

# RECAPITULATIF DES PRINCIPAUX PROJETS DE TOURS SOLAIRES GEANTES :

## Le 1<sup>er</sup> concept... : la Cheminée Solaire à courant d'air ascendant

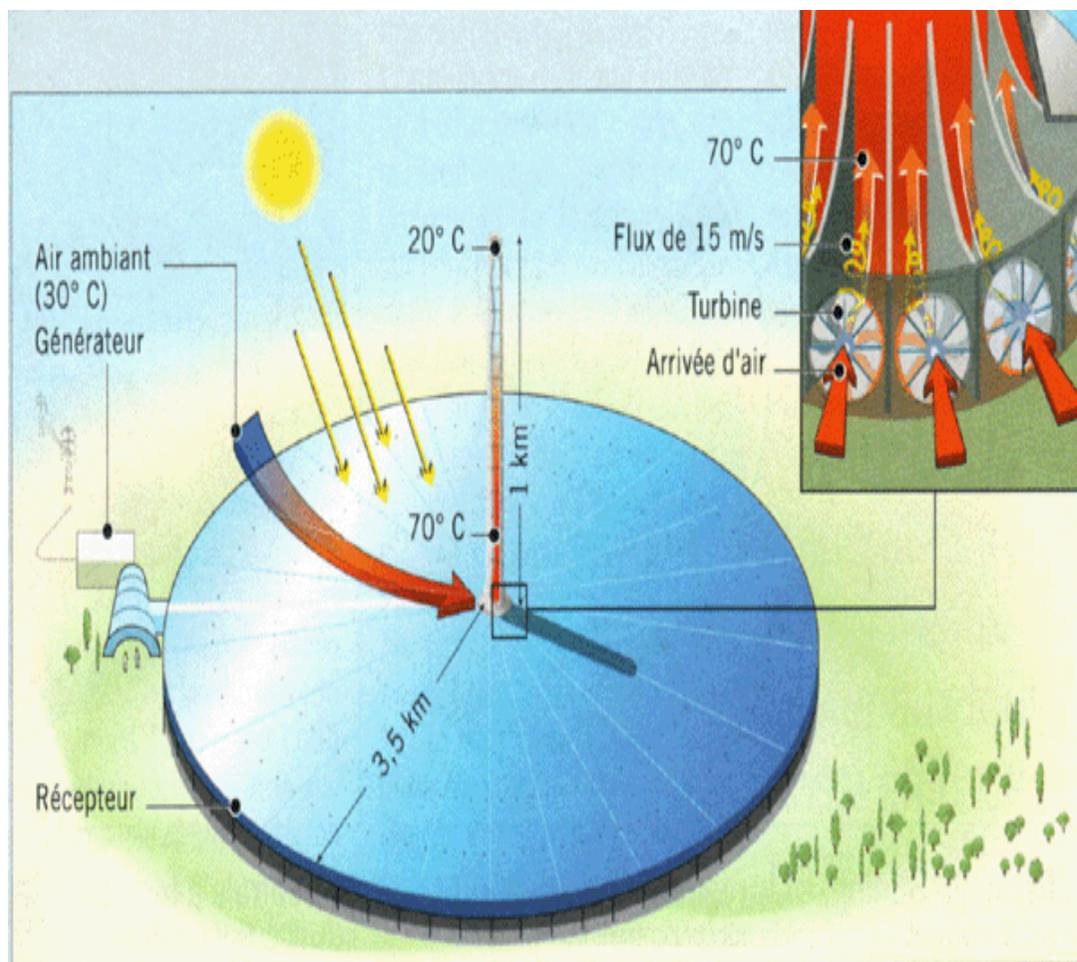
Autres noms : cheminées solaires, vent artificiel, montagnes solaires, tours flottantes, etc.

[http://fr.wikipedia.org/wiki/Tour\\_solaire](http://fr.wikipedia.org/wiki/Tour_solaire)

[http://en.wikipedia.org/wiki/Solar\\_updraft\\_tower](http://en.wikipedia.org/wiki/Solar_updraft_tower)

[http://es.wikipedia.org/wiki/Torre\\_solar](http://es.wikipedia.org/wiki/Torre_solar)

[http://fr.wikipedia.org/wiki/Montagne\\_solaire](http://fr.wikipedia.org/wiki/Montagne_solaire)



Une **tour solaire** est une centrale à énergie renouvelable construite de manière ce que de l'air d'une serre chauffé par le soleil soit à canalisé dans une cheminée, afin d'actionner des turbines pour produire de l'électricité. Ce concept a été inventé en 1903 par le colonel espagnol Isidoro Cabanyes comme en atteste la publication *La energía eléctrica*, puis décrit en 1931 par Hanns Günther et enfin développé et concrétisé par l'ingénieur allemand [Jörg Schlaich](#) dans les années 80.

La tour n'est en fait qu'une cheminée. Son fonctionnement se base sur un principe simple : l'air chaud étant plus léger que l'air froid, il s'élève. Une serre gigantesque, le « collecteur », placée tout autour de la cheminée centrale, chauffe l'air grâce au soleil et provoque un vent puissant exploité par des turbines situées à l'embouchure de la cheminée pour produire de l'électricité.

Pour obtenir un fonctionnement plus régulier, favorable aussi bien sur le plan technique (pour les turbines) que pour le consommateur d'énergie, des systèmes d'accumulation de chaleur sont prévus, pour rendre le système opérationnel 24 heures sur 24.

**Voir des simulations animées sur :**

[http://www.sbp.de/de/html/projects/solar/aufwind/pages\\_auf/ak.htm](http://www.sbp.de/de/html/projects/solar/aufwind/pages_auf/ak.htm)

<http://estaticos.elmundo.es/elmundo/2006/graficos/jun/s2/torre.swf>

# LE PROTOTYPE DE CHEMINEE SOLAIRE GRANDEUR NATURE CONSTRUIT ET TESTE A MANZANARES, Espagne de 1982 à 1989

Une tour expérimentale a été construite en 1982 par le bureau d'étude allemand Schlaich Bergermann & Partners.

Elle était composée d'une cheminée cylindrique de **195 m de haut**, de 10 m de diamètre, au centre d'un collecteur solaire circulaire de 250 m de diamètre (**6000 m<sup>2</sup> de vitrages** à 2 m au-dessus du sol) et permettant de chauffer l'air.

Sa puissance était de 50 KW. À ce jour, la tour solaire de Manzanares en Espagne est la seule réalisation connue.

[http://collegelycee.orange.fr/ow\\_video.html?db=HD&video=0702](http://collegelycee.orange.fr/ow_video.html?db=HD&video=0702) film de 2min en français (après 3min30) [http://www.math.purdue.edu/~lucier/The\\_Solar\\_Chimney.pdf](http://www.math.purdue.edu/~lucier/The_Solar_Chimney.pdf)



<http://www.youtube.com/watch?v=llHhaL6Hf7E&feature=related>

<http://www.youtube.com/watch?v=FEnCSyD1AoY&feature=related>

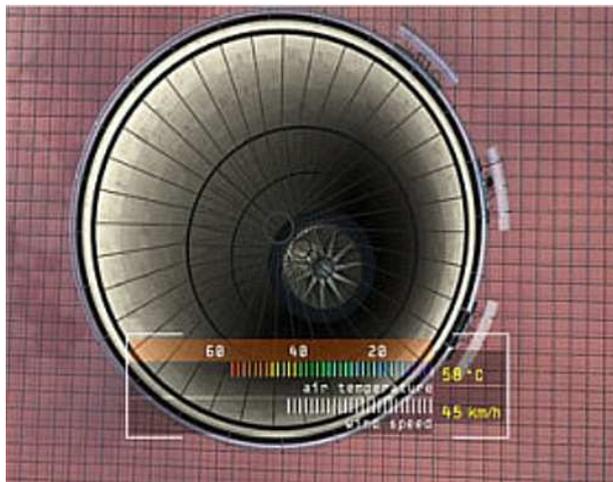
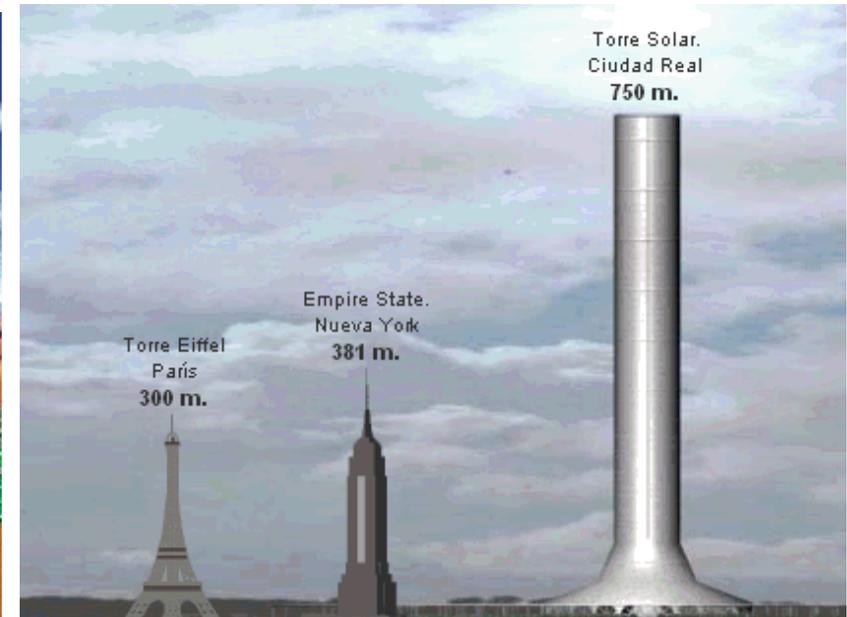
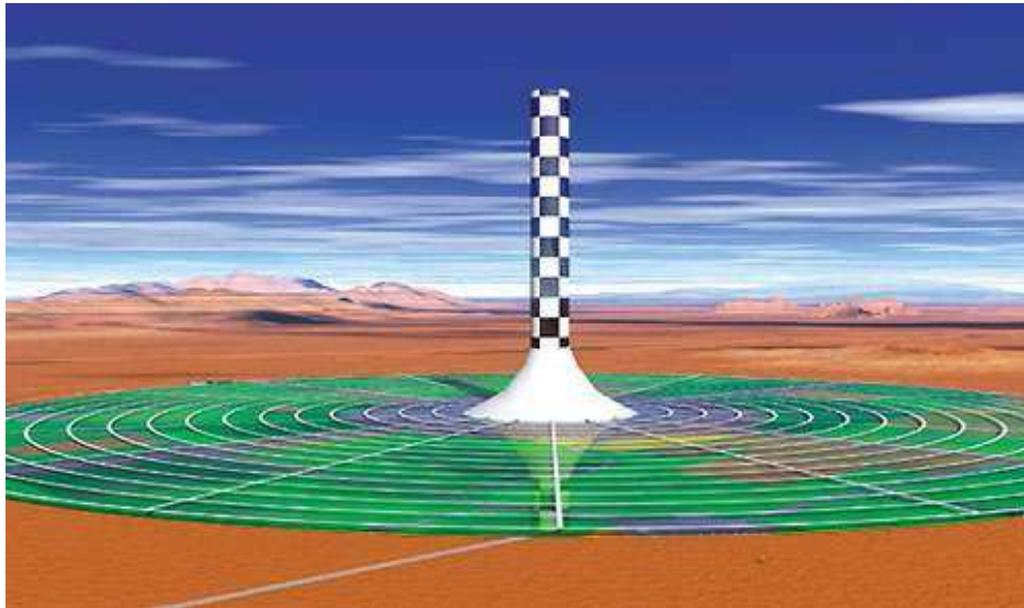
[http://www.youtube.com/watch?v=I-Tx\\_mfvGG0&feature=related](http://www.youtube.com/watch?v=I-Tx_mfvGG0&feature=related)

# CHEMINEE SOLAIRE : projet Espagnol 750m de hauteur à Ciudad Real

La tour, la plus haute en Europe s'élançera dans la localité de Fuente el Fresno au centre d'un collecteur solaire en verre d'une superficie de 3500 hectares. La puissance sera de 40 MW et couvrira la demande en électricité de 120 000 personnes. Elle fournira l'équivalent en énergie de 140 000 barils de pétrole et évitera l'émission dans l'atmosphère de 78 000 tonnes de dioxyde de carbone. Budget : 240 millions d'euros ; en collaboration avec la compagnie allemande Schlaich Bergemann, par les sociétés espagnoles IMASA et CAMPO3

<http://www.ingenieriacampo3.com/>

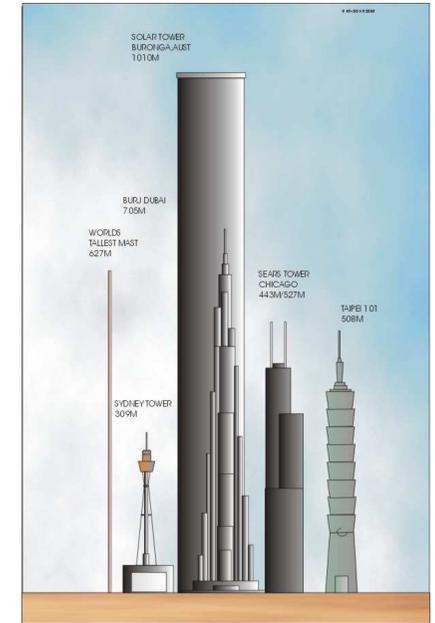
<http://www.ingenieriacampo3.com/es/i-d-i-torre-solar.zhtm?ingenieriacampo3=837ff7a3591edc9fc802aecc4fb8d315>



# CHEMINEE SOLAIRE : projet AUSTRALIEN de 1000m de hauteur à Mildura

**Spécifications** : cheminée de **990 m de haut** (3281 pieds) ; serre collecteur de **7 Km de diamètre**, soit **38,5 km<sup>2</sup> de verre et de plastique** ;  
Température de l'air **chauffé dans la cheminée : 70 °C** ; Vitesse de l'air dans la cheminée : **15 m/s** (54 Km/h) ; 32 turbines ;  
Énergie produite : **200 Mégawatts**, assez pour fournir en électricité environ 200 000 logements.

[http://www.enviromission.com.au/EVM/content/technology\\_faq.html](http://www.enviromission.com.au/EVM/content/technology_faq.html)



Crédits Photos : Enviromission / Pictures and Drawings from Enviromission <http://www.enviromission.com.au/>

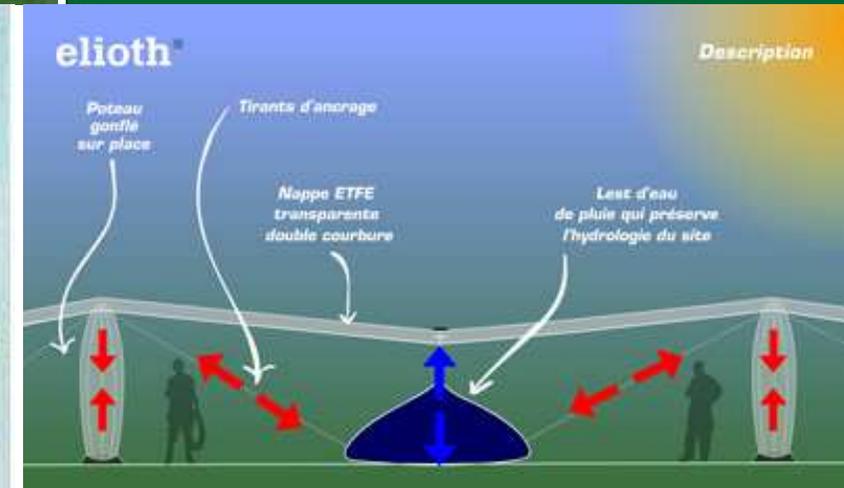
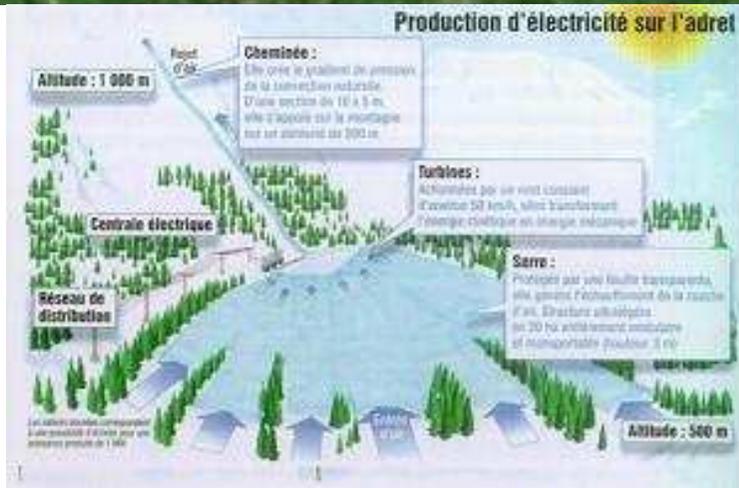
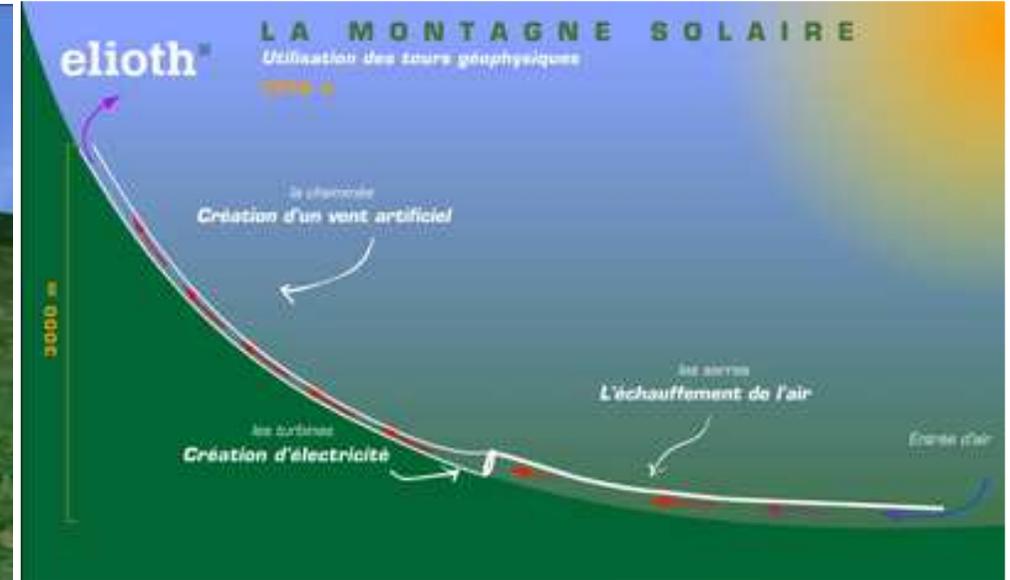
<http://www.youtube.com/watch?v=0tWIP0knKQU> / <http://www.youtube.com/watch?v=XCGVTYtJEFk> / <http://www.youtube.com/watch?v=xb-mQcvGczo>

**Il existe un projet de 1500m de haut en NAMIBIE, 400 MW <http://www.greentower.net/>**

# MONTAGNES SOLAIRES : du FRANCAIS Raphaël Ménard - Groupe OTH

Le projet ELIOTH, est un système de tour solaire inclinée épousant la forme des montagnes permettant son intégration dans le paysage naturel. La surface du globe fournit des appuis naturels grâce au relief, dès lors, monter à 1000 ou 3000 mètres ne représente plus un exploit technique majeur, dans la mesure où le conduit de la cheminée épouse le relief et prend appui régulièrement sur le sol.

<http://www.ecolopop.info/article/500-mw-solaires-pour-un-brevet-a-developper> [projet@eliOTH.fr](mailto:projet@eliOTH.fr) [eliOTH@eliOTH.fr](mailto:eliOTH@eliOTH.fr) <http://www.eliOTH.com/site/>



Ce projet s'inspire de l'invention de 1926 de l'ingénieur Français Bernard DUBOS comme on peut le lire dans le livre de 1954 de M. Willy LEY intitulé « engineer's dream » aux Editions Viking Press.

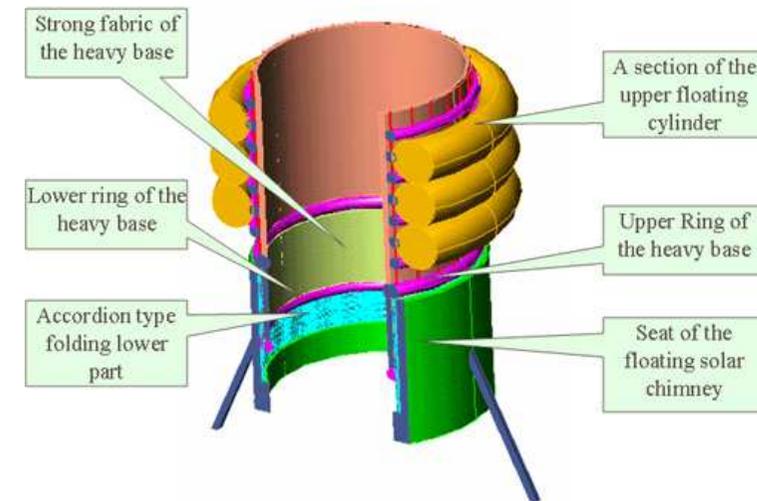
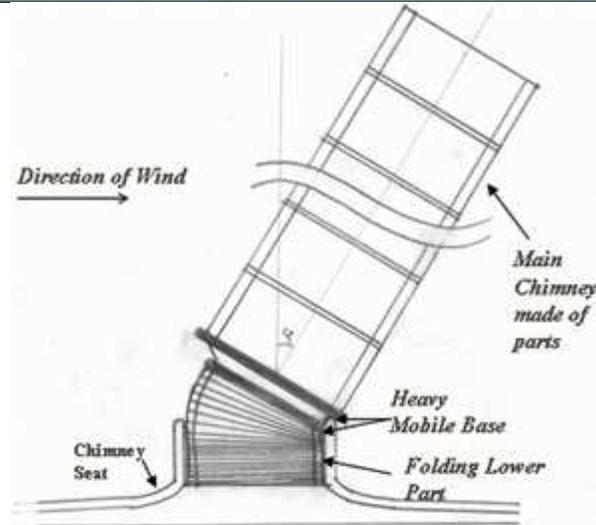
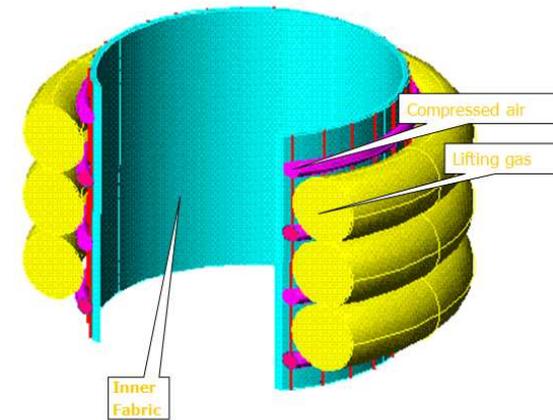
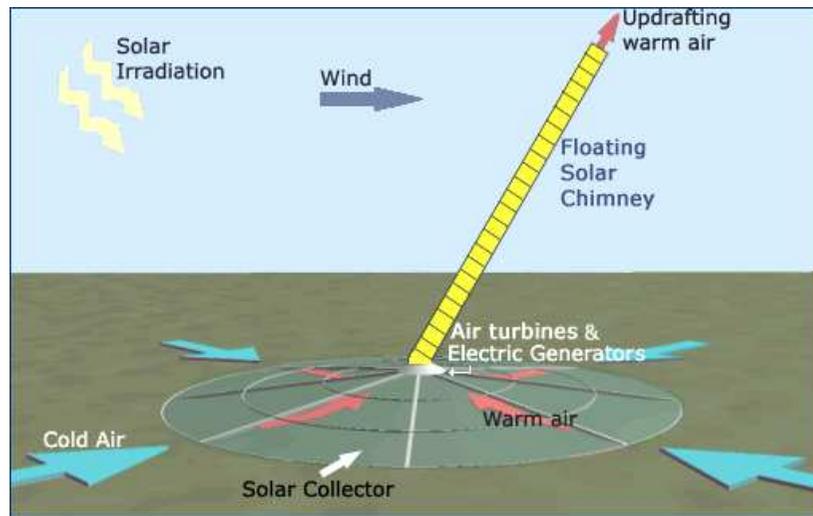
# CHEMINEES SOLAIRES « FLOTTANTES » du GREC Christos Papageorgiou

L'idée est de diminuer le coût de construction d'une tour solaire classique, à l'aide d'une structure plus légère que l'air, gonflée par ex. à l'hélium. Une partie fixe et lourde au sol permet son inclinaison, la partie montante et légère étant constituée de « boudins gonflés ».

<http://www.floatingsolarchimney.gr/papers/description.pdf>

<http://www.floatingsolarchimney.gr/>

<http://www.matineeenergy.com/faqs/index.php>



Le projet de tour solaire de cet inventeur Grec est appelée « flottante », mais en fait il s'agit d'une structure souple et flexible **fixée au sol** dans un désert « sec ».



# Un 2d concept... : ENERGY TOWERS du Prof. ZASLAVSKY

Un autre des concepts est basé sur le phénomène inverse : l'air froid descend, ce qui fait que cette tour marche à l'envers des autres. Les anglophones l'ont dénommé downdraft « Energy Tower ».

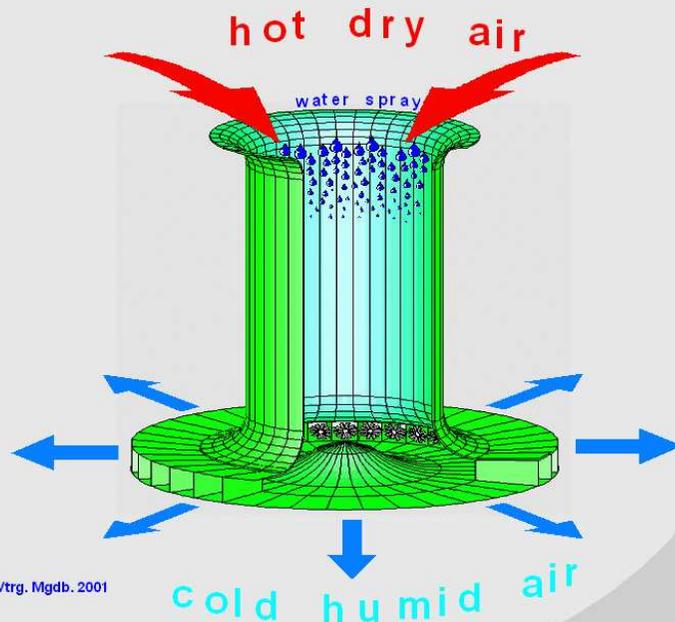
[http://en.wikipedia.org/wiki/Energy\\_tower\\_\(downdraft\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Energy_tower_(downdraft)) / [http://fr.wikipedia.org/wiki/Tour\\_%C3%A9nerg%C3%A9tique](http://fr.wikipedia.org/wiki/Tour_%C3%A9nerg%C3%A9tique)

Une **Tour Énergétique** est une centrale à énergie renouvelable construite de manière à évaporer de l'eau de mer en haut d'une cheminée en la vaporisant l'aide de buses, sprays, micronisateurs, asperseurs ou nébulisateurs. Cela va refroidir l'air, qui va devenir plus dense et de ce fait va descendre, afin d'actionner des turbines situées en bas de la tour pour produire de l'électricité, mais aussi de l'humidité => cela peut servir pour de l'irrigation. L'un des avantages est qu'il n'y a pas besoin de construire de serre au pied de la tour.

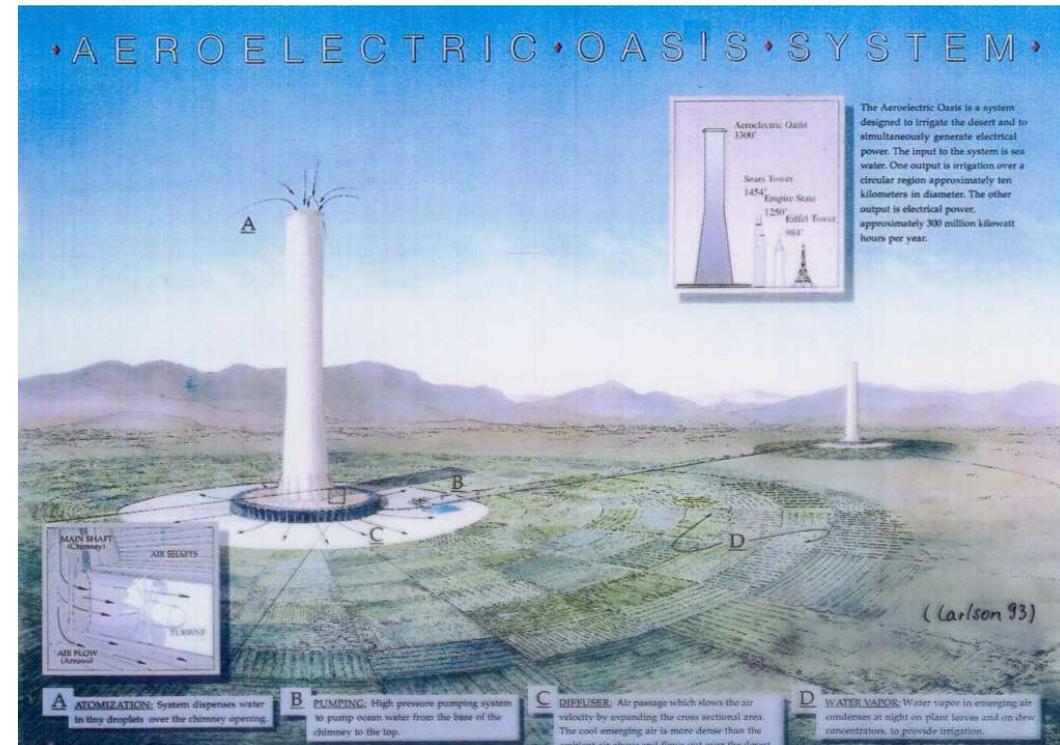
[http://physicaplus.org.il/zope/home/en/1124811264/1137833043\\_en](http://physicaplus.org.il/zope/home/en/1124811264/1137833043_en) / <http://de.wikipedia.org/wiki/Fallwindkraftwerk>

Ce concept, inventé par Phillip R. Carlson en 1975 (brevet [US-3,894,393](#)) a été développé par le Professeur Israélien Dan Zaslavsky son collègue **Rami Guetta** du [Technion Institute](#) a fait l'objet de dizaines de thèses.

## Schematic Illustration of the Energy Tower's operation



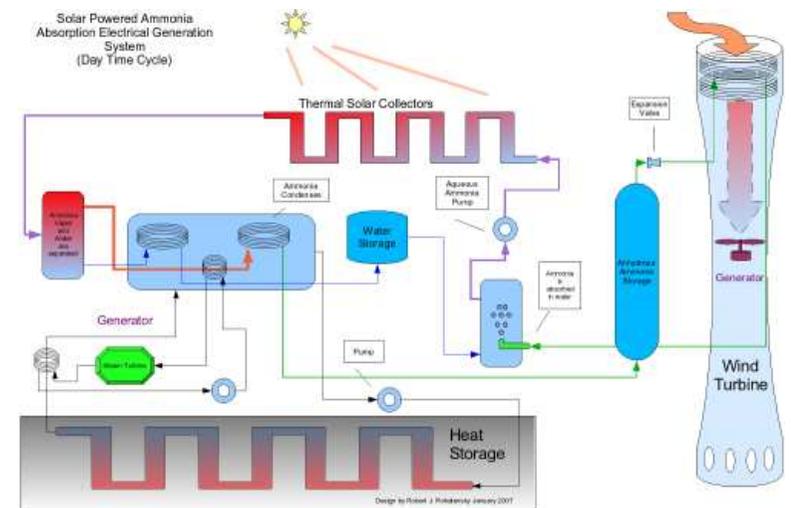
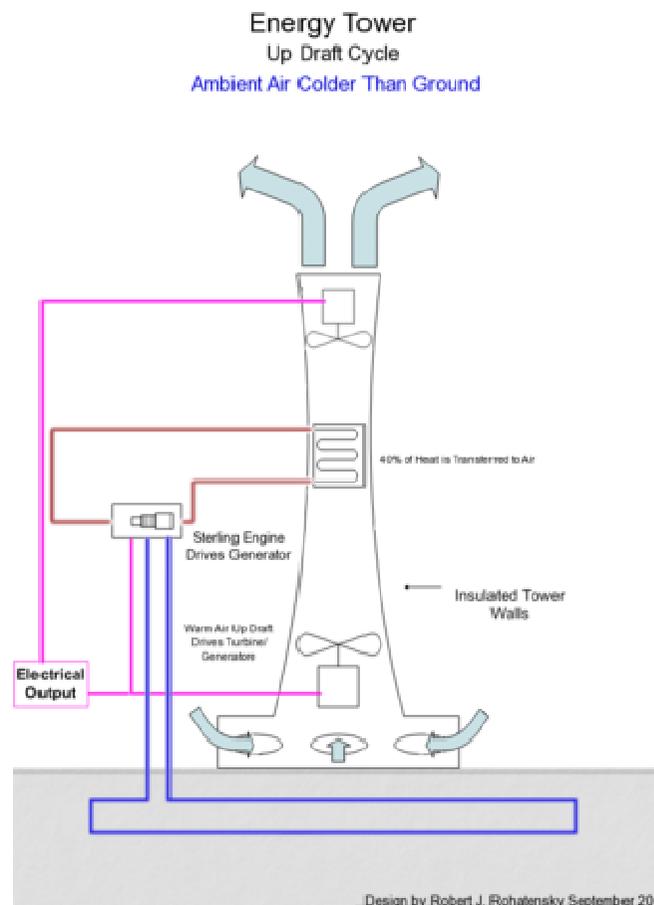
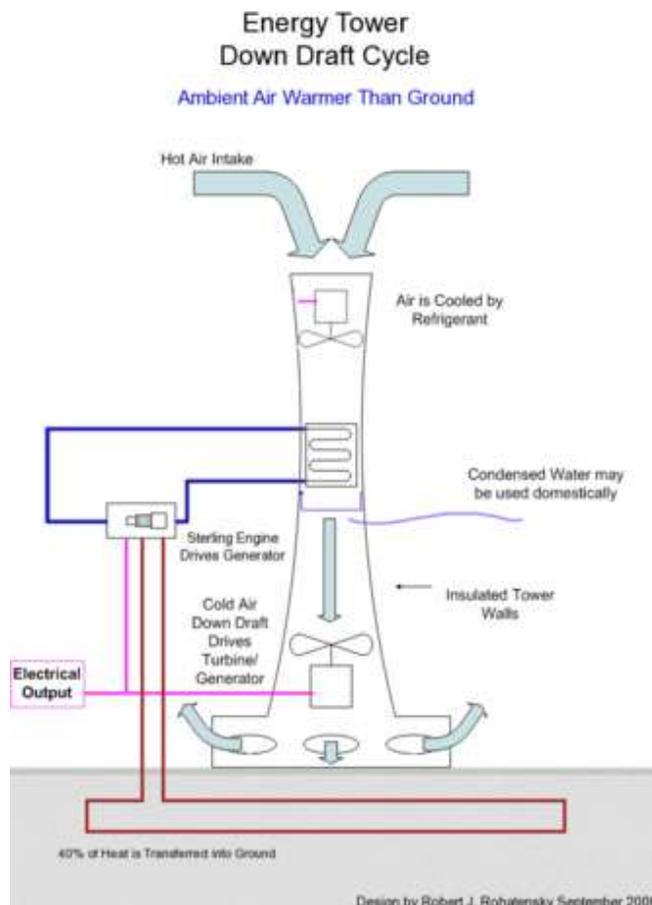
G. Czisch, ISET, Vtrg. Mgdb. 2001



# La Tour d'Énergie Bi-Directionnelle de Robert J. Rohatensky (concept hybride)

Selon le temps, la température de l'air ambiant est supérieure ou inférieure à celle du sol et la chaleur est transférée de l'air vers le sol ou du sol vers l'air. Cette chaleur est utilisée pour faire tourner un engin thermique contenant un gaz à faible point d'ébullition. L'air ou le sol sont utilisés en tant que méthode de refroidissement pour l'échangeur dont le changement de température cause la convection dans la tour. L'énergie contenue dans cette convection est aussi récupérée à l'aide de turbines à air.

<http://www.energytower.org> / [http://peswiki.com/index.php/Directory:Bi-Directional\\_Energy\\_Tower](http://peswiki.com/index.php/Directory:Bi-Directional_Energy_Tower)



## Un 3ème concept... : tornades artificielles, vortex

### VORTEX de l'inventeur Nazare et avec la société FRANÇAISE SUMATEL en Savoie

C'est une tour en forme de tuyère de Laval qui n'est utilisée que pour amorcer un phénomène atmosphérique cyclonique.

Il a été construit en 1997 une maquette de 6 m de haut et la prochaine étape serait de passer à 60 m ou plus.

<http://asee.free.fr/projets-tours.pdf> / [http://www.ecolo.org/documents/documents\\_in\\_french/sol-nazare-vortex-Maug-06.doc](http://www.ecolo.org/documents/documents_in_french/sol-nazare-vortex-Maug-06.doc)



A hauteur égale, les puissances prévues pour ces deux projets sont très différentes. Pour une tour vortex de 500 m par exemple, SUMATEL annonce plus de 1500 Mw alors que les projets allemands de tours solaires en Australie ou en Espagne avancent le chiffre de 50 Mw.

Cette différence de performance s'explique par la différence de hauteur du phénomène atmosphérique exploité. Le procédé Nazare permettrait de générer un tourbillon atmosphérique telle une trombe ou une tornade qui peut atteindre 20km de haut, alors que les projets australien et espagnol exploitent l'effet de tirage d'une simple cheminée.

La cheminée virtuelle de 20km de haut aurait un tirage, donc un rendement, beaucoup plus important.

Dans les deux cas les lois de Carnot sont respectées. La différence de température entre les couches basses et hautes de l'atmosphère serait beaucoup plus importante dans le projet de Vortex.

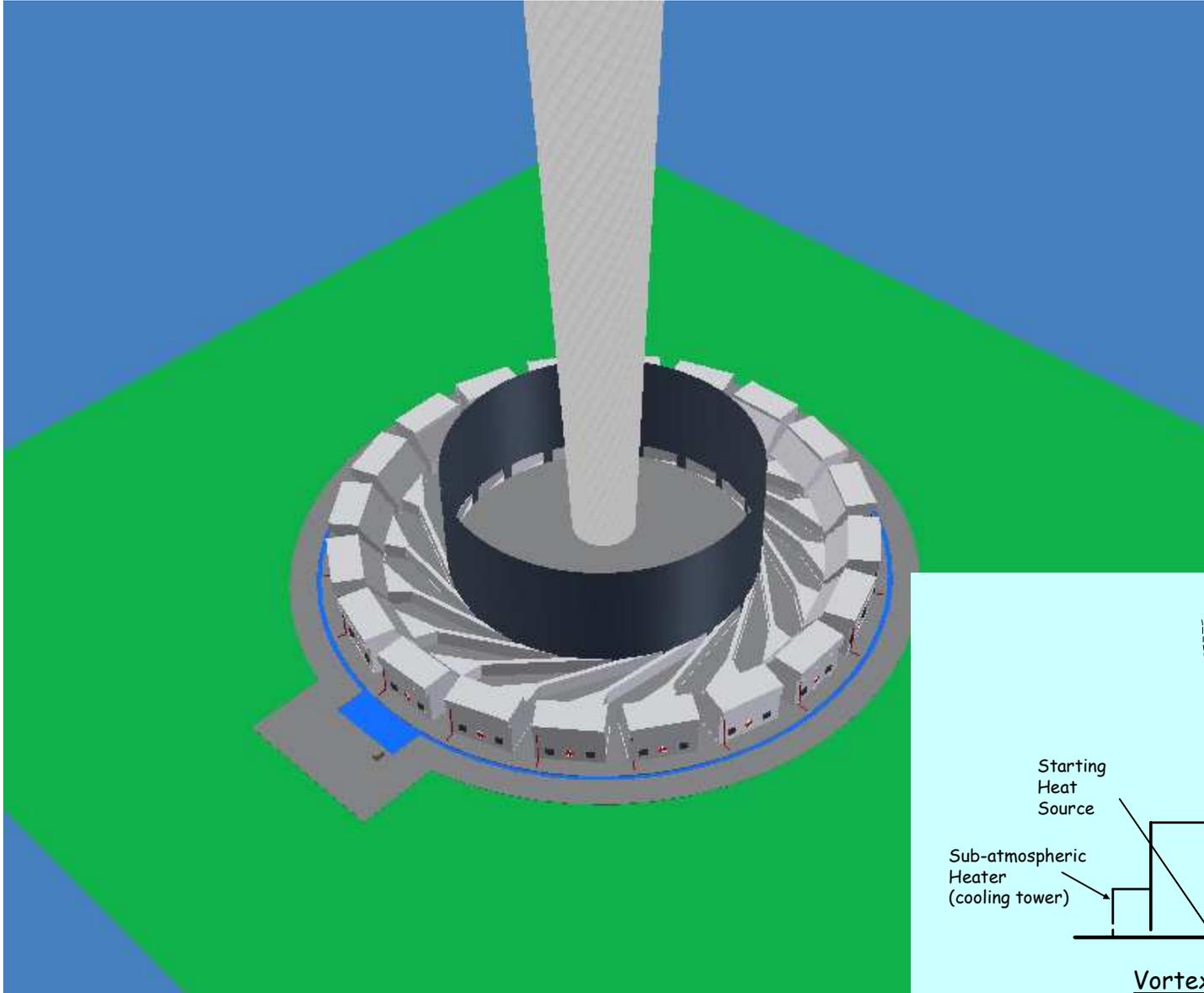


Un ardent défenseur de ce projet est [M. François MAUGIS](#)

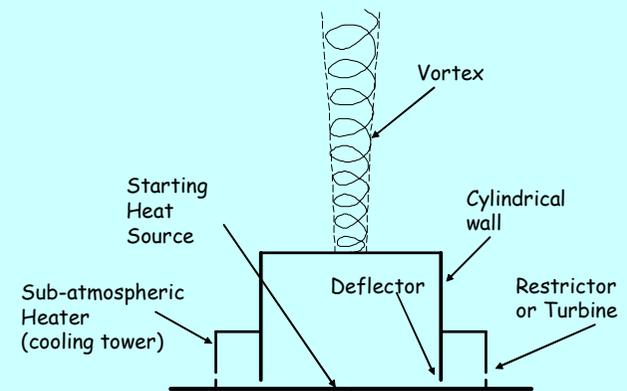
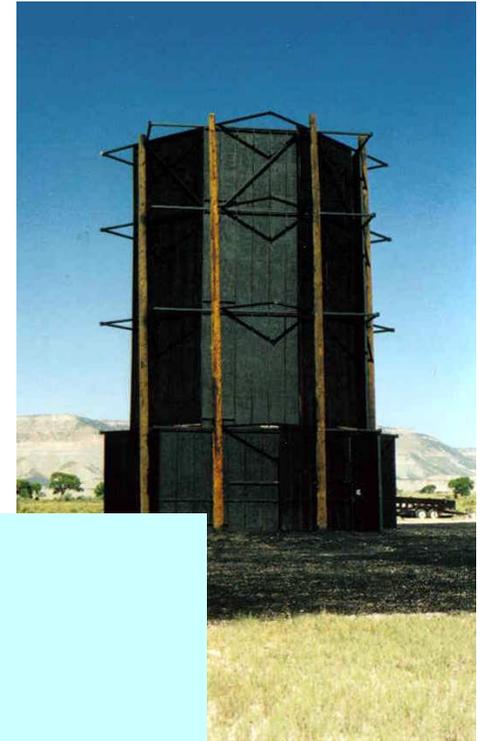
# VORTEX des AMERICAINS Louis Michaud et Brian Monrad

Le cyclone généré peut théoriquement atteindre 20 Km de hauteur à partir d'une tour de 300 à 500 m mais comment le maintenir ?

<http://www.vortexengine.ca/index.html>



prototype de 15m de haut construit et testé en 2005 (coût 150,000\$)



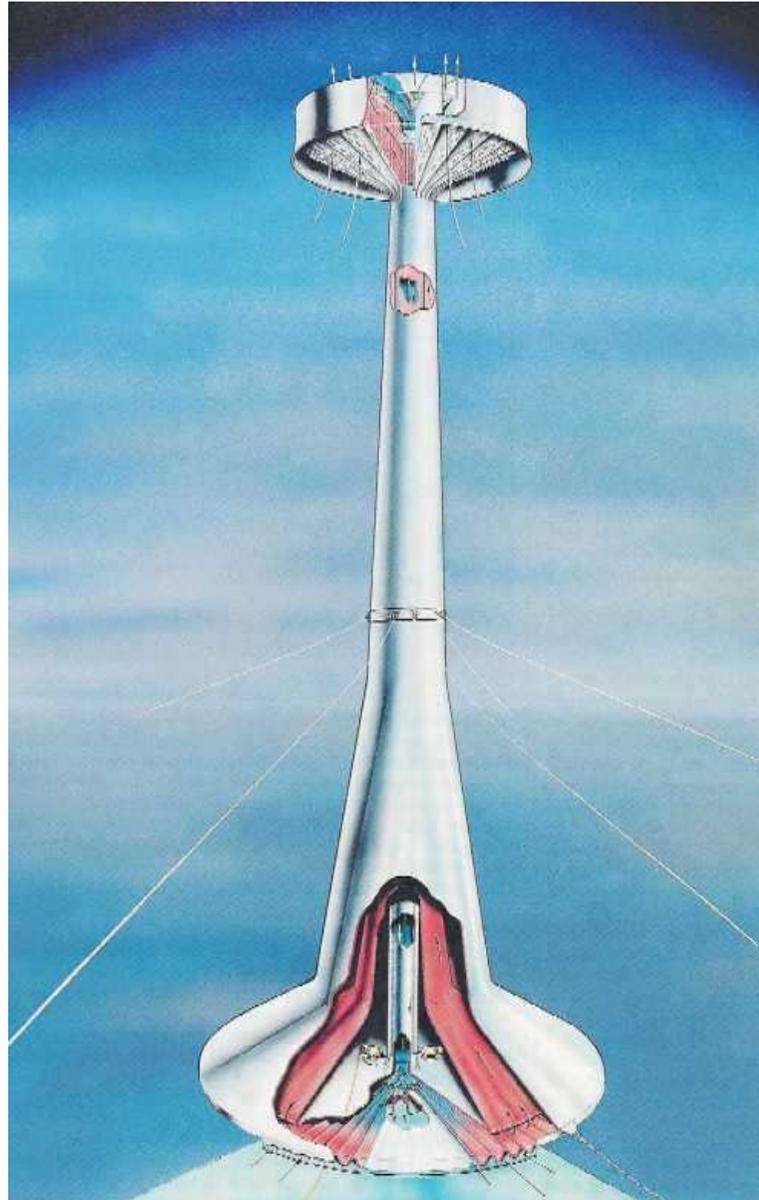
Vortex Engine

# Un 4ème concept... : la Méga Tour, pompe à chaleur

Sur le principe du réfrigérateur ou de la climatisation réversible

<http://www.spiegel.de/spiegel/print/d-8871103.html> 29.01.1996 DER SPIEGEL

Il s'agit d'une gigantesque tour contenant de l'ammoniac et de l'hydrogène. La base de la cheminée trempe dans l'eau de mer au niveau d'eaux chaudes comme le Gulf Stream. Le sommet de la tour à 7500m d'altitude est en contact avec des vents très froids.

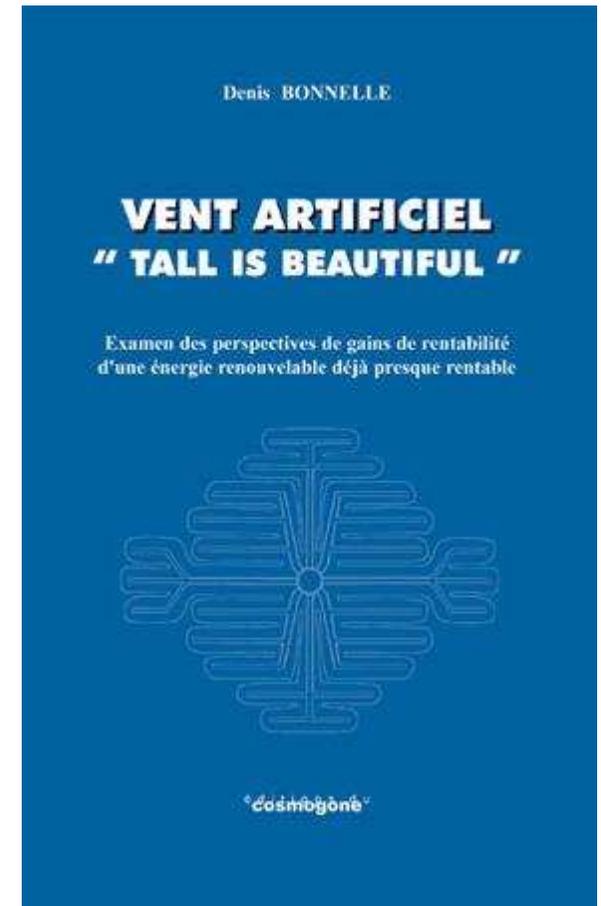


<http://www.aufwindkraftwerk.org/megapowerkraftwerk.php>

- 1) au bas de la tour la chaleur de l'eau de mer permet à l'ammoniac de s'évaporer. Par ex. en Mer du Nord la température de l'eau est entre 4 et 15°C. Le gaz monte dans le conduit.
- 2) à 4000m l'ammoniac gazeux se condense sur l'échangeur de chaleur (lamelles). L'ammoniac liquide se précipite vers le bas à travers un tuyau et fait tourner des turbines à disques qui génèrent de l'électricité.
- 3) Un cycle de l'hydrogène se produit dans la partie supérieure de la tour grâce à la chaleur produite par la condensation du  $\text{NH}_3$ , à partir de couches d'air froid de -20 à -45°C à 7500 m.

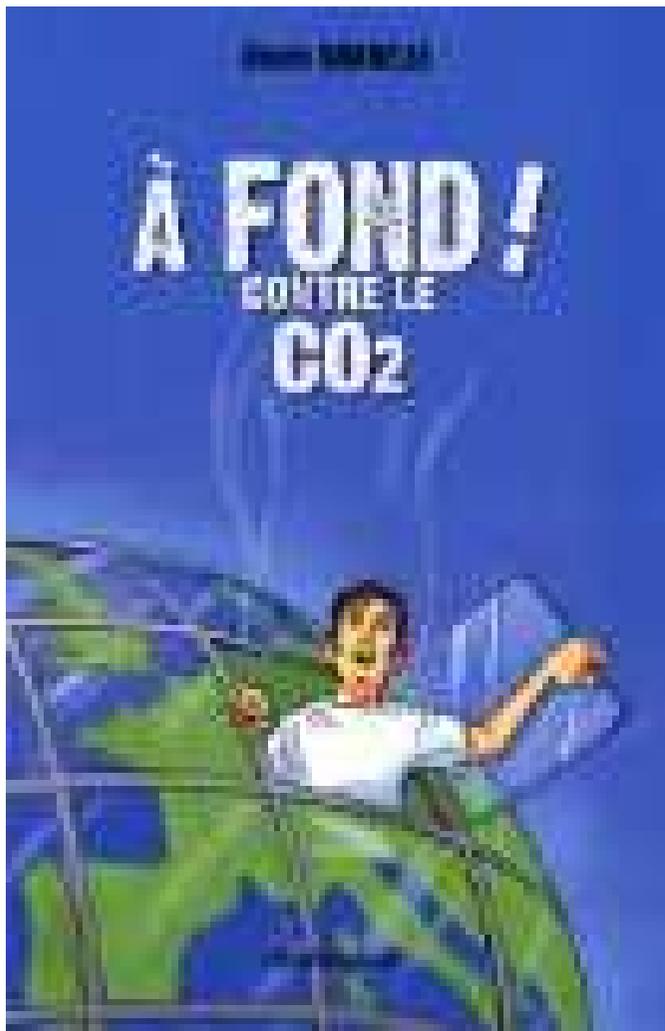
# BIBLIOGRAPHIE

LIVRE de **Jörg Schlaich** : « **The solar chimney : electricity from the sun** », 1995, Editions Axel Menges



ISBN : 978-2914238335

Le livre de **Denis BONNELLE** : 'Vent Artificiel « tall is beautiful »', 2003, Editions du Cosmogone, décrit des variantes très intéressantes et innovantes de ces divers projets : cheminées solaires télescopiques, cheminées solaires haubanées, cheminées solaires à chaleur latente de vaporisation, cheminées solaires à chaleur latente de congélation, etc.



A fond ! contre le CO<sub>2</sub>  
Denis Bonnelle  
Editions du Cosmogène, Lyon  
ISBN 978-2-914238724

# 21

énergies  
renouvelables  
insolites

pour le 21<sup>e</sup> siècle

Denis Bonnelle  
ancien professeur de physique en lycées techniques

Renaud de Richter  
ancien chercheur de l'industrie pharmaceutique



21 EnR insolites  
pour le 21<sup>e</sup> siècle

Denis Bonnelle et  
Renaud de Richter

**Sorti le 15 février 2010**

ISBN 978-2-7298-5407-2

© Ellipses Édition

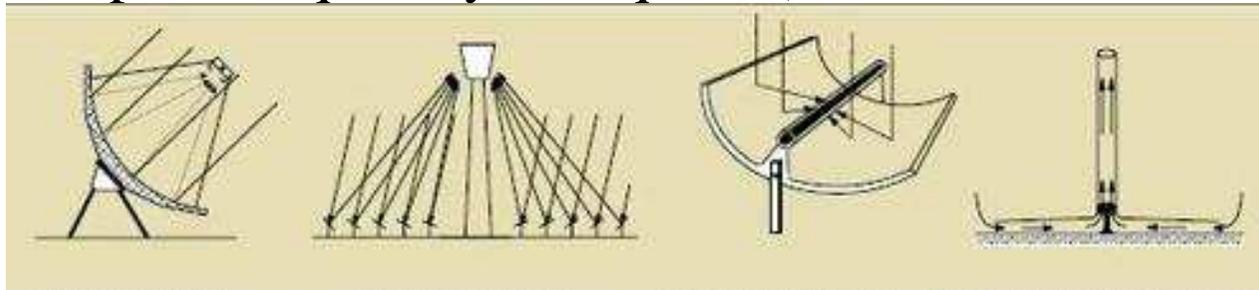
Marketing S.A., 2010

32, rue Bague

75740 Paris cedex 15

## A SIGNALER L'EXISTANCE DE TECHNOLOGIES SOLAIRES TRES DIFFERENTES

L'objectif de ce document et des sites internet mentionnés ci-dessous est de décrire les projets de « cheminées solaires » géantes (réacteurs météorologiques) basés sur la conversion de la chaleur en courant d'air, vent artificiel, tornade artificielle ou vortex. Cette famille de technologies solaires n'a rien à voir avec les concentrateurs de chaleur CSP, dont certains sont dénommés « *Solar Power Towers* » et où des miroirs héliostats (plans, paraboliques, cylindriques...) concentrant la chaleur sur un fluide jusqu'à 600°C.



Dish / Stirling

Central Receiver

Parabolic Trough

Meteorological Reactors

Solar Thermal Technologies for Electricity Generation

NO

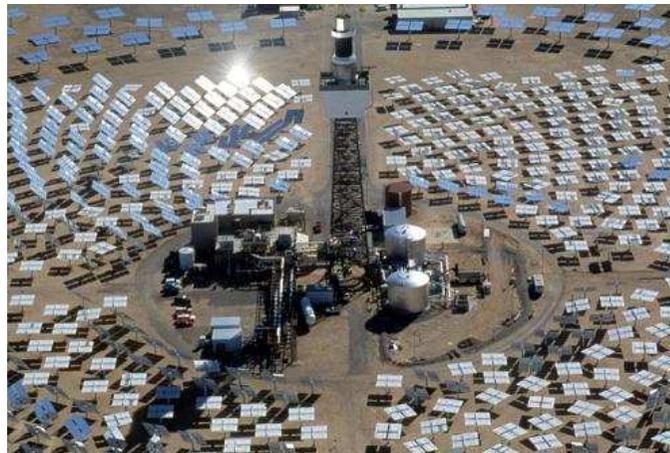
NO

NO

YES

**En Français :** Tours ou Cheminées Solaires

[www.tour-solaire.fr](http://www.tour-solaire.fr)



**Deutsch:** Thermikkraftwerk - Aufwindkraftwerk

<http://www.aufwindkraftwerk.org/>

**Español:** la Torre (Chimenea) Solar

[www.torre-solar.es](http://www.torre-solar.es)

**English:** the Solar Tower (Chimney)

[www.solar-tower.org.uk](http://www.solar-tower.org.uk)

**33 other languages - 33 otras lenguas**

33 autres langues

<http://www.chamine-solar.com>