



# Le projet Desertec

## Méga-puissance dans le désert?



Photo: Schott

D'ici 2050, les installations CSP (Concentrating Solar Power) d'Afrique et du Moyen-Orient devraient couvrir 15 à 20% des besoins énergétiques de l'Europe. C'est en tout cas l'objectif de "Desertec Industrial Initiative", un consortium de multinationales technologiques et financières. L'optimisation et la production de masse imminente de ces systèmes CSP font que cette technologie semble promise à un bel avenir...

— Par Ing. Koen Vandepopuliere M.Sc., Control & Automation Magazine

L'effet de serre constitue une menace sans cesse croissante. Ce phénomène peut être ralenti, voire stoppé, en émettant moins de gaz à effet de serre, en l'occurrence du CO2, ce qui implique à son tour une utilisation plus restreinte des carburants fossiles, même dans les centrales électriques ! Les méthodes alternatives de production de courant connaissent dès lors de plus en plus de succès. Il suffit de penser aux turbines éoliennes, aux centrales hydro-électriques, aux cellules photovoltaïques, aux installations géothermiques, aux systèmes utilisant la biomasse, l'action des marées, ... Par ailleurs, dans certaines régions, surtout désertiques, la DNI (Direct Normal Irradiance - la valeur permettant de mesurer l'intensité solaire) est particulièrement élevée. Hassan bin Talal, ancien président du Club de Rome et membre du World Future Council : "En fait, le soleil émet

10.000 plus d'énergie que ce que l'humanité consomme. Chaque jour, les déserts reçoivent 700 fois plus d'énergie solaire que ce que la population mondiale extrait des carburants fossiles." C'est surtout dans le sud-ouest des Etats-Unis et de l'Australie que l'on retrouve ces territoires et bien entendu aussi, dans le Sahara, un vaste territoire peu peuplé situé au sud de l'Europe. Le docteur Dr. Gerhard Knies a très vite compris quelles étaient les possibilités offertes par cette région. Ce ressortissant allemand aujourd'hui relativement âgé a autrefois travaillé au CERN et à l'Université de Californie - Berkeley, et est président du Supervisory Board de la Desertec Foundation. C'est lui qui a lancé l'idée de construire des installations CSP au Sahara.

### Concentrating Solar Power

Le principe de base du CSP (géné-



Photo: Desertec Foundation

**Gerhard Knies : "Dans les déserts, le soleil produit chaque jour 700 fois plus d'énergie que ce que l'on extrait dans le monde entier en carburants fossiles."**

ration d'électricité par la chaleur solaire) est simple. La chaleur solaire chauffe de l'eau qui se transforme en vapeur et entraîne une turbine. Le mouvement ainsi généré est converti en électricité, d'une manière comparable à ce qui se fait dans les centrales électriques actuelles, les différences étant assez réduites. La température de la vapeur des installations CSP est par exemple inférieure à

**Le type de CSP actuellement le plus utilisé est le "miroir incurvé parabolique semi-ouvert".**

celle des installations fonctionnant à partir de carburants fossiles. La conséquence, c'est que les turbines utilisées sont plus petites et aussi plus flexibles : elles doivent en effet s'adapter rapidement au lever et au coucher du soleil et dans des régions comme l'Espagne, à une épaisse couverture nuageuse. Il existe, de façon sommaire, trois grands systèmes CSP. Leur caractéristique commune est que l'énergie solaire est collectée dans une petite zone à l'aide de miroirs, ce qui génère une température élevée. Le type de CSP le plus utilisé à l'heure actuelle est celui du "miroir incurvé parabolique semi-ouvert". C'est au niveau de la ligne où la lumière est concentrée (ligne focale) que se trouve, dans un tube, un liquide absorbant la chaleur et la transportant vers la turbine. Il s'agit généralement d'une huile mais parfois aussi de sels se liquéfiant à une température donnée. Les miroirs de Fresnel constituent un deuxième type d'installation. Des rangées de miroirs plats placés en oblique dirigent les rayons du soleil sur un tube (contenant de l'huile ou

des sels liquides) suspendu entre plusieurs rangées. L'avantage, c'est que les miroirs sont moins chers que dans un système parabolique, l'inconvénient étant qu'un tel système s'avère moins efficace. Citons enfin la "tour solaire". Celle-ci fait appel à des miroirs plats qui dirigent la lumière vers la partie supérieure d'une tour centrale. Ce concept présente l'avantage de pouvoir atteindre des températures particulièrement élevées (jusqu'à 850°C). L'inconvénient, c'est que l'efficacité de ces miroirs diminue rapidement plus ils sont éloignés de la tour, ce qui limite la taille des installations. Il est par ailleurs important de savoir que de nombreuses centrales thermiques solaires sont également capables de stocker de la chaleur afin de produire aussi de l'électricité pendant la nuit. La vapeur est ici conservée dans des conteneurs isolés ou est à nouveau mise en contact avec des sels liquides qui se réchauffent et sont conservés dans des récipients du même type.

### La différence

La génération d'énergie via des systèmes CSP existe depuis longtemps. En 1866, Auguste Mouchot faisait déjà appel à un miroir incurvé parabolique pour générer de la vapeur grâce à laquelle il entraînait un moteur. Depuis lors, cette technologie n'a fait que se développer et les recherches l'ont rendue de plus en plus efficace. Ces dernières décennies, ces installations, dans des régions à forte DNI, ont donc laissé entrevoir un énorme potentiel. Un bel exemple en est constitué par la grille d'installations à chaleur solaire du désert de Mojave en Californie. Ce cluster fonctionne entre-temps déjà depuis 20 ans et injecte 350 MW dans le réseau, soit assez pour alimenter 200.000 ménages en électricité. Les choses ne cessent toutefois de s'accélérer. Depuis 2007, en Espagne, près de Séville, la tour solaire PS 10 a été mise en service : elle délivre 11 MW. Toujours en Espagne, la centrale à miroir incurvé ANDASOL-1 près de Guadix génère 50 MW; le stockage d'énergie est par ailleurs possible pendant 7 heures. Ces trois dernières années, à Las Vegas (Etats-Unis), on a également mis en service une centrale à miroir incurvé NEVADA SOLAR-1 (64 MW) alors qu'à Bakersfield,

en Californie, c'est la centrale à miroirs de Fresnel KIMBERLINA de 5 MW qui a été lancée. On en construit encore de nouvelles actuellement en Espagne (pour un total de 1.950 MW), aux Etats-Unis (2.500 MW) et dans d'autres pays: Maroc, Algérie, Egypte et Australie (plusieurs GW). La principale pierre d'achoppement semble être le financement : depuis l'éclosion de la crise, les banques sont en effet devenues relativement frileuses. Les CSP ne sont pas rentables dans les régions à faible DNI, ce qui est le cas de pratiquement toute l'Europe. Le transfert d'électricité doit par conséquent se faire à partir de territoires très éloignés, par exemple le Sahara. Toutefois, si cela passait par des lignes de courant alternatif conventionnelles, on enregistrerait des pertes très importantes, ce qui détruirait toute rentabilité. On a entre-temps aussi



Photo: Desertec Foundation

**Pour couvrir entre 15 et 20% des besoins énergétiques de l'Europe, il faut disposer de 2.500 km² (la superficie de la province du Limbourg).**

conçu des lignes HVDC (High Voltage Direct Transmission). Quand on les utilise, la perte n'est que de 10% pour 3.000 km - la distance du Sahara à l'Europe Centrale. Les CSP lointains redeviennent ainsi intéressants ! Ce qui l'est tout autant, c'est que la chaleur résiduelle libérée par la génération d'énergie peut rendre d'énormes services en Afrique du Nord et au Moyen-Orient pour dessaler l'eau de mer. Dans ces régions, l'eau douce se raréfie en effet de plus en plus. Il existe même des régions du Yémen où l'eau potable diminue de 6 mètres par an ! Et ce, alors même que les besoins en "or bleu" ne font qu'augmenter. En Egypte, d'ici 2050, il faudra même trouver une quantité d'eau douce complémentaire égale à toute la contenance du Nil.

### Objectif 2050

Tandis que l'on poursuivait l'affinage des technologies CSP et HDDC, Gerhard Knies a créé, par lobbying, tout un réseau d'individus, d'organismes et d'entreprises soutenant ce "Desertec". Ses efforts ont abouti, en juillet 2009, à la fondation de la Desertec Industrial Initiative GmbH (en abrégé DII), un consortium d'entreprises des secteurs financiers et technologiques parmi lesquelles Siemens, ABB, E.ON, MAN Solar Millennium, la Deutsche Bank et Munich Re. Les entreprises allemandes y sont fortement représentées mais des efforts ont été entrepris pour attirer davantage d'acteurs d'autres pays. Electricité de France, Red Eléctrica de España et quelques sociétés nord-africaines ont notamment fait preuve d'un certain intérêt.

du cycle de génération de vapeur en eau fraîche. Le refroidissement peut toutefois aussi être assuré par l'air, même si cela s'avère 20% moins efficace. Dans ce cas, les déserts rocheux d'Algérie semblent les plus appropriés : on y enregistre en effet moins de tempêtes de sable susceptibles d'endommager les miroirs. Il ne suffit cependant pas de trouver des lieux adéquats pour implanter les systèmes CSP. Il faut également poser 3.600 km de lignes HVDC et même probablement un peu plus car l'Afrique du Nord et le Moyen-Orient prélèveront également du courant. Le prix de revient global de Desertec est entre-temps estimé à 400 milliards d'euros.

### Rentable?

Selon Hans Müller Steinhagen, on tente actuellement d'augmenter l'efficacité de la production d'électricité par les systèmes CSP. "Nous arrivons aujourd'hui en moyenne à 15% mais si nous parvenions à 20%, nous aurions besoin d'un tiers de surfaces en moins pour les installations CSP, ce qui ferait sérieusement chuter le prix de revient. Nous expérimentons également la génération directe de vapeur. Dans ce cas, l'eau se trouve dans des tuyaux et elle y est transformée en vapeur qui est directement envoyée vers la turbine. Nous testons aussi d'autres supports de stockage que les huiles et les sels actuellement utilisés. Chacune de ces mesures ne permettra peut-être que de gagner un petit pour cent mais leurs effets cumulés, sur toute la durée de vie de l'installation, pourraient être relativement importants." Notre interlocuteur s'attend par ailleurs à ce que de plus en plus d'entreprises cherchent à concevoir des technologies bien adaptées à ce concept, ... à moins qu'elles n'investissent elles-mêmes dans des installations CSP. On assistera aussi progressivement à une production de masse des composants, ce qui fera à son tour chuter le prix de revient. Dans les régions affichant les valeurs DNI les plus élevées, celui-ci est inférieur à 20 cents/KWh et selon le professeur Steinhagen, les prix pourraient être, d'ici 15 ans, comparables à ceux de l'électricité classique. L'avenir appartiendrait-il au soleil? <<