

## L'énergie solaire : une solution face à la boulimie énergétique ?

Lycia Brahmi | Faculté de Provence (France) | Ethical Information Analyst Intern, Covalence SA, Geneva, 29.04.2009

*DISCLAIMER: Covalence employs university students and graduates as [ethical information analyst interns](#) in partnership with various [universities](#). During their 2 to 4 months in-house or distant internship analysts have the opportunity to conduct a research on a topic of their choice. They can present their findings during a staff meeting and write an article that may be published on Covalence website. These articles reflect the intern analysts' own views, opinions and methodological choices, and are published under the responsibility of their individual author.*

Nos économies sont basées sur l'utilisation d'énergies fossiles telles que le charbon, pétrole et le gaz, l'exploitation des réserves est en progression continue afin de répondre à une consommation toujours plus forte. Pourtant ces sources d'énergie ne sont pas illimitées, la prise de conscience que le pétrole sera bientôt une ressource rare et la perception d'un changement climatique nous oblige à définir une nouvelle stratégie énergétique valorisant les énergies renouvelables.

### **Les énergies renouvelables: Le nouveau**

Les énergies renouvelables constituent de nouvelles voies pour garantir l'avenir. Face à la déplétion, il faut exploiter ces nouvelles énergies qui sont disponibles et qui constituent une source illimitée. Ce n'est qu'après le premier choc pétrolier de 1973 que les énergies renouvelables sont revenues sur le devant de la scène; l'envolée du cours de pétrole remet alors l'énergie solaire au goût du jour. Mais la chute rapide de l'or noir coupe très vite à cet élan pour le solaire. L'idée s'impose, que l'on dispose, d'énergie fossile pour suffisamment longtemps, Hors les prévisions ne sont plus aussi optimistes et confirment la déplétion. Le nouveau regain d'intérêt pour ces énergies renouvelables est accéléré par les menaces du réchauffement climatique.

Cet élan européen commence à porter ses fruits. Utiliser directement l'énergie du soleil est une idée ancienne qui se développe selon deux axe majeurs: *le solaire à basse température* pour chauffer l'eau et l'habitat et *le solaire haute température* qui permet de produire de l'électricité. C'est cette seconde forme d'énergie qui sera traitée dans cette présentation, où le projet « Desertec » proposé par la TREC, mise sur le solaire thermique haute température dans le désert du MENA. Nous exposerons les avantages d'un tel projet, qui tente d'apporter des solutions à nos besoins énergétiques et aux enjeux climatiques.

## Energie solaire thermique haute température

### Qu'est-ce que le solaire haute température ?

La concentration optique des rayons du soleil permet d'obtenir de très hautes températures. Selon les différentes technologies de captage, la chaleur produite est généralement comprise entre 400 °C et 1 000 °C.

On distingue deux usages principaux :

- la production de chaleur (thermique),
- la production d'électricité (thermodynamique).

Dans leur principe, les concentrateurs optiques superposent en un même point des rayons solaires collectés sur une surface de captage, le plus souvent formée de miroirs. Différentes géométries de concentrateurs ont été expérimentées. Ils sont dotés de dispositifs de suivi de la course du soleil, en hauteur ou en hauteur et en azimut.

Attention, les systèmes solaires à concentration collectent uniquement le rayonnement solaire direct, alors que les capteurs solaires plans non concentrateurs et les modules photovoltaïques captent également le rayonnement diffus.



### Quel est l'intérêt du solaire haute température ?

Dans **les centrales solaires à concentration**, on peut produire de grandes quantités d'électricité. Cette filière, promue dans les années 1970, a été délaissée à la suite du contre-choc pétrolier de 1986. Aujourd'hui, elle intéresse à nouveau les industriels, les investisseurs et les compagnies électriques, car elle est source de kilowattheures propres et participe ainsi à la lutte contre l'effet de serre. En concentrant l'énergie solaire, on obtient une température très élevée qui permet de produire de la vapeur. En faisant tourner une turbine, la vapeur génère de l'électricité destinée au réseau de distribution général. C'est l'héliothermodynamique, soit l'art de produire de l'électricité avec la chaleur du soleil.

## Quels sont les avantages du solaire haute température par rapport au solaire photovoltaïque ?

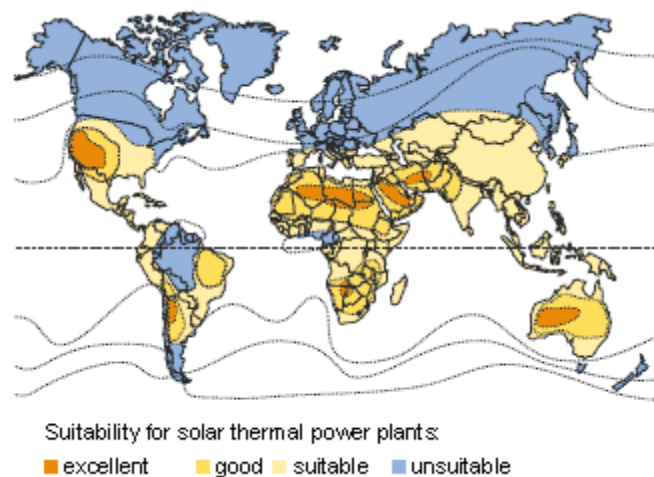
### Le stockage

Avantage significatif par rapport au photovoltaïque ou à l'éolien, il est possible de stocker la chaleur solaire pour une utilisation à court terme et locale, ou sous forme d'hydrogène, par exemple pour une utilisation différée ou éloignée du site.

### L'hybridation

Il est possible d'hybrider les centrales avec une source de chaleur fossile (gaz par exemple) ou d'origine renouvelable (biomasse). Ce système permet de fournir l'énergie thermique nécessaire au fonctionnement du cycle lors des périodes de faible ensoleillement.

## Dans quelles régions peut-on exploiter le solaire haute température ?



Source: SCHOTT AG

L'exploitation de l'énergie solaire sous cette forme requiert des conditions d'ensoleillement qui sont propres à certaines régions du monde seulement. Le rayonnement solaire direct est plus abondant (supérieur à 2000 kWh/m<sup>2</sup>.an) dans une zone géographique appelée la ceinture solaire. Les meilleures zones sont le Sahara, les déserts australiens ou californiens mais également les zones méditerranéennes.

## Quel est le coût de l'électricité produite ?

Sous un climat méditerranéen (2000 kWh/m<sup>2</sup>.an), le coût de production de l'électricité oscille entre 0,15 et 0,20€/kWh, selon la technologie mise en œuvre. Certains pays, comme l'Espagne, ont mis en place un tarif d'achat de l'électricité incitatif pour accélérer le développement de centrales commerciales. Pour rendre la filière compétitive face aux technologies fossiles et nucléaires, les chercheurs et les industriels planchent sur une réduction des coûts de l'ordre de 50 à 60% à l'horizon 2015.

Les prévisions démographiques tablent sur un pic de 9 milliards d'individus en 2050, suite à cette augmentation toujours croissante, la demande totale en énergie sera de plus en plus importante.

L'AIE (Agence internationale de l'énergie) prévoit qu'en 2030, la planète consommera presque deux fois plus d'électricité qu'en 2002, soit 31 000 Twh<sup>1</sup>, ce qui correspond à une croissance de 2,5% par an. L'AIE prévoit que les centrales à pétrole fourniront 12000 Twh.

Il est possible d'utiliser à leur place des énergies renouvelables et de réduire ainsi la pression sur la demande de pétrole. Pour répondre à ces besoins énergétiques, il est vital de se tourner vers des énergies dites « propres » respectueuses de l'environnement.

## Trans-Mediterranean Renewable Energy Cooperation (Trec)



Clean Power from Deserts  
Trans-Mediterranean  
Renewable Energy Cooperation  
An Initiative of The Club of Rome

Le TREC est une organisation non gouvernementale de prospective et de lobbying pour un concept innovant et gigantesque appelé DESERTEC. Le tout sous les couleurs du fameux Club de Rome qui avait tiré l'alarme du réchauffement climatique dans les années 1970.

Ainsi depuis les années 1990 des pays précurseurs dont l'Union européenne ont soutenu et financé des programmes ambitieux de recherche et développement, l'Allemagne, grâce à une forte volonté politique s'est montrée très dynamique dans l'essor de ces énergies.

Le concept Desertec fait partie de ces projets qui tentent d'apporter une solution aux enjeux économiques et environnementaux de ce siècle.

---

1 1TWh (térawattheure) vaut un milliard de kilowatteures.

Depuis sa création, le Club de Rome, initiateur du projet, est en collaboration avec des représentants politiques, industriels et investisseurs pour pouvoir le réaliser.

Les études empiriques conduites par le Centre Aéronautique et Spatial Allemand (DLR) montrent que l'implantation de centrales thermiques solaires (Concentrating Solar Power, CSP) sur moins de 1% de la surface désertique de la MENA produirait assez d'électricité et d'eau pour l'EU-MENA.

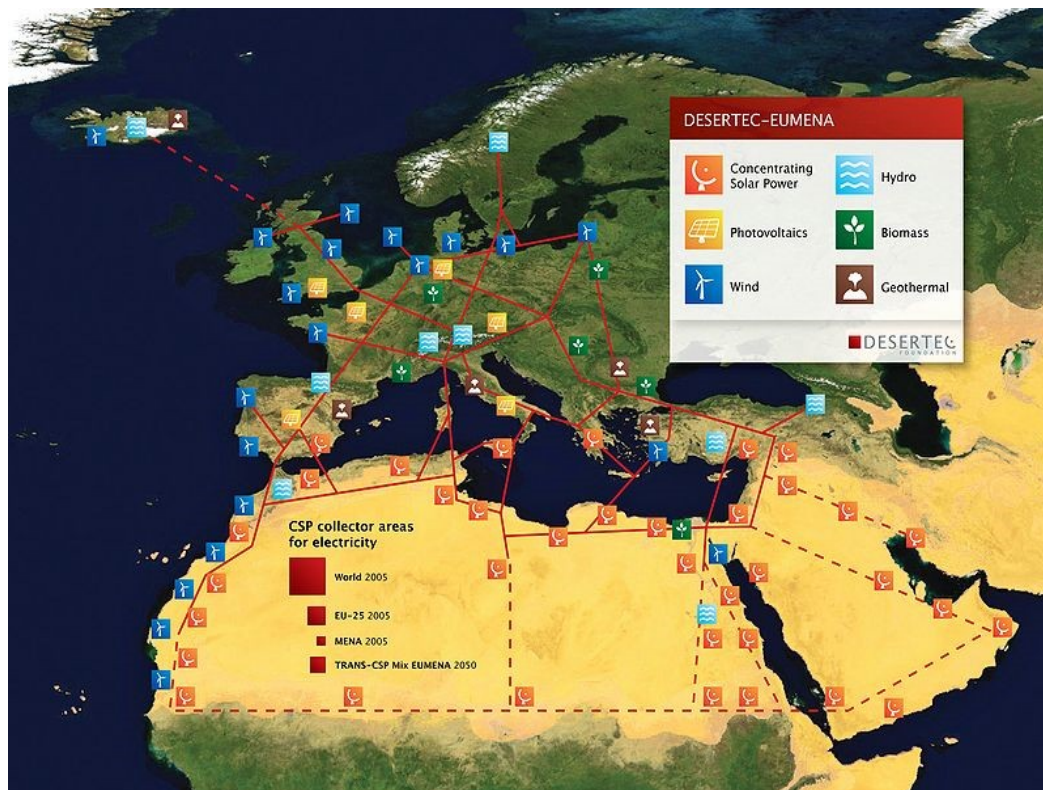


En effet, la création d'un réseau reliant l'Afrique du Nord, le Moyen Orient et l'Europe permettra l'approvisionnement énergétique de celle-ci grâce au solaire thermique concentré.

Ceci à l'aide de lignes électriques de transmission CCHT2 (**Courant Continu Haute Tension**), d'une capacité de 3GW utilisées sur de longues distances, permettant d'avoir de très faibles pertes (3% de perte pour 1000km), ceci pour un surcoût presque négligeable de 0,5 centimes d'euros par kWh CSP produit dans le Sahara et consommé en Europe, selon Gunnar Asplund du groupe ABB, l'un des leaders mondiaux de l'HVDC.

---

2 Un HVDC est un équipement d'électronique de puissance, utilisé pour la transmission de l'électricité en courant continu haute tension. *High Voltage Direct Current*, en anglais. (CCHT).



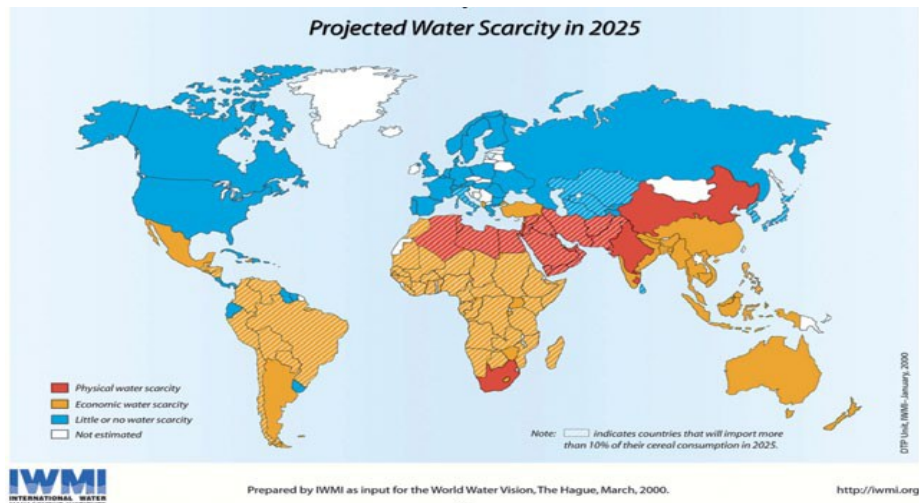
L'énergie solaire des déserts combinée aux énergies renouvelables européennes diversifiera le portfolio énergétique de l'Europe et permettra d'assurer sa sécurité d'approvisionnement énergétique. Le mix énergétique contribuera à la diminution des émissions de CO<sub>2</sub> de près de 70% en 2050.

De plus, il est possible de coproduire énergie et eau douce grâce au solaire; avec l'énergie produite, complétée par des installations éolienne et cogénération, permettrait également de dessaler massivement l'eau de mer afin de répondre aux besoins en eau des régions productrices.

Le rapport « AQUA –CSP »<sup>3</sup> a analysé l'impact socioéconomique et environnemental sur la région MENA. L'eau douce pourra répondre aux besoins en eau de la région qui devra répondre à une pénurie d'eau en 2025 selon les prévisions de l'organisation météorologique mondiale<sup>4</sup> (OMM).

3 Consultable sur [http://www.dlr.de/tt/desktopdefault.aspx/tabid-2885/4422\\_read-10810/](http://www.dlr.de/tt/desktopdefault.aspx/tabid-2885/4422_read-10810/)

4 L'Organisation météorologique mondiale (OMM) est l'institution spécialisée des Nations Unies qui fait autorité pour tout ce qui concerne l'état et le comportement de l'atmosphère terrestre, son interaction avec les océans, le climat qui en est issu et la répartition des ressources en eau qui en résulte. <http://www.wmo.int>



Desertec contribuera au développement en Afrique et au Moyen-Orient. Deux tiers de la production électrique sera servira aux besoins locaux en énergie, un tiers sera destinée à l'exportation.

#### Quels pays portent le développement de la filière?

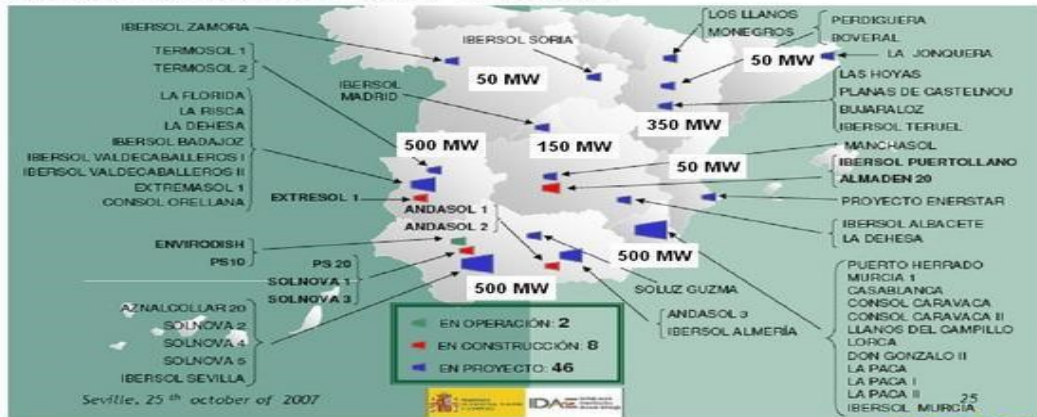


- **Les Etats-Unis**, pays berceau de la filière, concentrent aujourd'hui quasiment toute la puissance héliothermodynamique installée dans le monde avec 355MWe. Quatre États américains sont particulièrement engagés dans le développement de nouveaux projets : le Nevada avec 64MWe qui seront mis en service courant 2007 (sociétés Acciona et Solargenix), la Californie où 2 contrats ont été signés pour développer 800 MWe entre 2008 et 2011, l'Arizona

et le Nouveau-Mexique.

- La renaissance de la filière est aussi désormais portée par **l'Espagne**, qui s'est fixé un objectif de 500 MWe pour 2010. Forte de l'expérience issue de ses premiers sites héliothermodynamiques localisés à Almeria, le pays a inauguré la première centrale commerciale à Séville en 2006 (PS10 avec 11MWe). La prochaine est attendue pour 2008 en Grenade (Andasol 1 avec 50 MWe). Au total, plus de 1500 MWe sont en projet.

At the end of 2007 more than 50 CSP projects with about 2150 MW have been registered by the Ministry of Industry



- Du côté de l'Allemagne, plusieurs industriels et bureaux d'études travaillent sur des techniques destinées à être développées dans des pays du Sud: Schott a ouvert une usine de production pour équiper des centrales solaires en construction, Schlaich Bergermann und Partner (SBP) participe au développement du collecteur parabolique Eurodish, dont 7 exemplaires de 10 kW fonctionnent en Europe et en Inde.
- Une dizaine de projets de centrales héliothermodynamiques sont à l'étude ailleurs dans le monde: **Mexique, Algérie, Iran, Afrique du Sud, Australie, Egypte, Israël, Maroc...**

Voir aussi, Les treize plus grands projets thermosolaires dans le monde<sup>5</sup>

Le concept Desertec est basé sur la multiplication des centrales thermiques solaires et des fermes éoliennes là où les ressources de rayonnement et de vent sont les plus abondantes .

Selon, les prévisions ,en 2050,vingt à quarante lignes d'une capacité de 2000-5000 MW chacune ,pourrait fournir 15% de l'électricité européenne directement de l'énergie solaire du désert, favorisée par un coût de production de 5centimes d'euros/kWh.

<sup>5</sup> the world's 13 Biggest Solar Thermal Energy Projects, published on April 12<sup>th</sup>,2008  
<http://ecoworldly.com/2008/04/12/mega-solar-the-worlds-13-biggest-solar-thermal-energy-projects/>

Year		2020	2030	2040	2050
Transfer Capacity GW		2 x 5	8 x 5	14 x 5	20 x 5
Electricity Transfer TWh/y		60	230	470	700
Capacity Factor		0.60	0.67	0.75	0.80
Turnover Billion €/y		3.8	12.5	24	35
Land Area km x km	CSP HVDC	15 x 15 3100 x 0.1	30 x 30 3600 x 0.4	40 x 40 3600 x 0.7	50 x 50 3600 x 1.0
Investment Billion €	CSP HVDC	42 5	143 20	245 31	350 45
Elec. Cost €/kWh	CSP HVDC	0.050 0.014	0.045 0.010	0.040 0.010	0.040 0.010

Main indicators of a EUMENA High Voltage Direct Current (HVDC) interconnection for Concentrating Solar Thermal Power (CSP) from 2020 – 2050

D'après le scénario de TRANS-CSP, si les centrales thermiques solaires étaient construites en grand nombre, des économies d'échelle pourraient être réalisées, les coûts pourraient être abaissés jusqu'à 4-5 centimes d'euros le kWh.

Aujourd'hui une centrale thermique produit de l'électricité pour 0.14-0;18 centimes d'euros/kWh selon le degré d'insolation de la région.

avec une capacité de 5000 MW installée, ce prix pourrait être abaissé à 0.08-0.12 centimes d'euros/kWh, et 0.04-0.06 centimes d'euros/kWh, une fois une capacité de 100 GW installée.

### Impact environnemental et socio-economique

L'énergie solaire est une énergie propre, en effet elle permet la production d'électricité, notamment sans émission de gaz à effet de serre.

Les besoins en matériaux pour la construction et l'équipement sont relativement importants.<sup>6</sup>

Toutefois, si la séparation des différents matériaux en fin de vie de la centrale est prise en considération dans la conception des équipements, le recyclage de ces matériaux peut se faire facilement et avec des bons rendements. L'évaluation du cycle de vie des émissions produites, ainsi que les impacts des systèmes CSP sur les couches superficielles du sol, indique que ces technologies permettent de réduire

<sup>6</sup> rapport GEZEN, janvier 2007, page 10

<http://www.gezen.nl/wordpress/wpcontent/uploads/2007/01/macroengineering-5.pdf>

sensiblement les émissions de gaz à effet de serre (GES) et autres polluants sans créer d'autres risques pour l'environnement ou des risques de contamination.

Par ailleurs, il est considéré que l'énergie consommée lors de la fabrication des CSP est compensée actuellement en 5 mois de fonctionnement (temps de retour énergétique).

Un rapport, publié en septembre 2005 par la Fédération européenne de l'industrie solaire thermique (ESTIF), Greenpeace et SolarPaces de l'AIE, a indiqué qu'il n'y a pas d'obstacles techniques, économiques ou en matière de ressources à ce que l'énergie solaire thermique satisfasse 5 % des besoins mondiaux en électricité d'ici à 2040. Les auteurs ont calculé que les centrales CSP pourraient produire 95,8 TWh/an d'ici à 2025, évitant le rejet de 57,5 millions de tonnes de CO<sub>2</sub> par an dans l'atmosphère pour 362 millions de tonnes cumulées au cours des 20 prochaines années. Toujours d'après le rapport, d'ici à 2040, les centrales CSP pourraient produire jusqu'à 16 000 TWh par an.

L'énergie solaire contribue donc, comme toutes les énergies renouvelables à la lutte contre le réchauffement climatique et procure des avantages financiers liés aux économies de CO<sub>2</sub>.

La région méditerranéenne présente des conditions climatiques très favorables pour le développement de technologies solaires à grande échelle de manière rentable.

Les technologies solaires ont atteint un stade de maturité technologique suffisant pour un développement à grande échelle.

Les centrales solaires, peuvent, en lien avec des technologies de stockage de l'énergie déjà existante pour le solaire à concentration, contribuer à la production d'électricité de base.

Au niveau industriel, ces technologies sont encore peu développées : elles représentent donc un potentiel important pour la création de nouveaux marchés et sont prometteuses en terme de création d'emploi, de transfert technologique et donc de développement économique et social.

Au niveau politique, ce type de projet favorisera la coopération à bénéfices (financiers et matériels) mutuels entre des pays, se positionnant comme un facteur de paix en permettant à différents acteurs de s'investir dans des actions communes.

Il permettra de se passer d'un certain nombre de centrales thermiques conventionnelles et même de sortir progressivement de l'option nucléaire en assurant une production électrique fiable dans la continuité.

De plus, la TREC présente deux projets pour aider à baisser les coûts de la CSP et à soulager des problèmes sociaux et politiques pressants en même temps.

Les deux projets sont techniquement possibles, mais ils exigent un support financier et politique:

➤ **Gaza Solar & Water Project : Construction de centrales thermiques solaires pour la génération d'électricité (1 GW en totalité) et le dessalement d'eau de mer combinés.**

Ces centrales feraient partie d'un programme de réhabilitation internationale de la bande de Gaza, et pourraient être construites **dans la région littorale du Sinaï égyptien**. Avec une installation de conduites d'eau et de lignes électriques destinées à la bande de Gaza, elles fourniraient un approvisionnement à 2-3 millions de personnes. Ce projet pourrait devenir **le tournant des problèmes sociaux et économiques** actuellement désastreux de la bande de Gaza, des conflits régionaux sur l'eau et du processus de paix bloqué entre Israël et la Palestine.

L'investissement total nécessaire est estimé à environ **5 milliards d'euros**.

➤ **Sana'a Solar Water Project** : La construction de centrales de dessalement et d'électricité près de la Mer Rouge pour la capitale Yéménite Sana qui se trouve devant l'épuisement de ses réserves en eau souterraine d'ici 15 ans. Ces centrales, actionnées par l'énergie solaire, fourniraient **de l'eau douce pour Sana'a** et produiraient la puissance électrique nécessaire pour le pompage de cette eau, par un pipeline vers la ville située à une altitude de 2200, mètres. Ce projet- Sana'a pourrait **éviter un désastre humanitaire et des troubles sociaux surgissant au Yémen**, et sauverait un héritage culturel d'une importance mondiale. Déplacer une population de 2 millions de personnes vers de nouveaux lieux habitables coûterait d'environ 30 milliards d'euros. Cette solution coûte beaucoup plus cher que les **5 milliards d'euros** nécessaires pour le projet alternatif. : laisser rester la population sur place en Sana'a et construire des centrales thermiques solaires et un pipeline à leur approvisionnement d'eau.

## **Conclusion**

l'extraordinaire croissance démographique et industrielle de l'humanité n'est pas sans conséquences sur l'environnement, le réchauffement climatique qui constitue aujourd'hui un problème majeur ..

Les études du DLR confirment le potentiel de l'énergie solaire et éolienne au MENA.

Une plus grande utilisation de ces sources relativement inexploitées contribuera à atténuer le changement climatique et stimuler les économies, en créant des emplois et en augmentant l'intégrité et la sécurité du réseau électrique.

les pays du MENA pourraient, grâce au projet DESERTEC, avoir valorisé leurs déserts comme sources d'énergie propre et inépuisable, faisant d'une pierre quatre coups : ils produiraient de manière propre leur énergie et une bonne partie de celle de l'Europe, ils pourraient, grâce à cette énergie propre et abondante, dessaler l'eau de mer et résoudre leur problème d'accès à l'eau potable, ils trouveraient les moyens de développer sur le plan économique et agricole des régions arides ou désertiques et ils contribueraient ainsi à réduire considérablement les émissions de gaz à effet de serre au niveau européen et mondial. Il est donc dans l'intérêt de l'Europe à long terme de nouer un nouveau et ambitieux partenariat énergétique avec l'Afrique et le Moyen Orient et d'aider massivement ces régions à pouvoir exploiter leur immense potentiel énergétique.

De ce fait, une forte volonté politique est indispensable à la mise en place de réglementations, promouvoir l'intégration régionale des marchés de l'énergie et d'encourager le recours à l'énergie solaire et promouvoir ainsi une nouvelle éthique environnementale.

## **Bibliographie**

### **Ouvrages**

IEA, Renewable Energy, OCDE/AIE éditeurs, 2004.

IEA, Statistics Renewable Information, OCDE/AIE éditeurs, 2005.

Wingert J.-L, La vie après le pétrole, Autrement, 2005.

### **Rapports**

Le livre blanc de TREC, "*Clean Power from Deserts - The DESERTEC Concept for Energy, Water and Climate Security*"

" Concentrating Solar Power for Seawater Desalination", Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety, Germany

### Sites Internet

[www.desertec.org](http://www.desertec.org)

[www.greenpeace.org](http://www.greenpeace.org)

[www.iea.org](http://www.iea.org)

[www.energies-renouvelables.com](http://www.energies-renouvelables.com)

[www.solarplace.org](http://www.solarplace.org)

[www.un.org](http://www.un.org)

[www.dlr.de](http://www.dlr.de)