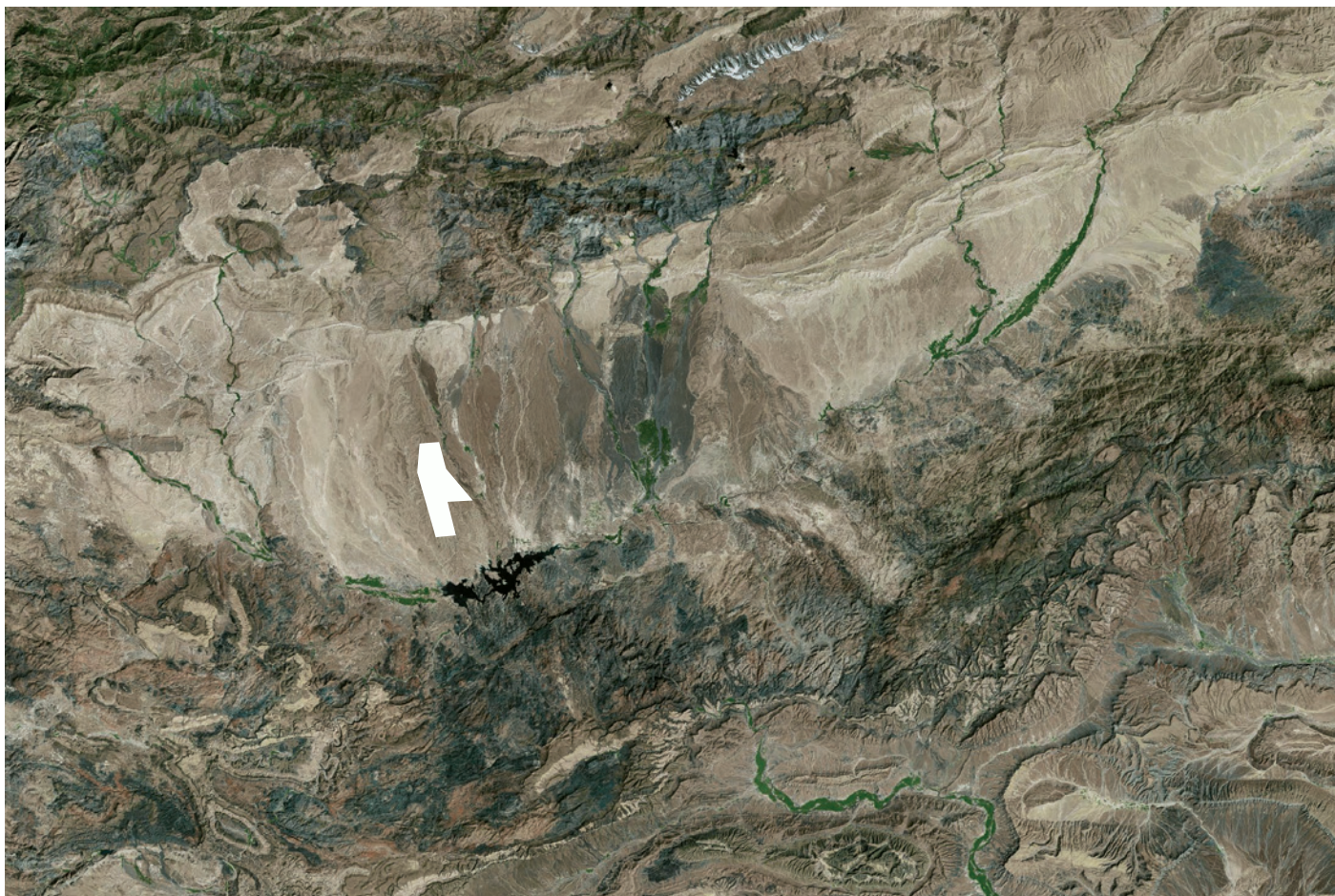
C'est le cas des deux projets étudiés ici, la centrale solaire NOOR au Maroc et le dispositif d'autosuffisance énergétique de l'île d'El Hierro.

Tout deux proposent des aménagements du territoire innovants, permettant d'apporter une première réponse à la recherche de nouvelles sources d'énergie non polluante. Ils proposent une réflexion constructive à l'échelle du territoire et des sociétés qui y vivent en utilisant les ressources locales et leur capacité à produire de « l'énergie verte » grâce aux ressources naturelles existantes. Les spécificités et les atouts d'une région jusque là isolée et désertique apparaissent ainsi sous un jour nouveau.

De façon plus nuancée, les deux projets explorent cependant des pistes relativement différentes : le premier envisage une production destinée à alimenter des villes et des populations éloignées. Le second se fait dans une perspective autarcique directement liée à la satisfaction des besoins des populations vivant autour.



CARTES ATLAS ADEREE 2014
Potentiel solaire et éolien onshore.
Source : atlas-aderee.noveltis.com



Situation du site NOOR dans le grand paysage de l'Atlas, Source photo aerienne bing



10.14

Situation du site NOOR a proximite de la ville de Ouarzazate et de son barrage

Le complexe solaire de Ouarzazate

Face au réchauffement climatique et à l'épuisement annoncé des énergies fossiles certains pays ont amorcé un premier pas vers la transition énergétique et le développement des énergies renouvelables. C'est le cas notamment du Maroc avec le complexe solaire NOOR à Ouarzazate, dans le désert du Haut Atlas.

Voici un projet pilote que nous souhaitons présenter pour son aspect innovant d'aménagement du territoire, précurseur d'une révolution industrielle « verte » qui peine à exister ?

Le concept «Desertec» une utopie ?

A l'origine Desertec est un concept, un projet de centrales solaires en réseau dans le désert du Sahara. Cet aménagement de grande envergure continue de faire rêver les chercheurs. L'échelle du projet qui s'étend sur plusieurs pays d'Afrique du Nord, d'une ampleur et d'une capacité telle qu'il permettrait d'approvisionner les pays occidentaux en électricité. Utopie selon certains, projet colonialiste, d'après les autres, Desertec reste difficilement réalisable aujourd'hui au vu des tensions politiques entre les différents pays du Maghreb mais également au regard des avancées techniques. Le coût et la complexité des travaux ne permettent actuellement pas que le projet soit rentable... Mais qui sait, si demain, avec une augmentation du prix des énergies fossiles : gaz, pétrole et hydrocarbures, ce projet ne devient pas une solution plausible pour les pays du pourtour méditerranéen ? « DESERTEC » soulève de nombreuses critiques pour son aspect « colonialiste » où les pays occidentaux tirent profit des ressources des pays du sud, mais rien n'interdit qu'un tel projet ne puisse être équitable.

Le Maroc développe de son côté, depuis quelques années une politique énergétique tournée vers les « énergies vertes », conscient que ce domaine représente un avenir pour le pays. Le roi a lancé un vaste plan de développement qui amorcera peut être la transition énergétique.

Pour le Maroc les énergies renouvelables représentent un enjeu de développement compétitif qui apportera une substitution aux énergies fossiles dont le pays est dépendant, 96% de l'énergie fossile consommée dans le pays est issue de l'importation. Le pays est en pleine croissance et ses besoins énergétiques ne cessent d'augmenter. Cela permettrait également de donner accès à l'électricité à toute une population plus pauvre à moindre coût.

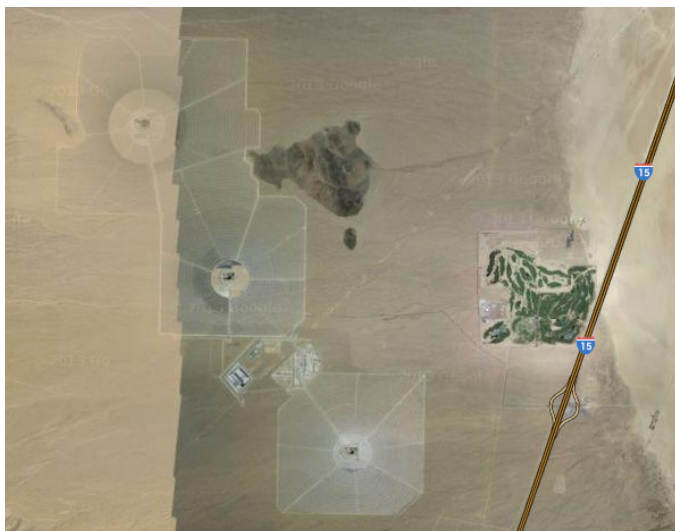
Le Maroc espère mettre en place ces nouvelles sources d'énergies grâce à une stratégie énergétique nationale qui prévoit de développer de grandes infrastructures en fonction des potentiels des sites naturels existants. Le but étant d'arriver à 42% d'énergie renouvelable produite au Maroc en 2020. Pour atteindre cet objectif le plan énergétique marocain réunit différentes sources d'énergie renouvelable. Créée en 2010, l'entreprise Masen (Moroccan Agency for SolarEnergy) a pour mission de mettre en place le plan solaire Marocain. Elle espère développer une filière d'avenir, par l'innovation et la recherche, ce qui en outre conduira à la création de nouveaux emplois.

Ces projets d'aménagements du territoire à grande échelle sont ils une opportunité inespérée pour des territoires ruraux ou désertiques, jusque-là délaissés ou enclavés ? C'est en tout cas ce qu'affirme MASEN qui prévoit de mettre en place un mécénat afin de construire des écoles, d'améliorer le transport, d'encourager localement la recherche et la formation afin de lutter contre l'isolement des villages ruraux.



Maquette du site NOOR. Source : internet

$$\begin{array}{l} 2\text{GW} : \text{énergie éolienne} \\ + \\ 2\text{GW} : \text{énergie hydraulique} \\ + \\ 2\text{GW} : \text{énergie solaire} \\ = \\ \text{PLAN SOLAIRE MAROCAIN} \end{array}$$



IVANPAH / CALIFORNIE / USA
SURFACE : 1 300 HA SOIT 13 KM2
PUISSANCE 2014 : 392 MW



Image 3D source : internet cargocollective.com 2012

NOOR I II III / OUARZAZATE / MAROC
SURFACE : 3 042 HA SOIT 30KM2
PUISSANCE 2015 NOOR I: 160MW / EN 2020 : 20GW



450 Ha de champ solaire depuis le bloc de puissance centrale.

La topographie en limite du plateau ou se trouve en contrebas le village de Tasselmante.



La visite du site NOOR de Ouarzazate

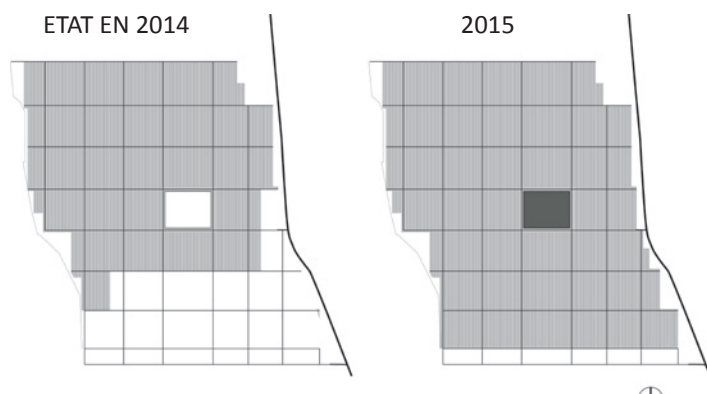
Le premier site en construction est celui de Ouarzazate, dont la première phase du plan solaire NOOR devrait se finaliser en 2017. L'appel d'offre est réalisé dans le cadre d'un partenariat public privé, signé avec un consortium international : saoudien et espagnol. Pour l'instant c'est 450 ha de miroirs paraboliques qui sont en construction. Il s'agit seulement de la première étape d'un projet plus vaste, complété par deux autres phases, NOOR II et III. Du succès de cette première étape découlera la réussite du projet dont l'envergure représente un véritable pari pour le Maroc.

Le complexe solaire NOOR, encore en chantier au moment de la visite, se situe à 13km de la ville de Ouarzazate en longeant la nationale 10 en direction de Er-rachidia. Au nord du barrage El Mansour Eddahbi, un panneau neuf indique le « complexe solaire NOOR ». Depuis la route qui monte au plateau on aperçoit en contrebas le lac, grande réserve d'eau qui alimente la station grâce à une station de pompage. L'arrivée sur le plateau aride est singulière, l'agitation des camions et des ouvriers, seuls mouvements, contraste avec un grand paysage silencieux et impassible.

Difficile pour un touriste d'imaginer que derrière ces cailloux est en train de se construire l'un des projets les plus innovants et les plus prometteurs d'Afrique en terme de production d'énergie verte. Ouarzazate connue jusque là pour ses paysages magnifiques, son architecture de terre des grandes kasbahs ou pour son studio de cinéma, dévoilera bientôt cet aménagement précurseur laissant espérer une nouvelle dynamique pour la région.

Dans les premières études (éléments qu'il ne m'a été possible d'obtenir mais des images sont disponibles sur internet), les architectes-urbanistes semblent avoir intégré dans leur réflexion les contraintes géographiques. Plusieurs études d'impact sur l'environnement - EIE - sont en ligne sur internet (sur le site EIB la Banque Européenne d'Investissement de Masen et de lui de l'AFDB la Banque Africaine de Développement).

Au moment de la visite NOOR I, le champ solaire est achevé à 70%, le bloc de puissance au centre est en cours de construction. Les camions se succèdent transportant un par un les miroirs paraboliques venus d'Allemagne et assemblés sur place dans la zone de montage. Ils sont ensuite acheminés vers le site où les fondations en attente quadrillent le terrain vierge et caillouteux.



Le champs solaire NOOR 1 achevé à 70% au moment de la visite, au centre le bloc de puissance.



Le plateau desertique



Un miroir acheminé sur le site



Une ligne de miroir à l'horizon



Le reservoir d'eau



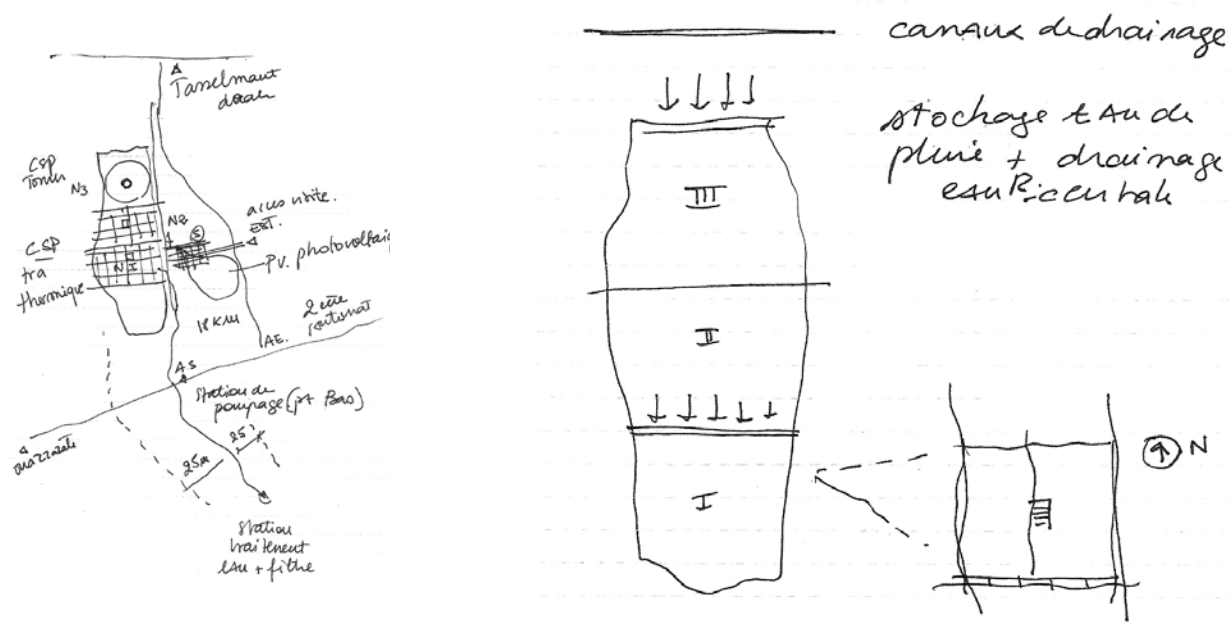
le village de Tasselmante.



Un sillon creusé par l'eau



Au premier plan un des ouvrages destinés à drainer l'eau de pluie en cas de fort orage, les talus sont enrochés.



Schémas d'organisation du site, NOOR I, II et III

Le bloc de puissance en construction



Tuyau où circule le fluide caloporteur



Enfin des canaux et des bassins de rétention ont été prévus afin de protéger le site en amont et en aval des eaux de ruissèlement important sur un site aussi désertique. Ces aménagements tiennent aussi compte du village le plus proche Ghessate situé en contrebas du plateau et où est drainée une partie des eaux de ruissèlement. Juste après notre visite de violents orages ont frappé la région, ces aménagements ont-ils permis de faire face aux intempéries? Peut-on prévoir et anticiper les aléas naturels imprévisibles? Notre guide ce jour nous a rappelé un proverbe local qui dit «le fleuve revient toujours un jour». Dans ce paysage désertique il est difficile d'imaginer que ces sillons appelés «Chaaba» sont creusés par les eaux de pluies, seule la profondeur de ces traces visibles depuis les images satellites, rappelle la force des orages dans cette zone où aucune végétation n'est là pour retenir les pluies diluviennes.

D'après les ingénieurs qui travaillent sur place, NOOR I doit produire 160 MW et représente à ce jour la plus grande centrale solaire au monde fonctionnant avec une seule turbine. De grandes centrales de production existent aux Etats Unis, avec des sites de production supérieurs à 160 Méga watts, mais obtenu avec deux blocs de puissances. L'ingénierie expérimente, progresse et fait de chaque centrale un nouveau prototype. La dernière née: la centrale d'Ivanpah dans le désert de Mojave en Californie, à la frontière du NEVADA à quelques kilomètres seulement de Las Vegas a été inaugurée en février 2014. La station s'enorgueillit d'être la plus grande centrale thermodynamique à concentration du monde. Les techniques utilisées évoluent avec chaque projet, mais aussi dans le cas du plan solaire NOOR avec la temporalité prise en compte puisque à terme en 2020, la puissance installée serait d'environ 2GW...

Dans le cas de NOOR trois phases successives sont planifiées. En premier lieu, NOOR I et II sont composées de capteurs solaires paraboliques constitués de miroirs qui pivotent selon le soleil sur un axe EST/OUEST. Dans un tube placé au centre du dispositif, circule un fluide caloporteur, dénommé HTF. Ce liquide importé des Etats Unis est chauffé par la réflexion des rayons du soleil.

Deux autres dispositifs de production d'énergies sont également développés sur ce site. Pour NOOR 3 les miroirs seront disposés autour d'une tour sur laquelle tous les rayons convergent en un point. Enfin une troisième zone est destinée à la production d'énergie grâce à des panneaux photovoltaïques. Cette partie est disposée autour d'un ruisseau qui permettra de drainer les plateformes.

Sur le site plusieurs dispositifs sont ainsi testés, ce qui permettra un « retour d'expériences » sur chacun des systèmes. En effet ce site est aussi dédié à la prospection puisqu'une plateforme de recherche de 155 ha vient compléter le projet. D'autres équipements comme le réservoir d'eau est commun aux 3 zones. Il a été dessiné par l'architecte marocain Toufik Mestari et renvoie à l'architecture des Ksar de la région, traversés par une rue centrale où deux grandes portes cadrent l'horizon désertique.

On peut regretter qu'aucun logement ne soit prévu sur place, même si seulement 13 km séparent les travailleurs de la ville de Ouarzazate. Les petits douars voisins pourraient trouver un intérêt économique et démographique à absorber cette nouvelle population. La première édition du festival solaire a eu lieu cette année dans le but de promouvoir l'opération au grand public. De même un lieu permanent sur le site permettrait de toucher un plus large public.

Masen a fait appel à un développeur Acwa Power qui construit et aura la charge de l'entretien de la centrale. Le site de Ouarzazate s'est vite imposé (par rapport aux 4 autres sites choisis car il remplit tous les critères de sélection).



Depuis le site le barrage en contrebas



Le site en pente est aménagé en sept plateformes



Miroirs paraboliques





tion notamment la présence des lignes HT pour acheminer l'électricité dans le pays. Le poste électrique est raccordé au réseau par des lignes HT vers Tzarte, Tinghir et Ouarzazate. En 2020 le complexe de Ouarzazate sera doté d'une capacité de production de 500 MW. L'énergie produite est destinée au réseau Marocain et sera distribuée par L'ONEE.

En amont, NOOR I, II et III sont séparées par de grands fossés entrecoupés de biefs permettant le drainage des eaux de pluie en cas de violent orage. Les 460ha de la première phase sont sur un terrain légèrement en pente, il a donc fallu aménager 7 plateformes pour disposer le champ de paraboles.

Au centre se trouve le « power bloc », l'usine de production et de stockage d'énergie vers lequel le fluide chaud est acheminé. Grâce à un échangeur thermique de la vapeur est produite afin de faire tourner une turbine qui produit de l'électricité. Une partie de la chaleur est utilisée pour réchauffer du sel fondu, élément chimique dont la température monte jusqu'à 393°. Cette chaleur est emmagasinée dans un réservoir pour offrir une autonomie de 3H aux heures de pointe ou la nuit.

Masen encourage le développement local, de nouvelles routes desservent les douars avoisinant, des caravanes médicales ont été mises en place. Le chantier emploie environ 2000 personnes par jour vivant majoritairement dans les douars alentour comme la commune rurale de Ghessate jusque là une des plus pauvres du Maroc ; ces nouveaux emplois permettent aux jeunes natifs de la région de rentrer chez eux après leurs études ,70 à 75% de l'emploi est local.

D'autres actions sont menées dans l'éducation, l'agriculture ou l'élevage en partenariat avec des ONG comme « Agrisud » ou la « NearEast fondation ». Certains organismes ou ONG sont associés, on nous cite « Oasis Sud » ou la coopérative de tapis à Tata, « orient occident » et « Yasmira » et depuis maintenant 3 ans une caravane médicale de 35 médecins apportent dans les villages reculés et isolés leurs savoir et leur aide. Un minibus a été mis en place pour la commune de Ghessate...Encore beaucoup d'autres actions sont menées pour le préscolaire, la création de bibliothèques ou encore pour amener de l'eau potable dans les villages...

L'objectif de Masen est de développer les métiers spécialisés dans les énergies vertes. D'acquérir un transfert des savoirs dans ce domaine innovant. Enfin le site est en contact avec les universités locales et une filière énergie renouvelable a été créée à Ouarzazate. L'objectif à terme est d'arriver à maîtriser toute la chaîne de l'industrie solaire et de faire du Maroc un pilier entre l'Afrique et l'Europe.

Joanne rasse
architecte urbaniste

Visite de site 19.11.2014

Avec Zineb Alaoui Socé Géographe, M. Abderrazak El Amrani ingénieur, Mme Nadia Ahansal ingénieur et Abdelhakim Aghazzaf ingénieur électrique entreprise ACWA Power (firme saoudienne). Rencontre de Mme Bouchra Hassoune développement local, entreprise Masen
Remerciements à M Obaid Amrane, M Abdelhai Bousfiha architecte, M. Mohamed Amine Zahr responsable QHSSE, Rachid Bayed directeur de la réalisation, MASEN - Moroccan Agency for Solar Energy. RABAT, MAROC



Au second plan on aperçoit les plots en attente des miroirs



Miroir parabolique au centre le tube où circule le fluide caloporteur





Autonomy or network?

Two planning approaches in response to energy transition.

The development of new energy resources is a challenge that must be taken up by our society. In fact, the announced decline of the world's oil reserves and the necessity of reducing CO2 emissions in the atmosphere compel us to find other less polluting alternatives.

What are the concrete solutions that exist nowadays?

This study presents two innovative arrangements, precursors of a new ecological approach of the territory, endeavoring to highlight its potentials:

- *The first site in Morocco plans to produce solar energy in the Sahara desert.*
- *The second site, El Hierro is a small island of the Canary Islands which became autonomous in energy thanks to a hybrid system coupling wind power with hydroelectric power.*

These two approaches highlight different strategies, the first one in network plans to supply a large-scale country. The second one anticipates the sufficiency of a limited isolated territory. Both strategies benefit from the specificity of their territory, topography, climate, natural elements ... They outline possible answers for a sustainable development. The study of these two experiments aims at analyzing the investigated solutions.

In fact, what is their impact on the landscape?

What technical knowledge in the art of building and territory development do they implement? We can also question the acceptability of these large ambitious projects by the local populations, which will necessarily mobilize the financial resources and transform the surrounding landscapes.

The first trip to Morocco aims at discovering the NOOR site. It is a solar power plant, whose model could be expanded to other African countries. This project is developed by MASEN (Moroccan Agency for Solar Energy), a company based in Rabat which anticipates on the long run the development of several sites in the country.

The second site, El Hierro, a small Spanish island of the Canary archipelago located to the west of Morocco. A regional planning policy has been carried out for several years in order to make the island autonomous in energy. The locally elected officials have chosen to diversify the sources of energy production in order to meet the needs of the island. «Under the leadership of Tomas Padron, an electrical engineer and a local political figure, the island is endowed with unique sets, both for the preservation of biodiversity and energy production: starting from this year, electricity will be mainly produced on a renewable basis without carbon dioxide emissions and with no continental connection network allowing to manage the intermittence of renewable energies; it would be the only island in the world with such features. »

Meeting this challenge is a critical issue, our generation is already facing climate change... Every day, energy becomes more expensive, and despite the announcement of the «pic oil», the maximum point of world oil production from which the oil reserves will start decreasing, the transition is struggling to start... It becomes a must to think about energy sources that are environmentally friendly, and that contribute to reducing CO2 emissions in the atmosphere, responsible for global warming.

To which time dates back the Anthropocene, the period starting from when the influence of men on the earth system became predominant? If scientists are still debating about it, it's due to the fact that humanity has reached a turning point of its history. For the first time, humanity will have to learn to manage its presence and its processing capacities of global environment.

Since the first oil crisis in 1973, the successive energy and climate crises are gradually raising awareness of the fact that the natural resources on earth are not inexhaustible. This paradigm shift is recent, the concept of «sustainable development» was mentioned in the UN for the first time in 1987. The IPCC report, Intergovernmental Panel in charge of studying climate change in the UN, establishes then the link between human activity and global warming. As result of these researches, the Kyoto Protocol was signed in 1997, aiming to reduce greenhouse gas emissions and mark a turning point in the willingness to struggle against climate change.

For architects and town planners, these new considerations are directly involved in the development of large territories and the search for a balance between city and nature.

In this prospective, Rem Koolhaas proposed a utopian project at the European scale called road-map 2050. Its principle is to produce a map which considers adapting renewable energies according to the features of each country and region in Europe, the wind and wind power in the

North, the sun and solar energy for southern countries, biomass, water powers or geothermal energy for other countries, each one will be producing according to its geography on a large-scale network, fiction or reality?

Similarly, the «Desertec» project proposes a network of electricity production and distribution thanks to a series of solar power stations in the Sahara Desert, which enable other countries to be supplied with energy.

«Desertec» is the name of a large-scale eco-energy concept which predicts the exploitation of the desert energy potential in order to permanently supply all the regions of the world with green electricity. A network of excellent solar power stations (solar satellite dishes) would be implemented in the countries of the Saharan belt. The electricity production would be subsequently carried out by high voltage lines placed in the bottom of the Mediterranean. »

Desertec is still difficult to achieve today, given the political tensions between the different countries of the Maghreb as well as the technical developments. The cost and complexity of the work do not currently allow the profitability of the project... But who knows if tomorrow, with an increased price of fossil fuels: gas, oil and hydrocarbons, the project may become a plausible solution for Mediterranean countries?

This energy transition, or the announcement of the «third industrial revolution» prophesied by Jeremy Rifkin still seems utopian, yet concrete innovations have seen the light.

This is the case of the two projects studied here, the NOOR solar power station in Morocco and the energy self-sufficiency arrangement of El Hierro Island.

Both projects offer innovative territory planning, providing an initial response to the search for new sources of non-polluting energy. They provide a constructive thinking throughout the territory and societies living there by using local resources and their ability to produce «green energy» thanks to the actual natural resources. The particular features and assets of a region previously isolated and deserted thus have a different aspect.

In a more nuanced way, however, both projects are relatively exploring different tracks: the first one is considering a production intended for supplying distant cities and populations. The second one is carried out in an autarkic perspective directly related to satisfying the needs of the surrounding populations.

Interview of February 12th, 2014.

With Mr Obaid Amrane, MASEN - Moroccan Agency for Solar Energy, RABAT, MOROCCO

*

A solar power plant project in the Moroccan desert

Faced with global warming and the announced exhaustion of fossil fuels some countries have initiated a first step towards energy transition and development of renewable energy. This is the case of Morocco particularly with the solar plant project of NOOR in Ouarzazate in the High Atlas desert.

It is a pilot project that we would like to present for its innovative aspect of territory planning precursor of a «green» industrial revolution which is struggling to exist?

The concept of «Desertec» a utopia?

Originally, Desertec is a concept, a project of network solar power plants in the Sahara desert. This large scale planning continues to inspire researchers. The scale of the project extends over several countries in North Africa, with a scale and capacity that would allow to supply electricity to Western countries. An utopia according to some, and a colonialist project according to others, Desertec remains difficult to achieve today given the political tensions between the different countries of the Maghreb, as well as the technical developments. The cost and complexity of the work do not currently allow the profitability of the project...

But who knows if tomorrow, with an increased price of fossil fuels: gas, oil and hydrocarbons, the project may become a plausible solution for Mediterranean countries? «DESERTEC» raises many criticisms for its 'colonialist' aspect in which Western countries benefit from southern ones' resources, but there is nothing that prevent such a project from being equitable.

For the last few years, Morocco has been developing an energy policy oriented towards «green energies», being aware that this field represents the future of the country. The King launched an extensive development plan that might initiate energy transition.

For Morocco, renewable energies represent a competitive development challenge that will provide a substitution for fossil fuels on which the country is dependent, 96% of consumed fossil energy in the country comes from import. The country is rapidly growing and its energy needs are constantly increasing. This would also give access to electricity for the entire poorer population at lower cost.

Morocco is hoping to develop these new energies through a national strategy that plans to develop large infrastructures according to the potential of natural sites. The objective is to reach 42% of renewable energy, produced in Morocco in 2020. To achieve this goal, the Moroccan Solar Plan brings together different sources of energy: wind power, hydraulic power and solar power. Founded in 2010, Masen's mission is to implement the Moroccan Solar Plan. The company hopes to develop this promising sector through innovation, research and the creation of new jobs.

Are these large-scale territory planning projects an unexpected opportunity for rural or desert territories, until then neglected or isolated? This is at least what is affirmed by MASEN which plans to set up a sponsorship in order to build schools, improve transportation, and locally encourage research and training in order to struggle against the isolation of rural villages. MOROCCAN TERRITORY PLANNING: To date, five sites are being studied for the construction of solar power plants for their strong solar potential and extended flat and empty space.

*

Visiting the NOOR solar power plant in Ouarzazate

The first site under construction is the one of Ouarzazate, during the first phase NOOR I should be finalized in 2017. The call for tender is conducted within the framework of a private partnership, signed with an international consortium: Saudi and Spanish, Almeria. For the time being there are 450 hectares of parabolic mirrors that are under construction. This is only the first step in a larger project, supplemented by two other phases, NOOR II and III. The success of this first step will result in the success of the project whose scale is a real challenge for Morocco.

The NOOR I complex, which is still under construction at the time of the visit, is located at 13km from Ouarzazate along the national road 10 towards Errachidia. In the north of the dam El Mansour Eddahbi, a new panel indicates the «NOOR solar complex.» From the road going up the plateau, you can see the lake at the bottom, a large water reserve that powers the station through a pumping station. Once the arid plateau is reached, comes out the bustle of trucks and workers, the only movements in a large silent and impassive landscape.

It is difficult for a tourist to imagine that behind these stones is being constructed one of the most innovative and promising projects in Africa in terms of green energy production. Ouarzazate until then known for its beautiful landscapes, its land architecture of the great Kasbahs or its film studios, will soon unveil this precursor planning program raising hopes for a new dynamic in the region.

In the earlier studies (there are some elements I was not able to get but images are available on the internet), urban planners-architects seem to have integrated geographical constraints into their thinking. Several impact studies on the environment - EIE - are on the internet (on the EIB website «European Investment Bank» of Masen and the one of AFDB «African Development Bank»). The project reproduces an oasis landscape inside the power plant. For the moment, the condition of the construction site does not allow yet the perception of the final landscaping.

At the time of the visit of NOOR 1, the solar field is 70% completed, the power bloc at the center is being constructed. Trucks are following one another transporting one at a time parabolic mirrors coming from Germany and assembled on the spot in the mounting area. They are then transported towards the site where the pending foundations surround the virgin and rocky terrain. Finally canals and retention ponds have been planned in order to protect the site upstream and downstream from heavy runoff water on such a desert site. These development arrange-

ments are also taking into account the nearest village Tasselmante located down the plateau in which is drained some of the runoff water. Right after our visit, violent thunderstorms hit the area, did these development arrangements allow to face the bad weather? Can we predict and anticipate unpredictable natural hazards? Our guide that day reminded us of a local proverb that says «the river always comes back someday.» In this desert landscape, it is difficult to imagine that these furrows called «Chaaba» are dug by rainwater alone, the depth of these traces that are visible from the satellite images remind us of the strength of the storms in this area where no vegetation exists in order to hold the soil.

According to the engineers working on site, NOOR I will produce 160 MW and will be eventually the greatest single piece turbine in the world. There are great power plants that exist in the US, with production sites superior to 160 Mega Watts obtained with two blocks of power instead of one ...

Engineering experiments, progress and produce a new prototype out of each power plant. The latest addition: the power plant of Ivanpah in the Mojave Desert in California, at the border of NEVADA just few kilometers from Las Vegas, was launched in February 2014. The station takes pride in being the largest concentrated thermodynamic power plant in the world. The techniques used are progressing with each project as well as in the case of NOOR with the temporality taken into account, when completed in 2020, it will provide a much higher power estimated at 2GW ...

In the case of NOOR, three phases are planned. In the first place, NOOR I and II consist of parabolic solar collectors made of mirrors that rotate according to the sun on an east / west axis. Through a tube placed in the center of the device, where a heat-transfer fluid flows, called HTF. This liquid imported from the United States is heated by the reflected rays of the sun.

Two other energy production devices are also developed on this site. For NOOR 3 mirrors are arranged around a tower on which all rays converge at one point. Finally, the third zone is intended for the production of energy through solar panels. This part is disposed around a stream that would allow draining the platforms.

On the site several devices are tested which would help getting a «feedback» on each system. In fact, this site is also dedicated to market research since a research platform of 155 hectares were supplements to the project. Other facilities such as the water tank is common to the three areas. It was designed by the Moroccan architect Toufik Mestari and reflects the architecture of Ksar / Ksours of the region, crossed by a central street where two large doors fit in with the desert horizon.

It is regrettable that no housing is provided on the site although only 13 km separate the workers from the city of Ouarzazate. The surrounding small Douars (villages) might find an economic and demographic interest from absorbing this new population. The first edition of Masen festival took place this year in order to promote the process to the public, as well a permanent place on the site would allow reaching a wider audience.

Masen called on an ACWA Power developer who is constructing the power plant and would be in charge of its maintenance. The site of Ouarzazate soon imposed itself as it meets all the selection criteria especially the presence of HV lines for transmitting electricity in the country. The electrical substation is connected to the network by HT lines towards Tzarte, Tinghir and Ouarzazate. In 2020 the Ouarzazate complex should be producing 14% of the national energy. The energy produced is intended for the Moroccan network and will be distributed by the ONE. If there is an excess of energy, it will be sold abroad but for the moment the challenge is still national.

Upstream, NOOR I, II and III are separated by large moats interspersed with reaches allowing the drainage of rain water in case of severe thunderstorm. Downstream of NOOR 1, 8 rainwater retention basins will allow storing water until its evaporation. The 460 hectares of the first phase are on a slightly sloping terrain, It was therefore necessary to develop 7 platforms in order to get access to the satellite dishes field.

At the center is located the «power bloc», the factory production and energy storage towards which the hot fluid is routed. Thanks to a heat exchanger, steam is produced in order to run a turbine that produces electricity. A portion of the heat is used to heat melted salt, chemical element of which the temperature rises until 340 °. This heat is stored in a reservoir in order provide a 3 hours autonomy during peak hours or during the night.

Masen is encouraging local development, new roads serving the surrounding Douars (villages), a medical caravan set up. The construction site employs 2,000 persons a day mostly those living in the surrounding Douars (villages) like the rural commune of Ghessate which is until today one of the poorest communes in Morocco; these new jobs allow the young natives of the region to return home after their graduation like our young guide, who comes from the village of Assermo. For him, the impact of the power plant is positive, 70 to 75% of employment is local.

Other actions are carried out in education, agriculture and livestock farming in partnership with NGOs such as «Agrisud» or the «Near East Foundation». Some organizations or NGOs are associated, such as «Oasis South» or the carpet cooperative in Tata, «orient occident» and «Yas-mira», and for 3 years now a medical caravan of 35 physicians. Contributing with their expertise and assistance in the distant and isolated villages. A minibus was introduced in the municipality of Ghessate ... Still many other activities are carried out for preschool, the creation of libraries or supplying villages with drinking water...

The objective of Masen is to develop skilled trades in green energy. To transfer knowledge in order to acquire more skills in this innovative field. Lastly, the site is in contact with local universities and a branch of study specialized in renewable energy was created in Ouarzazate. The long term objective is to succeed in mastering the whole chain of solar industry and make Morocco become a pillar between Africa and Europe.

Site visit 11/19/2014

With Ms. Zineb Alaoui, company Geographer; Mr. Abderrazak El Amrani, Engineer; Ms. Nadia Ahansal Engineer and Mr. Abdelhakim Aghazza, Electrical Engineer in ACWA Power Company (Saudi firm). Meeting Ms. Bouchra Hassoun, local development, Masen company.

Special thanks to Mr. Obaid Amrane, Mr. Abdelhai Bousfiha, Architect; Mr. Mohamed Amine Zahr, QHSSE Manager; Mr. Rachid Bayed, Coordinate Director, MASEN - Moroccan Agency for Solar Energy. RABAT, Morocco.

avec le soutien du

MÉCÉNAT
BESNARD DE QUELEN
L'innovation dans l'art de bâtir

*Mécénat géré par le **cnam***