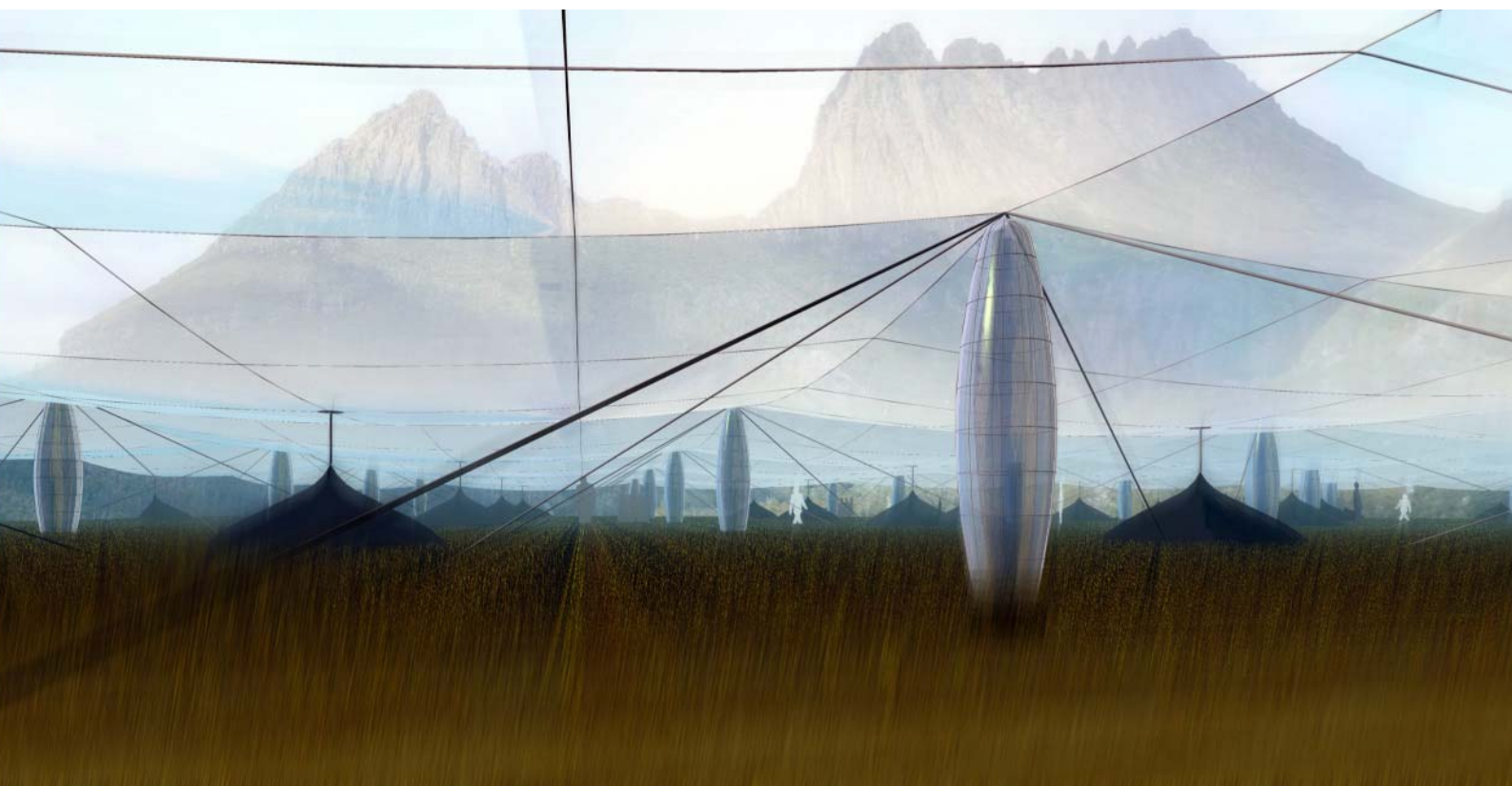


# elioth<sup>■</sup>

4 rue Dolorès Ibaruri-TSA 80006  
93188 Montreuil Cedex

Tél.	+ 33 (1) 78 42 73 08
Fax	+ 33 (1) 78 42 73 95
Site	<a href="http://www.elioth.com">www.elioth.com</a>
E-mail	<a href="mailto:elioth@elioth.com">elioth@elioth.com</a>



## Projet Elioth Les montagnes solaires

Dossier de presse  
Septembre 2007

## 1. Introduction

Le projet *Elioth*, c'est un système de production d'énergie renouvelable porté par le groupe Iosis. Cette société est l'un des majors européens de l'ingénierie et de la maîtrise d'œuvre technique dans les domaines de la construction. Cette entreprise - dont la holding est située à Paris- rassemble plus de 1200 salariés, pour la plupart ingénieurs.

Le projet *Elioth* est un principe révolutionnaire de centrale solaire qui a fait l'objet d'un dépôt de brevet international en 2005 et dont l'inventeur est Raphaël Ménard. Le projet *Elioth* est développé par le département éponyme du groupe Iosis. Ce dernier est une entité dédiée du groupe Iosis intervenant sur les sujets complexes d'ingénierie de la construction.

Les montagnes solaires sont des centrales électriques dont la puissance peut atteindre 500 MW –soit la puissance d'une centrale nucléaire- pour un coût de construction pouvant être inférieur à 1€ par watt installé ! Le projet tire son origine du concept de cheminée solaire. Ce type de centrale a été imaginée au départ par Günther en 1931. Le bureau d'études SBP a construit en 1982 une centrale-prototype à Manzanares, en Andalousie qui comportait une cheminée de 200 mètres de haut. Un projet actuellement à l'étude prévoit une centrale de 200 MW en Australie ; celle-ci devrait être réalisée en 2009 et disposerait d'un tirage thermique accru grâce à une cheminée de 1000 mètres de haut !

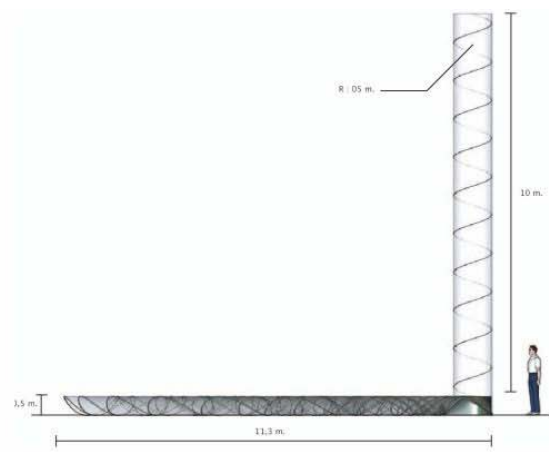
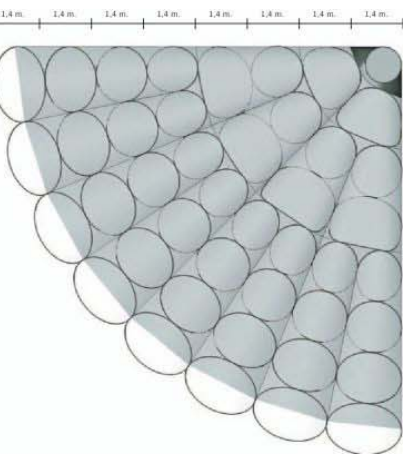
L'idée originelle du projet est issue d'une trivialité : la surface du globe nous fournit des appuis naturels grâce au relief, et en particulier grâce aux montagnes. Dès lors, monter à 200 mètres, 1000 ou 3000 mètres ne représente plus un exploit technique majeur dans la mesure où le conduit de la cheminée épouse le relief et prend appui régulièrement sur le sol. Les montagnes solaires, c'est également un principe constructif révolutionnaire autorisant une mise en œuvre ultra-rapide et environnementalement indolore. Les idées de développement associent ce système de production d'énergie à un instrument de valorisation du territoire : pourquoi ne pas imaginer par exemple des cultures maraîchères sous la serre de la centrale ?

L'innovation du projet *Elioth*, c'est aussi sa modestie... car le jour où l'humanité disposera d'une source d'énergie efficace et propre, les montagnes solaires seront démontées très facilement, ne généreront pas de cicatrices sur le paysage grâce à leur mode constructif et se recycleront très facilement.

Vous pourrez en savoir plus sur le site [www.eliOTH.com](http://www.eliOTH.com) et nous avons également joint à cette présentation succinctes différentes coupures de presse.

Enfin, un film de présentation de projet est disponible sur demande et existe en trois langues : français, anglais et espagnol

## 2. Septembre 2007 : un proto de 100m<sup>2</sup>





### 3. Article publié dans Le Moniteur, 27 janvier 2006

**ARCHITECTURE & TECHNIQUE**

**RECHERCHE & DÉVELOPPEMENT**

## ENVIRONNEMENT

# L'énergie solaire au sommet

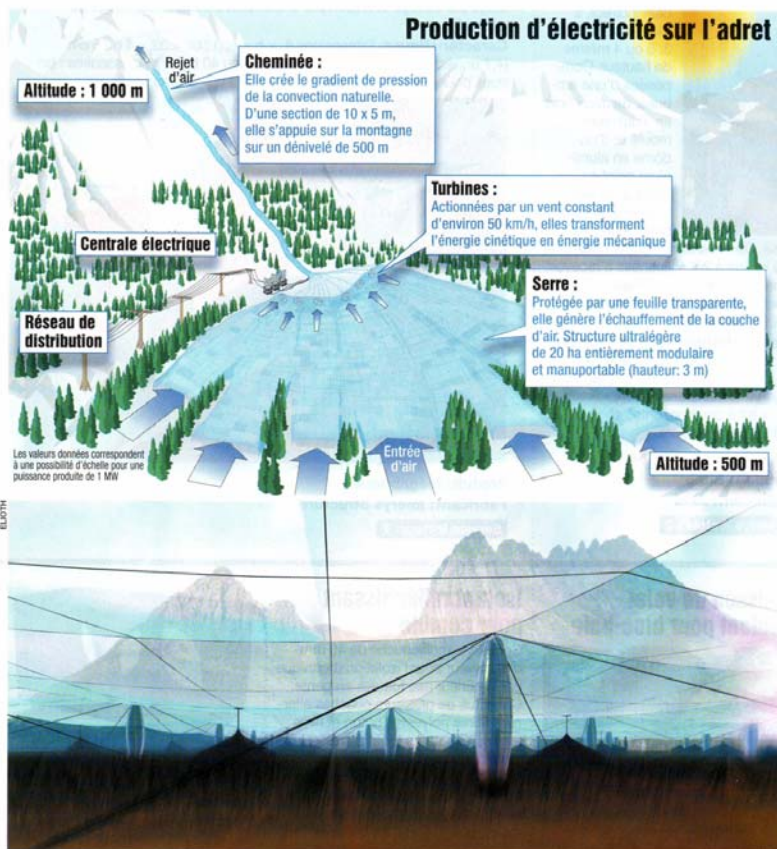
Une équipe d'ingénieurs français a mis au point un nouveau concept de production d'énergie renouvelable. Sur le principe de la cheminée solaire, il intègre des réflexions poussées sur l'impact environnemental et la rentabilité du système.

Une montagne solaire. L'idée peut paraître farfelue, elle émane pourtant d'un des plus importants bureaux d'études français. Le groupe d'ingénierie OTH vient en effet de déposer un brevet international concernant un système de production d'énergie particulièrement innovant. Sur le principe des cheminées solaires, l'installation permettra de produire de l'électricité à partir de deux phénomènes naturels : l'effet de serre et le tirage thermique. Mais, contrairement au concept original, le projet ne fait pas appel à une tour verticale. Les ingénieurs d'Elioth, entité d'OTH chargée du projet, ont imaginé le système à flanc de montagnes.

« Les avantages de ce concept sont nombreux », explique Raphaël Ménard, directeur d'Elioth. « Tout d'abord, nos calculs ont montré que le rendement pouvait être supérieur à celui des tours traditionnelles. » En effet, la montagne offre des écarts d'altitude de plus de 3000 m alors que le projet de la plus haute tour solaire au monde ne dépasse pas 1000 m. Par ailleurs cette disposition n'impliquera pas d'exploit technologique pour construire la cheminée. Le conduit épousera le relief avec des appuis réguliers au sol.

#### Minimiser l'impact sur le paysage

L'autre élément important du système est la serre. Elle a pour rôle de capter le rayonnement sur le versant ensoleillé de la montagne (l'adret). A l'intérieur, l'air s'échauffe avant d'être entraîné dans la cheminée par dépression. L'énergie cinétique de l'air est alors transformée en



Entièrement démontable, la serre sera réalisée en chantier sec. Elle pourrait, par ailleurs, abriter des cultures maraîchères.

électricité par l'intermédiaire des turbines positionnées en pied de cheminée. « Tant dans le choix des matériaux que dans les principes constructifs, nous avons cherché à minimiser l'empreinte sur le paysage et l'écologie du site », précise Sébastien Duprat, l'un des concepteurs du projet. L'enveloppe de la serre fera appel à une structure ultralégère. Elle sera recouverte d'une membrane en ETFE, un polymère organique qui tire ses avantages de sa transparence et de sa légèreté. Elle s'appuiera sur des poteaux gonflables. Sa stabilité

face aux efforts de soulèvement générés par le vent sera assurée par des membranes remplies de plusieurs m<sup>3</sup> d'eau issus de la récupération des eaux pluviales. Ce volume aura également vocation à restituer de l'énergie durant la nuit grâce à son inertie thermique. Elioth s'est également fixé pour objectif d'atteindre « 1 euro investi pour 1 watt installé » pour des puissances supérieures à 400 MW. « Nous avons identifié un certain nombre de sites potentiels à l'étranger, dans l'Atlas marocain, la Sierra Nevada andalouse,

la Cordillère des Andes, mais aussi en France, dans les Alpes-Maritimes, les Pyrénées-Orientales, le Massif Central, ou encore sur l'île de la Réunion. » Aujourd'hui, le projet a dépassé l'étude de faisabilité. L'équipe d'Elioth recherche des partenaires financiers désireux de s'impliquer dans un projet pilote. Avis aux intéressés.

FREDERIC SIRET ■

PLUS LOIN AVEC  
lemoniteur-expert.com  
3 questions au directeur d'Elioth

## 4. Article Industrie & Technologies, mars 2006

22

R&D

alertes

### EN BREF

#### BIOCARBURANTS

Production triple d'ici à 2008

● Le gouvernement français maintient ses objectifs de production de biocarburants pour 2008, au-delà des directives européennes : 5,75 % en valeur énergétique des 2008, 10 % à l'horizon 2015. À cette fin, un appel à candidature sera lancé d'ici fin à 2006, à hauteur de 950 000 tonnes de biodiesel et de 150 000 tonnes d'éthanol. En attendant, pour les deux filières, six projets d'usines se voient confirmés et dix usines nouvelles vont être construites. Grâce à elles, la production de biocarburants va tripler en deux ans, ce qui se traduit par une économie de 4 à 7 millions de tonnes équivalent CO<sub>2</sub>.

#### CHIMIE

Production sans solvant d'aldéhydes

● Un partenariat entre l'université de Cardiff (Grande-Bretagne) et l'université Lehigh (Bethlehem, Pennsylvanie) a donné accès à un procédé "propre" de synthèse d'aldéhydes, des molécules utilisées dans les industries chimiques, pharmaceutiques et cosmétiques. Le catalyseur développé permettrait de produire ces molécules, à échelle industrielle, par oxydation d'alcools sans solvants. Ce catalyseur est constitué de nanocristaux d'or et de palladium supportés sur du dioxyde de titane. L'efficacité de l'oxydation serait multipliée par 25 !

#### IMAGERIE

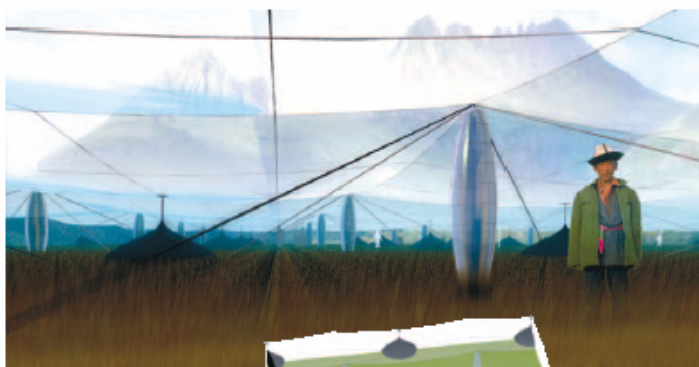
Des nano-objets étudiés in situ

Des chercheurs de deux laboratoires mixtes CNRS - universités de Bordeaux et de Lyon ont obtenu pour la première fois une image optique d'un objet métallique d'une taille inférieure à 10 nm grâce à la mesure quantitative du spectre d'absorption optique de la nanoparticule étudiée. Cette méthode rend possible l'étude de ces objets dans leur environnement, et non plus comme jusqu'à présent avec la microscopie électronique dans le cadre d'échantillons.

### ENVIRONNEMENT

## La montagne source d'énergie verte

● **UNE SERRE GÉANTE MODULAIRE**, prolongée par une cheminée grimpant le long de la montagne, produit de l'électricité.



La serre en polymère organique sera soutenue par des poteaux gonflables type Zodiac et des bouillottes géantes remplies d'eau.

« J'ai toujours été fasciné par le concept de cheminée solaire », avoue Raphaël Ménard, le jeune directeur d'Elioth, l'entité R&D créée par le groupe d'ingénierie OTH. Ce type de centrale permettrait de produire de l'électricité à partir de turbines actionnées par un vent solaire. Ce dernier est généré artificiellement en exploitant deux phénomènes naturels : l'effet de serre et la convection. Dans la pratique, le volume d'air emprisonné sous une enveloppe transparente s'échauffe sous l'action du rayonnement. Ce collecteur thermique est surplombé par une cheminée qui crée un gradient de pression entre l'air du bas, plus chaud et donc moins dense que celui situé en sortie de conduit. Malheureusement la puissance obtenue est grosso modo proportionnelle à la hauteur de la cheminée – 1 000 m pour le projet australien prévu pour 2009 ! – et à la surface du collecteur. Conséquences :

des difficultés techniques et constructives et, partant, des coûts d'investissement prohibitifs. Sans compter un impact évident au niveau paysager. D'où l'idée d'exploiter les reliefs naturels en bâtissant une tour géophysique. En d'autres termes, « construire une serre de 2 à 6 m de hauteur dont la cheminée épousera les flancs d'une montagne ».

#### Objectif : 1 euro investi pour 1 watt installé

La structure, entièrement démontable, sera constituée d'une membrane en ETFE (éthylène tétrafluoroéthylène), un polymère organique léger et transparent, supportée par des poteaux gonflables. La stabilité aux efforts de soulèvement sera, quant à elle, assurée par

des membranes remplies d'eau pluviale. Côté rendement, « les pertes résultant de l'inclinaison de la cheminée sont minimales et largement compensées par les possibilités de hauteur offertes », souligne Raphaël Ménard. Pour ce projet, soutenu par l'Anvar et en attente de partenaires industriels et financiers, des sites potentiels ont d'ores et déjà été identifiés : Atlas marocain, Sierra Nevada, Cordillère des Andes et, côté hexagonal, le Massif central, les Alpes-Maritimes ou encore les Pyrénées-Orientales et La Réunion. Côté coût, Elioth s'est fixé l'objectif de « 1 euro investi pour 1 watt installé » pour des puissances supérieures à 400 MW (entre 1 et 5 euros pour des centrales plus modestes). À comparer aux 7 à 10 euros par watt du photovoltaïque et aux 1,5 milliard d'euros par tranche nucléaire de 1 000 MW. Problème de gestion des déchets et coût de démantèlement bien évidemment non compris... ● Philippe Donnaes



## 5. Article publié dans les Cahiers techniques, mai 2006

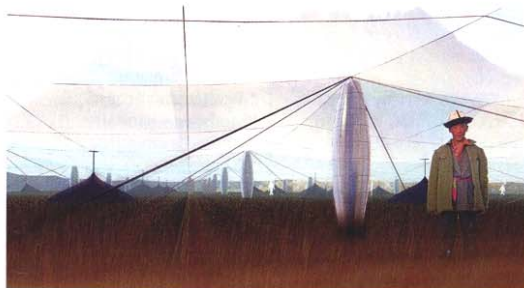
Actualités

# Une montagne transformée en centrale solaire

Cette serre géante modulaire, sans impact environnemental, est capable de produire de l'électricité via des turbines exploitant le gradient de pression généré par les variations thermiques.

Produire de l'électricité à partir d'une gigantesque serre construite à flanc de montagne. L'idée pourrait amuser si elle n'émanait d'un des plus importants bureaux d'ingénierie français, en l'occurrence OTH. Ou plutôt d'Elitho, un département fondé spécialement par OTH pour fédérer les compétences et stimuler les projets à caractère innovant, à la croisée de multiples domaines techniques : simulation, façades, structures spéciales, expertises environnementales...

Et c'est précisément le cas de ce projet emblématique qui implique une réflexion poussée sur les structures ultralégères, ainsi que le développement d'une enveloppe aisément démontable, nécessitant peu d'entretien, transparente et efficace en terme d'isolation. « J'ai toujours été fasciné par le concept de tour solaire, mais les projets réalisés ou imaginés (voir encadré)



sous-tendent des difficultés techniques et constructives énormes, eu égard aux dimensions requises », avoue Raphaël Ménard, le jeune directeur d'Elitho. La puissance de l'installation est en effet, grosso modo, proportionnelle à la hauteur de la cheminée et à la surface du collecteur (sans parler, bien entendu, du potentiel solaire). Les cheminées géantes doivent donc être capables d'encaisser les contraintes de vents et de résister à d'éven-

tuelles sollicitations sismiques. D'où l'idée d'exploiter les reliefs naturels en bâtissant une tour géophysique. En d'autres termes, « construire une serre de 2 à 6 m de hauteur, implantée à flanc de montagne, la cheminée exploitant la topographie en s'élevant le long de la pente ». Corollaire environnemental : un impact visuel très limité, l'ouvrage ne s'apparentant pas à un OVNI géant dressé dans le désert !

### Une structure modulaire, sans impact sur l'environnement

Sur le plan structurel, le projet Elioth vise à réduire au maximum l'impact écologique de ses matériaux constitutifs sur l'environnement, « le système se devant d'être modulaire afin de pouvoir croître ou décroître selon les besoins énergétiques », précise Raphaël Ménard. Dans la pratique, la structure, entièrement démontable, sera constituée d'une membrane en ETFE (Ethylène Tetrafluoroéthylène), un polymère organique (dérivé de l'industrie spatiale) léger, transparent et beaucoup moins onéreux que le verre. Cette enveloppe ultramince

(300 micromètres maximum) sera supportée par des poteaux gonflables, type boudin de Zodiac. Aucune fondation, la stabilité aux efforts de soulèvement étant assurée par des membranes synthétiques, sorte de bouillottes géantes, gonflées d'eau (récupérée des précipitations pluviales). « Ces ancrages, qui assurent également la résistance aux charges horizontales par le frottement de leur base, ont aussi une fonction d'accumulateur thermique », souligne Raphaël Ménard. Grâce à leur couleur noire, ils pourront emmagasiner la chaleur diurne afin de la restituer la nuit et permettre ainsi le fonctionnement nocturne. La méthode constructive pourrait s'apparenter au schéma de croissance des nénuphars. Chaque module de couverture (12 x 12 m) pourrait être quasiment transporté dans un sac à dos – les seuls acheminements lourds étant les turbines et les postes de transformation – les éléments préalablement montés servant à collecter l'eau pluviale pour les suivants. En cas de crevaisson d'un poteau ou d'un lest, la production d'énergie serait toujours assurée car le désordre reste local, eu égard au choix du schéma statique. Côté coût, Elioth s'est fixé l'objectif de « 1 € investi pour 1 watt installé » pour des puissances supérieures à 400 MW (entre 1 et 5 € pour des centrales plus modestes). À comparer aux 7 à 10 € par watt du photovoltaïque et aux 1,5 milliard d'euros par tranche nucléaire de 1 000 MW... gestion des déchets et coût de démantèlement bien évidemment non compris... ■

### Tour solaire : concept intéressant mais construction démesurée

L'ingénierie de ce type de centrale, imaginée par Günther en 1931, a ensuite été développée par le bureau d'étude SBP en Allemagne. Dans la pratique, le volume d'air, emprisonné sous une enveloppe transparente, s'échauffe sous l'action du rayonnement solaire, à la fois direct et diffus. Ce collecteur thermique est surplombé par une cheminée qui crée un gradient de pression entre l'air bas, plus chaud et donc moins dense que celui situé en sortie de conduit. D'où apparition d'un vent solaire qui actionne les turbines placées

dans la zone. Malheureusement, les installations réalisées – le prototype espagnol de Manzanares (50 kW) construit en 1989 et détruit depuis par une tornade – ou imaginées ont des proportions assez colossales, la puissance obtenue étant grosso modo proportionnelle à la hauteur de la cheminée et à la surface du collecteur. À titre d'illustration, le projet, (200 MW) qui devrait voir le jour en 2009 dans le désert australien, se compose d'une cheminée de 1 000 m de hauteur et d'une enceinte de plusieurs kilomètres de diamètre !

## 6. Article publié dans Science&Vie, novembre 2006

actualités

planète Terre

ENERGIE



### Les fourmis envahisseuses peuvent être combattues

Pour contrôler l'invasion des fourmis d'Argentine, il suffit de déclencher des guerres fratricides : telle est la stratégie développée par Neil Tsutsui et Kenneth Shea, de l'université de Californie. Introduite en Amérique du Nord et en Europe au début du <sup>xx</sup> siècle, la fourmi d'Argentine – très agressive pour la flore, la faune et les humains – y a formé des supercolonies de milliards d'individus sur des milliers de kilomètres (voir S&V n° 1030, p. 46). La raison de cette expansion invincible ? Les fourmis sont issues d'une même souche génétique et partagent une odeur unique, un code de reconnaissance qui les empêche de se battre entre elles, contrairement à leurs cousines d'Argentine, plus diversifiées génétiquement. Les chercheurs ont mis au point une version synthétique légèrement modifiée de la signature olfactive des fourmis envahisseuses. Puis ils ont badigeonné la cuticule de 1200 fourmis d'Argentine. Croyant reconnaître un ennemi, ces cobayes ont immédiatement entrepris de s'entre-tuer. Reste maintenant à transformer ce procédé de laboratoire en insecticide industriel. C.H.

ELIOTH – MUSEUM D'HISTOIRE NATURELLE DE BOURGES

## Couchée à flanc de montagne, la tour solaire est plus efficace



« L'air est chauffé dans une serre avant de monter dans le conduit. »

Fournir jusqu'à 500 mégawatts de puissance électrique – le tiers d'une tranche nucléaire – uniquement avec la chaleur solaire et l'altitude de la montagne : c'est le projet Elioth, élaboré par Raphaël Ménard et son équipe de la société d'ingénierie OTH. Le principe est ins-

piré des tours solaires, où l'air est d'abord chauffé au sol, dans une serre géante, puis aspiré dans une cheminée au centre de l'infrastructure afin d'entraîner des turbines. Le courant d'air ascendant résulte du contraste de température entre le sol et l'altitude. Seul inconvénient :

pour être performante, l'installation doit disposer d'une cheminée de plus de... 1 000 m de haut ! Elioth remplace la tour par des conduits à flanc de montagne. Avec une serre de 3 000 ha construite dans la vallée surmontée d'un conduit débouchant à 2 000 m, pour une différence de température de 50 à 60 °C, la production électrique annuelle équivaldrait à 12,5 fois celle de la future tour de 750 m projetée en Espagne, à Manzanares (voir Science & Vie n° 1065, p. 42) ! Plusieurs régions montagneuses, dont l'île de la Réunion et la Sierra Leone, sont déjà envisagées afin d'y établir un projet pilote conçu pour limiter au maximum son impact sur l'environnement : l'installation pourra, en effet, être facilement démontée. G.F.

BIODIVERSITE

## LE KOUFREY SAUVAGE DU CAMBODGE PERD SON STATUT

*Le kouprey, buffle rarissime vivant dans la jungle du Cambodge*

*et emblème national du pays, est né d'un croisement par l'homme, révèle l'équipe de Gary Galbreath (Northwestern University, Chicago). En examinant son patrimoine génétique, les zoologistes ont révélé que le kouprey était un hybride du banteng (un buffle sauvage) et du zébu domestique, devenu sauvage par la suite. Les chercheurs recommandent donc de réinvestir les sommes consacrées à la préservation de l'animal vers de vraies espèces sauvages menacées. P.G.*



▲ Ce buffle "sauvage" serait en fait un hybride domestique.