

## Technologie et environnement

Conférence  
Tunza

Le captage du  
carbone

Les conceptrices  
de l'avenir

La Terre  
selon Virgin

Petite  
controverse

Un problème  
vivace

Des nettoyeurs  
plus verts



## TUNZA

le Magazine du PNUE  
pour les Jeunes.

Les numéros de TUNZA  
peuvent être consultés  
sur le site [www.unep.org](http://www.unep.org)



### Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE)

PO Box 30552, Nairobi, Kenya

Tél. (254 20) 7621 234

Fax (254 20) 7623 927

Télex 22068 UNEP KE

[unepub@unep.org](mailto:unepub@unep.org)

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

ISSN 1727-8902

**Directeur de la publication** Eric Falt

**Rédacteur en chef** Geoffrey Lean

**Collaborateur spécial** Wondwosen Asnake

**Rédacteurs invités** Karen Eng, Callum Douglas,  
Julie Kavanagh

**Coordination à Nairobi** Naomi Poulton

**Responsable du service Enfance et Jeunesse  
du PNUE** Theodore Oben

**Directeur de la diffusion** Manyahleshal Kebede

**Maquette** Edward Cooper, Équateur

**Traduction** Anne Walgenwitz/Ros Schwartz  
Translations Ltd

**Production** Banson

**Jeunes collaborateurs** Preetam Alex, Inde ;  
Jamal Alfalasi, Émirats arabes unis ; Nina Best,  
Brésil ; Handy Acosta Cuellar, Cuba ; Kate de  
Mattos-Shiple, Royaume-Uni ; Morteza Farajian,  
Iran ; Claire Hastings, Canada ; Molly Lawson,  
Canada ; Norbert Machipisa, Zimbabwe ; Caitlin  
MacLeod, Canada ; Ahmed Abbas Mahmoud,  
Soudan ; Tanya Mowbray, Royaume-Uni ; Maimuna  
Sarr, Gambie ; Zhang Boju, Chine

**Autres collaborateurs** Caroline Baillie ; Jane  
Bowbrick ; Stefan Hain ; Fred Pearce ; Joachim  
Petzoldt ; Peter Saunders ; Carola-Victoria  
Wetzstein ; Rosey Simonds et David Woolcombe,  
Peace Child International

Imprimé au Royaume-Uni

Les opinions exprimées dans le présent magazine ne  
reflètent pas nécessairement celles du PNUE ou des  
responsables de la publication, et ne constituent pas  
une déclaration officielle. Les termes utilisés et la  
présentation ne sont en aucune façon l'expression de  
l'opinion du PNUE sur la situation juridique d'un pays,  
d'un territoire, d'une ville ou de son administration, ni  
sur la délimitation de ses frontières ou limites.

Le PNUE encourage les  
pratiques écophiles, dans le monde  
entier et au sein de ses propres  
activités. Ce magazine est imprimé avec  
des encres végétales, sur du papier  
entièrement recyclé et ne comportant pas de  
chlore. Notre politique de distribution vise à  
limiter l'empreinte écologique du PNUE.

# SOMMAIRE

Éditorial	3
Laissons entrer le soleil !	4
Une technologie à notre service	4
L'appel de la nature	6
TUNZA répond à tes questions	8
Petite controverse	9
Ensemble pour la planète	10
Matière à réflexion	11
Le captage du carbone	12
Inspiration solaire	12
La Terre selon Virgin	14
Idées sympas	15
Des nettoyeurs plus verts	16
BioCarburants	17
Un problème vivace	17
Les conceptrices de l'avenir	18
Le vert... c'est <i>tellement</i> tendance	19
Construction naturelle	20
Une question pressante	21
Sept merveilles anciennes	22



**Partenaires  
pour la Jeunesse  
et l'Environnement**



**Le PNUE et Bayer, multinationale allemande, spécialiste de la santé, de l'agrochimie et des matériaux de hautes performances, se sont associés pour sensibiliser les jeunes aux questions environnementales et encourager les enfants et les adolescents à se prononcer sur les problèmes mondiaux de l'environnement.**

L'accord de partenariat, renouvelé jusqu'à fin 2010, prévoit l'élargissement de la longue collaboration qui existe entre le PNUE et Bayer, de façon à en faire bénéficier d'autres pays et à développer de nouveaux pro-

grammes pour la jeunesse. Les initiatives actuelles comprennent notamment le magazine TUNZA, le Concours international de peinture sur l'environnement pour les jeunes, la désignation d'un Délégué spécial commun à Bayer et au PNUE pour la jeunesse et l'environnement, l'organisation de la Conférence internationale Tunza du PNUE, la mise en place de réseaux de la jeunesse pour l'environnement en Asie-Pacifique, Afrique et Amérique latine, le forum « Eco-Minds » en Asie-Pacifique et un Concours international de photographie en Europe de l'Est intitulé « Ecology in Focus » (Objectif Écologie).



 **COOL** : Observer la faune : oiseaux, ours, dauphins, papillons...

 **ENCORE PLUS COOL** : Participer à des enquêtes sur la faune. Tu te renseignes auprès de ta commune ou des associations nationales ou régionales pour savoir quelles sont les enquêtes effectuées près de chez toi, et tu proposes ton aide.

 **COOL** : Les escaliers roulants qui économisent l'énergie. Les escalators et les trottoirs roulants sont pratiques, mais un moteur qui fonctionne en permanence consomme d'énormes quantités d'énergie. Les escaliers roulants à démarrage et arrêt automatiques s'immobilisent lorsqu'ils fonctionnent à vide, et ne se remettent en marche que lorsqu'un usager s'approche d'une barrière reliée à un interrupteur. D'autres escalators et trottoirs automatiques sont conçus pour utiliser moins d'énergie – en fonctionnant au ralenti – lorsqu'ils transportent un poids moindre. Quand les usagers se font plus nombreux, l'appareil accélère.

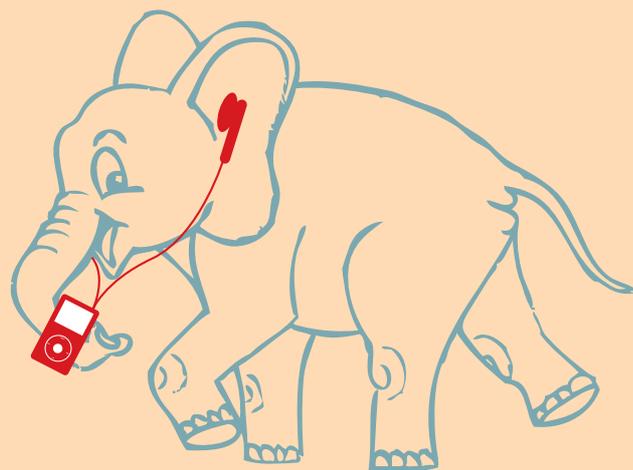
 **ENCORE PLUS COOL** : Emprunter l'escalier classique – et aider une vieille dame à porter ses sacs.

 **COOL** : Les vêtements en chanvre.  
 **ENCORE PLUS COOL** : Les blouses de chirurgien réalisées en bambou. Le bambou contient une substance qui tue les bactéries. Des chercheurs de Coimbatore, en Inde, ont donc eu l'idée d'utiliser sa fibre pour produire un vêtement ultra absorbant qui limite les risques d'infection durant une intervention chirurgicale.

 **COOL** : La balançoire en pneu recyclé. Écologie : retrouver le plaisir d'une balançoire accrochée à un arbre.

 **ENCORE PLUS COOL** : Les pneus recyclés qui remplacent les sacs de sable. Les sacs de sable qu'on utilise pour limiter l'érosion ont tendance à se désintégrer. Les pneus recyclés remplissent la même fonction, mais ils sont plus résistants et leur réutilisation évite d'avoir à les éliminer dans des sites d'enfouissement. Les Éco-Blocks fabriqués à partir de pneus peuvent être imbriqués les uns dans les autres, empilés et même collés ou amarrés sur place, et réutilisés pendant une dizaine d'années.

 **TOP COOL** : La maison en pneus recyclés. Les Earthships, créées par Michael Reynolds de Solar Survival Architecture au Nouveau Mexique, sont des maisons réalisées à partir de pneus recyclés remplis de terre, jointoyés avec de la boue, et « crépis » d'adobe ou de stuc. La société apprend aux gens à construire ces habitations et organise des démonstrations à l'intention des autorités gérant des opérations de secours dans des régions dévastées comme Mexicali, au Mexique, et La Paz, en Bolivie.



## ÉDITORIAL

La technologie est une des choses qui distinguent les êtres humains des animaux, et elle façonne de plus en plus notre monde. Depuis l'aube de l'humanité, les populations utilisent leurs connaissances pour fabriquer les outils et machines qui leur sont utiles – de la roue à l'ordinateur. Certains pensent aujourd'hui que la technologie est à la base de toute prospérité et qu'il faut très peu de restrictions à son développement. D'autres, considérant qu'elle cause de terribles problèmes environnementaux, la condamnent et demandent qu'elle soit strictement contrôlée. Il y a du vrai dans ces deux visions opposées. La technologie a apporté la richesse à une bonne partie du monde mais elle est également responsable de bien des nuisances pour la planète et ses habitants. En elle-même, elle est pourtant neutre : qu'ils soient positifs ou négatifs, ses impacts sont liés à l'utilisation que nous en faisons.

Au fur et à mesure que se développent rapidement les connaissances scientifiques et les savoir-faire permettant de les mettre en pratique, deux grandes questions se posent : une technologie pour faire quoi et une technologie pour qui ? Tout dépend des réponses. La technologie devrait servir au développement et non à la destruction ; elle devrait être utile à l'ensemble de l'humanité et non enrichir uniquement ceux qui sont déjà riches ; et au lieu de favoriser à tout prix la croissance économique, elle devrait veiller à ce que celle-ci continue à être soutenue par les services vitaux fournis par une planète en bonne santé.

En premier lieu, il faut vérifier que la technologie est appropriée, qu'elle autonomise ceux qui l'utilisent, qu'elle est adaptée aux endroits où elle est appliquée, et surtout, qu'elle est conçue pour favoriser un développement durable qui élimine la pauvreté tout en préservant la Terre et ses systèmes naturels. Ensuite, il faut s'assurer qu'elle est largement partagée de façon à profiter à un maximum de gens. Il existe de nombreux exemples de technologies remplissant ces objectifs, mais le plus souvent, ces derniers ne sont pas pris en compte au départ. Il faut que notre génération redresse l'équilibre et qu'elle concentre ressources et efforts sur le développement de technologies adaptées à notre époque et à notre monde fragile et interdépendant.

# Laissons entrer le soleil !

**CEUX D'ENTRE NOUS** qui n'ont pas la chance de travailler proche d'une fenêtre savent bien que rien ne remplace la lumière du jour. La surexposition à de puissantes ampoules électriques est stressante, alors que la lumière naturelle, elle, est propice à la détente. La production d'électricité destinée à notre éclairage nécessite généralement de brûler des combustibles fossiles, ce qui libère du dioxyde de carbone responsable de l'effet de serre. Par contre, la lumière naturelle est non polluante et gratuite.

Aujourd'hui, une nouvelle technologie très simple, celle des puits de lumière tubulaires ou tubes solaires (tels que ceux utilisés dans ce magasin de vêtements, à droite), permet de véhiculer la lumière du jour pour en faire bénéficier ceux qui travaillent loin d'une fenêtre.

Le principe consiste à transmettre à l'intérieur d'un bâtiment la lumière qui y pénètre par un dôme de verre ou de plastique transparent fixé sur le toit. La lumière du jour descend le long d'un tube de métal jusqu'à l'endroit à éclairer. Concentrée, elle tombe alors sur une lentille ou un miroir qui la diffuse et la répand.

Dès sa première commercialisation en Australie en 1991, le puits de lumière tubulaire a remporté un franc succès, qui s'est ensuite propagé aux États-Unis, où cette technique est utilisée dans les écoles et les centres commerciaux. Argentine, Chine, Guatemala, Japon, Mexique, Pologne, Russie et Émirats arabes unis sont autant de régions du monde où les puits de lumière sont désormais produits et plébiscités. L'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture envisage même de se servir des puits tubulaires dans les pays en développement pour faciliter la micro-propagation – c'est-à-dire la culture tissulaire, qui favorise l'obtention de semis sains.

Les puits tubulaires s'installent facilement et coûtent moins cher que les cellules solaires, et les versions les plus sophistiquées suivent la course du soleil et sont capables de transmettre la lumière jusqu'à plus de 100 mètres plus bas.

L'éclairage représente jusqu'à 50 % de la consommation énergétique commerciale et jusqu'à 20 % de la consommation industrielle. Parallèlement au bien-être qu'elle procure, cette technologie émergente pourrait donc réduire considérablement les émissions de dioxyde de carbone.

Écrites il y a près de 300 ans, les paroles de Swift témoignent de l'importance de la technologie. Et les scientifiques qui ont mis au point les semences permettant la fameuse Révolution verte de la fin des années 1960 et du début des années 1970 méritent toute notre admiration. Le blé et le maïs développés au Centre international d'amélioration du maïs et du blé du Mexique, et le riz issu de l'Institut international de recherche des Philippines étaient deux à trois fois plus productifs que les variétés traditionnelles. Les récoltes augmentèrent en flèche. L'Inde, longtemps synonyme de famine, atteignit rapidement le seuil de l'autosuffisance céréalière et parvint même à fournir une aide alimentaire considérable au nouvel État indépendant du Bangladesh – pendant un temps, elle fut d'ailleurs le deuxième donateur après les États-Unis. Le Mexique, l'autre pionnier des nouvelles variétés, exporta un dixième de ses récoltes pendant cinq ans.

Et pourtant, la malnutrition resta monnaie courante dans les deux pays. Un rapport des Nations Unies conclut que les variétés miracle n'avaient guère permis d'augmenter les quantités d'aliments que consommaient les populations car celles-ci restaient souvent trop pauvres pour acheter les denrées indispensables. À certains égards, la Révolution verte accentua encore la pauvreté. Les petits cultivateurs n'avaient pas les moyens de se procurer les nouvelles semences ou les engrais nécessaires pour rendre celles-ci si productives, et ils finissaient donc par vendre leurs terres à des agriculteurs plus riches, capables d'accéder à la nouvelle technologie. Des machines agricoles modernes firent leur apparition pour cultiver des champs désormais plus grands. Ainsi, les nouveaux pauvres sans terre ne trouvaient même pas à se louer comme travailleurs agricoles. La monoculture se développa au détriment de la diversité, et la biodiversité souffrit de la disparition progressive de méthodes agricoles traditionnelles sans danger pour la faune et la flore.

Avec le temps, on finit par tirer certains enseignements et à intégrer les nouvelles cultures dans les systèmes agricoles existants. Cela permit de mettre fin à la famine chronique et, en 30 ans, de diminuer de moitié la malnutrition en Asie du Sud. Cette page d'histoire illustre bien les avantages et les inconvénients de la technologie. Les semences de la Révolution verte n'étaient pas responsables des problèmes, elles possédaient d'énormes avantages et se révélèrent très utiles. Mais, tout comme d'autres technologies, elles n'étaient pas la panacée capable de résoudre tous les problèmes de l'humanité. Mal utilisées, elles pouvaient aussi se révéler désastreuses.

Des débats similaires entourent aujourd'hui toute une série de développements controversés comme les biocarburants, la nanotechnologie, les organismes génétiquement modifiés et les techniques de surveillance automatiques. Tous pourraient être très utiles. Tous posent des risques considérables. Tout dépend de la manière dont toutes ces technologies sont utilisées – et au profit de qui.

À l'époque de la Révolution verte, un autre ouvrage célèbre – *Small Is Beautiful* de E. F. Schumacher – prônait le concept d'une « technologie appropriée ». C'est-à-dire qui soit adaptée à l'environnement, la culture et la situation économique de l'endroit où elle serait utilisée, afin d'en tirer un maximum d'avantages.

Les technologies appropriées peuvent être anciennes ou nouvelles, simples ou sophistiquées. Les pompes à main, basées sur un système de récipients attachés par de la ficelle que tout le

# Une technologie à notre service

**« Quiconque pourrait faire pousser deux épis de maïs ou deux brins d'herbe là où il n'en poussait qu'un auparavant serait plus utile à l'humanité que l'ensemble des politiques réunis. »**

*Le roi de Brobdingnag dans le célèbre récit satyrique de Jonathan Swift, Les Voyages de Gulliver*

monde est capable de réparer, se révèlent bien plus utiles – et plus efficaces quand il s'agit d'approvisionner en eau potable les populations isolées – que les pompes modernes nécessitant de coûteuses pièces détachées, du carburant et de la maintenance. Par contre, les téléphones portables sont très précieux puisqu'ils permettent les communications et donc le développement de ces mêmes régions que ne desservent pas les lignes terrestres. Et dans le même ordre d'idée, les meilleurs logements sont les plus simples, bâtis avec des matériaux traditionnels comme la terre compactée, mais éclairés par des lampes DEL alimentées par des cellules solaires.

Les sources d'énergie renouvelables s'affirment de plus en plus comme des technologies adaptées tant aux besoins des pays développés que de ceux en développement. Fournis gratuitement par la nature, le soleil, le vent et l'eau peuvent fournir l'énergie nécessaire à l'endroit souhaité. Dans les pays en développement, cela permet aux populations de jouir de tous les avantages liés à l'électricité, même quand elles vivent loin des réseaux de distribution. Et là où les fournisseurs d'électricité sont présents – comme dans les pays développés ou les grandes villes des pays en développement –, le même accès gratuit à l'énergie permet aux familles de produire leur propre électricité, de revendre le surplus au fournisseur et donc de limiter le besoin de construire de nouvelles centrales très coûteuses. Et, partout où elles sont

utilisées, les énergies renouvelables n'émettent pas de dioxyde de carbone, participant ainsi à la lutte contre le réchauffement mondial.

Mais aussi adaptées soient-elles, les technologies ne peuvent pas résoudre les problèmes lorsque les populations et les gouvernements ne prennent pas les mesures nécessaires. L'efficacité du moteur des voitures américaines, par exemple, s'améliore régulièrement depuis 20 ans, mais l'économie de carburant réalisée a été complètement annulée par l'augmentation du poids, de la taille, de la puissance et des accessoires des nouveaux véhicules. Ceux-ci consomment autant – et contribuent donc autant au changement climatique – que par le passé. Pourquoi ? Parce que le prix de l'essence est resté bas et parce que le Gouvernement n'a pas revu les normes relatives aux économies de carburant.

D'ailleurs, l'imposition de mesures contraignantes débouche souvent sur de nouveaux changements technologiques. Nécessité continue à faire loi : les incitations et le relèvement des normes légales débouchent presque toujours sur l'apparition de nouvelles technologies – souvent issues d'inventions de longue date qui n'étaient pas commercialisées par souci de tirer un maximum de profit des technologies existantes avant de prendre le risque d'en lancer de nouvelles.

## Douce solution

Lorsqu'il débarqua en Amérique, Christophe Colomb déclara n'avoir « jamais rien vu d'aussi beau » que les forêts ombrophiles de Haïti. Aujourd'hui, elles ont pratiquement toutes disparu, et la terre nue est fortement érodée. Les rares régions boisées sont menacées par la fabrication de charbon de bois, principal combustible de cuisson du pays. Les étudiants du MIT (Massachusetts Institute of Technology) ont découvert comment fabriquer des briquettes de charbon de bois à partir de bagasse de canne à sucre, un déchet agricole très abondant à Haïti. La bagasse sèche est carbonisée dans un fût de pétrole qui fait office de four, mélangée à de la bouillie de manioc et pressée en briquettes. Ces briquettes brûlent mieux que le bois et produisent moins de pollution intérieure, responsable de nombreuses maladies et décès dans les pays en développement.



KVA Matix

## Vêtements lumineux

Au Mexique, la haute technologie et l'artisanat s'associent pour améliorer la vie des Huichol, peuple semi nomade qui vit dans la Sierra Madre, loin des réseaux électriques. Les femmes tissent et cousent des DEL (diodes électroluminescentes) et des panneaux photovoltaïques souples dans les textiles pour obtenir une lumière portable. Portés ou accrochés dehors durant le jour, ces tissus emmagasinent suffisamment d'énergie pour fournir quatre heures de lumière – de quoi lire ou écrire – après le coucher du soleil. En Australie, les aborigènes sont en train de tester la même technologie.



Permaculture Research Institute/priflickr

**L'**agriculture utilise souvent de vastes quantités d'eau pour irriguer et de combustibles fossiles pour alimenter les machines agricoles et créer des pesticides et engrais. Et elle défriche des terres qui pourraient abriter une faune et une flore très riches, pour les remplacer par les quelques espèces qui nous nourrissent.

La permaculture, développée par le professeur en sciences de l'environnement australien Bill Mollison et son élève David Holmgren, a pour objectif de produire des aliments avec moins de moyens, tout en améliorant l'environnement.

Biologiste de la faune, Bill Mollison a remarqué que les écosystèmes naturels comme les forêts et les terres humides sont autosuffisants et interconnectés. Leurs divers composants travaillent ensemble. Les insectes, par exemple, pollinisent les plantes et servent de nourriture aux oiseaux, dont les déjections améliorent le sol. La permaculture vise à imiter l'écosystème naturel pour obtenir des rendements importants dans un système autonome d'agriculture durable

## L'appel de

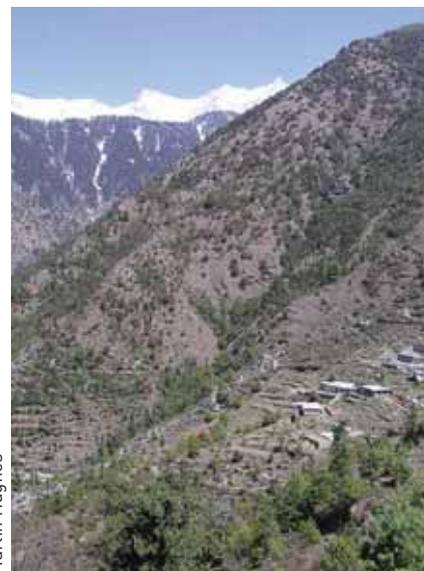
faisant intervenir toute une variété de plantes et d'animaux.

L'idée n'est pas nouvelle. Depuis fort longtemps, les Amérindiens cultivent ensemble des courges, du maïs et des haricots : les haricots grimpent sur le maïs tout en fixant l'azote qui fertilise le sol ; les courges couvrent le sol, empêchant les mauvaises herbes et conservant l'humidité. De même, les jardins des forêts mayas actuelles continuent à produire de nombreuses espèces de plantes – aliments, bois et médicaments – sans qu'il soit nécessaire de labourer et en ajoutant uniquement des engrais naturels.

Le principe de la permaculture est applicable partout, du potager de ville à la forêt ombrophile en passant par les marécages. Bill Mollison explique : « Au lieu d'avoir des exigences précises par rapport à sa terre, toute personne qui se demande ce que sa terre peut lui offrir travaillera naturellement et en harmonie avec notre planète. »

## Des serres plus vertes

En altitude dans l'Himalaya – là où la température peut descendre jusqu'à -40°C – les populations cultivent toute l'année et à peu de frais des légumes et des plantes médicinales dans des serres chauffées sans combustible. Il s'agit de serres solaires passives, orientées pour capter un maximum de chaleur solaire et ne nécessitant pas de propane ou autre combustible. La chaleur est emmagasinée dans la pierre, la terre ou l'eau, et libérée lorsque la température tombe. Certains modèles de serre recueillent même l'eau de pluie, qu'ils utilisent ensuite pour irriguer les cultures.



Martin Hughes



## la nature

« On commence par faire le point des facteurs externes, comme la topographie, le sol et l'eau et on choisit ensuite des plantes et des animaux parfaitement adaptés aux conditions. Enfin, on fait un maximum de liens fonctionnels entre les espèces. Chaque plante ou chaque animal doit avoir plusieurs fonctions et aussi interagir avec les autres. »

Depuis 30 ans, Mollison éduque les populations et les incite à créer des communautés de permaculture, intégrant des écovillages et des logements durables : il vit d'ailleurs dans un de ceux qu'il a fondés en Tasmanie.

Et cela ne concerne pas seulement les pays les plus riches. L'UNHCR, l'agence des Nations Unies pour les réfugiés, a adopté les principes de la permaculture pour exploiter au mieux les terres et ressources en eau limitées et permettre aux réfugiés du Zimbabwe d'atteindre l'autosuffisance. Il les a également appliqués lors de la reconstruction de villages dévastés par la guerre en Irak.

C'est sans doute à Cuba que ces principes sont le plus suivis. Après l'effondrement de l'Union soviétique, le pays n'arrivait pas à obtenir suffisamment de pétrole pour alimenter son agriculture industrielle. En 1993, le Gouvernement cubain octroya une subvention à des conseillers en permaculture australiens en vue de créer un projet pilote à La Havane, la capitale, et de former la population. Les Cubains commencèrent alors à cultiver bananes, potirons, raisins et autres denrées sur le toit des immeubles, dans des parkings et sur des terrasses. Aujourd'hui, les habitants de ville cultivent 50 % des légumes qu'ils consomment. Dans d'autres villes cubaines, de 80 % à 100 % des fruits et légumes consommés sont produits sur place.

« J'aime qualifier la permaculture de *technologie humaine* parce qu'elle fait appel de manière très basique à des éléments vivants et simples », confie Bill Mollison. « Elle ne fait pas intervenir de technologie compliquée, c'est une biotechnologie que les populations, en tant qu'êtres humains, peuvent appliquer intuitivement. »

## Ordinateurs portables verts

Les téléphones portables sont en train de relier des communautés en développement isolées avec le reste du monde. Le programme Grameen Village Phone met en place des entreprises de téléphonie mobile, élimine le besoin de lignes fixes et propose aux habitants, notamment aux femmes, de leur prêter l'argent nécessaire pour acheter un téléphone. Les nouveaux prestataires de service louent leur téléphone à un coût attractif qui est fonction des appels effectués. Les villageois peuvent désormais contacter les services médicaux, garder le contact avec leurs amis et leur famille et créer des entreprises. Quant aux opérateurs, les bénéfices réalisés leur permettent de rembourser l'argent emprunté et de sortir de la pauvreté. Lancée au Bangladesh à la fin des années 1990, l'idée a fait son chemin jusqu'au Cameroun, au Rwanda, au Sénégal et en Ouganda.



Jeeves Sinclair/Flickr



## Hippomobiles

Dans l'ensemble du monde en développement, les femmes et les enfants font face à de pénibles et interminables corvées d'eau. Il n'est pas rare qu'ils marchent six heures par jour en portant sur la tête des réservoirs de 20 litres. Maintenant, l'hippopotame roulant peut remplacer ces récipients par des barils de polythène dotés de poignées en acier. L'hippopotame roulant est si maniable que des personnes âgées et des enfants sont capables de le faire rouler même sur terrain accidenté. Et comme il contient 90 litres d'eau, il divise par quatre le nombre de voyages à effectuer.

## Pompes à pied

Grâce à de simples pompes à pied, quelque 45 000 petits agriculteurs africains ont réussi à augmenter leurs revenus, allant même jusqu'à les décupler. Ces pompes, qui fournissent de l'eau pour une irrigation à petite échelle, ont été inventées par Kick Start, une organisation à but non lucratif, et elles sont désormais utilisées au Kenya, au Mali et en Tanzanie, permettant la culture rentable de légumes sur de petits terrains. La première pompe pouvait puiser de l'eau jusqu'à 7 mètres de profondeur : aujourd'hui, elles sont capables de propulser l'eau en amont et permettent ainsi d'irriguer une pente à partir d'une source d'eau située en aval.

## TUNZA répond à tes QUESTIONS

# Q & R

1-2-3-4-5-6

**Q Comment la technologie peut-elle servir au mieux les intérêts de l'humanité et de la planète ?**

**R** L'enjeu consiste à exploiter la technologie de façon à préserver les niveaux de vie du monde développé et à améliorer ceux du monde en développement, tout en limitant notre impact sur l'environnement. Cela impliquera sans doute d'accélérer l'innovation en investissant beaucoup plus dans la recherche et le développement. Nous avons besoin d'une nouvelle génération d'institutions, de visionnaires, d'inventeurs et d'ingénieurs. Il faut inciter les jeunes à se passionner pour la science et la technologie, et à s'engager dans cette voie. Si nous voulons commencer à mettre les nouvelles technologies au service de l'humanité et de la planète, il faut que la recherche et le développement dans les technologies écologiquement durables soient considérés comme une chose positive.

**Q Le développement technologique permettra-t-il à lui seul de régler des problèmes comme le réchauffement mondial ?**

**R** Non, bien entendu. Mais les progrès technologiques – comme l'exploitation des énergies éolienne, marémotrice et solaire, et la saisie et le stockage du carbone – seront certainement très utiles. À la base, il faut modifier nos attitudes et adopter des comportements de bonne gestion de la planète. Il est notamment indispensable de changer nos habitudes de consommation afin de réduire l'impact que nous avons sur la Terre.

**Q Comment faire pour que la technologie soit à notre service et non le contraire ?**

**R** Rien ne remplace l'intelligence humaine et sa capacité à transformer les choses. Le défi consiste à trouver un équilibre entre le bon sens et l'innovation. De manière générale, il faut donc que la science, l'industrie et les consommateurs adhèrent au « principe de précaution ». Ce principe – que la sagesse populaire connaissait sous forme de dictons comme « mieux vaut prévenir que guérir » – préconise de prendre des mesures préventives lorsqu'il existe de bonnes indications que quelque chose risque de nuire de manière irréversible aux populations ou à l'environnement, même s'il n'existe pas de preuve absolue. On accuse parfois ce principe de freiner le progrès, mais lorsqu'il est appliqué correctement, il peut favoriser les technologies sûres tout en minimisant les dommages du type de ceux qui ont été faits inconsidérément à la couche d'ozone et au climat de la Terre, par exemple.

**Q Que ferons-nous quand il n'y aura plus de pétrole ?**

**R** Qu'on le veuille ou non, le pétrole continuera à moyen terme à être la principale source d'énergie pour les transports, et – avec le charbon – pour la production d'électricité. Cela pose deux énormes problèmes. D'abord, bien que la pénurie ne soit pas imminente, le pétrole va commencer à se raréfier. Au cours des prochaines décennies, l'atteinte du pic de production mettra fin aux approvisionnements bon marché qui ont alimenté la révolution industrielle. Ensuite, la combustion du pétrole provoque le réchauffement mondial. Même si elles diminuent, les quantités de pétrole qui restent dans le sol sont suffisantes pour détruire l'atmosphère. Nous devons nous attaquer à ces deux problèmes en utilisant le pétrole de manière plus efficace – et en augmentant considérablement les efforts faits pour développer des sources d'énergie renouvelables et non polluantes.

**Q On entend dire que « les déchets sont une ressource que nous ne savons pas encore utiliser ». Qu'est-ce que cela signifie ?**

**R** Par définition, les déchets sont des produits que nous n'apprécions pas. Pourtant, de nombreux déchets, y compris ceux actuellement considérés comme dangereux, peuvent être récupérés, recyclés et réutilisés. Les biodigesteurs, par exemple, permettent de transformer les déjections animales et humaines en méthane, qui peut alors servir de combustible de cuisson ou de chauffage, et même à produire de l'électricité. Et il n'est pas impossible que les biocarburants de seconde génération puissent être développés à partir de déchets comme la sciure et la paille.

**Q À l'heure actuelle, quelles sont les technologies les plus prometteuses ? Et quelles sont celles susceptibles d'être développées dans un avenir proche ?**

**R** On peut s'attendre à une utilisation à l'échelon industriel des photovoltaïques solaires, des centrales thermiques solaires, des biocarburants de deuxième génération, des turbines de haute mer et des parcs à vagues ou à éoliennes. Dans l'avenir, la nanotechnologie, si elle est développée avec précaution, pourrait ouvrir de nouvelles possibilités. Mais bien que ces technologies de pointe soient cruciales pour l'avenir, nombre d'entre elles ne sont encore ni abordables ni rentables. Et c'est là qu'interviennent la recherche et le développement.



**Si tu as des QUESTIONS sur l'environnement et le développement, tu peux les poser aux spécialistes du PNUE.**

**Envoie un e-mail à [unepub@unep.org](mailto:unepub@unep.org), et nous essayerons de te répondre dans les prochains numéros.**

# petite CONTROVERSE

**P**as facile d'imaginer que quelque chose puisse être 80 000 fois plus mince qu'un cheveu ! Quant à manipuler et contrôler cette particule, c'est pratiquement impensable.

La science en plein essor de la nanotechnologie (en grec, nano signifie nain) exploite et développe l'infiniment petit. Un million de nanoparticules tiendraient sans problème sur une tête d'épingle. Et si l'on grossissait proportionnellement une nanoparticule pour lui donner la dimension du point qui termine cette phrase, la lettre « t » ferait pratiquement 1 kilomètre de haut.

La manipulation de particules aussi minuscules exige une précision mécanique extrême, sur une échelle infiniment plus petite que tout ce qui s'est fait jusqu'ici. La récente apparition de nouvelles technologies, notamment certains microscopes révolutionnaires, ouvrent de nouvelles perspectives.

À cette échelle minuscule, notre monde semble bouleversé : les lois de la physique ne s'appliquent plus et les matériaux courants changent brusquement de comportement. Des substances opaques, comme le cuivre, deviennent transparentes ; des éléments stables, comme l'aluminium, s'enflamment ; des substances ne présentant habituellement aucun danger, comme le latex, deviennent nocives ; et l'or passe à l'état liquide à température ambiante.

Cette modification apparente de l'ordre naturel est source à la fois d'avantages et de dangers pour la santé et pour l'environnement. D'un point de vue positif, la nanotechnologie peut servir à produire des médicaments ciblant des organes particuliers ou capables de rechercher et détruire des cellules cancéreuses éparpillées dans tout le corps humain.

Les constructeurs automobiles étudient des catalyseurs fabriqués nanotechniquement qui permettraient de réduire les émissions de monoxyde de carbone. Cette technologie sert également à mettre au point de nouveaux filtres à eau potable, et à élaborer des peintures pour fenêtres et murs qui améliorent

l'isolation et réduisent la consommation d'énergie – et donc les émissions de gaz à effet de serre.

Mais la nanotechnologie présente aussi des inconvénients. Introduites dans l'organisme, les nanoparticules sont susceptibles de perturber le système immunitaire. Elles risquent aussi de pénétrer dans les poumons et de provoquer des maladies respiratoires ; de s'accumuler dans le foie, de traverser la barrière sang/cerveau qui protège l'organe le plus vulnérable de notre corps ; et de stimuler la formation de « radicaux libres », qui favorisent l'apparition de cancers. Dans l'environnement, elles peuvent transporter les polluants plus rapidement par le sol et faciliter leur absorption par les plantes qui seront peut-être consommées ensuite par des animaux et des humains.

Pourtant, grâce à un déluge d'aides à la recherche, tant gouvernementales que privées, la nanotechnologie se développe à une vitesse phénoménale. L'année dernière, les produits utilisant cette technologie représentaient 50 milliards de dollars à l'échelle mondiale. En trois ans, le marché devrait littéralement exploser et représenter 2,6 trillions de dollars. « La nanotechnologie est en train de créer des changements fondamentaux dans la quasi-totalité des activités humaines », a déclaré Mike Roco, de la United States National Science Foundation, « et ce que nous voyons actuellement n'est qu'une faible indication de ce qui nous attend. »

Le danger, c'est que l'on s'intéresse plus aux avantages de la nanotechnologie qu'à ses inconvénients, tant la ferveur commerciale est grande. Swiss Re, la deuxième société mondiale de réassurance, s'inquiète fortement de ce phénomène. Elle craint en effet à avoir à régler d'énormes dommages et intérêts au cas où la nanotechnologie entraînerait de vastes problèmes de santé publique. Et le Prince Charles, héritier du trône britannique, n'est pas le seul à prévenir que le public n'acceptera la nanotechnologie que si « le principe de précaution est respecté ».

Evident Technology





Photos : Bayer

# Ensemble pour la planète

« COMME UN TABLEAU DE MONET, la situation environnementale de la Terre est composée de millions de minuscules touches. Chacune d'entre elles est cruciale. Mais pour comprendre l'ensemble du tableau, il faut prendre un peu de recul. » C'est ce qu'a expliqué l'astronote Gerhard Thiele aux 150 délégués participant à la Conférence internationale de la jeunesse Tunza 2007. Venus de plus de 100 pays, les jeunes écologistes âgés de 14 à 25 ans se sont retrouvés à Leverkusen, en Allemagne, pour partager leurs expériences et connaissances sur le thème de la technologie au service de l'environnement. « Les conférences internationales, comme celle-ci, sont incroyablement utiles », a déclaré Caitlin MacLeod, venue du Canada. « Dès le départ, on a envie de partager nos connaissances et nos compétences. »

Placée cette année sous l'égide de Bayer – partenaire du PNUE et sponsor de Tunza –, la Conférence bisannuelle a commencé par une cérémonie d'ouverture : spectacle de danse, films, messages de bienvenue du prix Nobel de la Paix Wangari Maathai, groupe de rock Silbermond, gagnant de la Coupe du Monde Rudi Völler, et pianiste chinois Lang Lang. Ce fut également l'occasion de découvrir le nouveau logo de Tunza et sa chanson thème « Time for Action »\*, préparés par Bayer pour la Conférence.

« Il est tout à fait possible de connaître le succès commercial tout en s'engageant vis-à-vis de l'environnement », a déclaré le Ministre allemand de l'Environnement Gabriel. La même idée fut

reprise par le Directeur exécutif du PNUE, Achim Steiner, qui expliqua que la technologie devait jouer un rôle et dans la croissance économique et dans la durabilité environnementale. « Et ne laissez personne dire que nous n'avons pas les moyens d'opter pour la durabilité », précisa-t-il aux délégués, les invitant à s'intéresser à la manière dont l'Allemagne est en train « de repenser rapidement son propre avenir » en matière de protection de l'environnement, en exploitant son savoir-faire technologique de pointe.

L'emploi du temps des jours suivants se révéla très chargé : les participants se réunirent en séances plénières pour s'informer de leurs initiatives respectives, avant de se répartir en groupes pour discuter des problèmes rencontrés au plan local. Les contrastes étaient frappants : les Américains du Nord et les Européens mettaient l'accent sur les modes de vie durables et sur le transfert de technologies, tandis que les délégués venus d'Afrique discutaient de la manière dont les besoins fondamentaux comme l'eau potable pouvaient être couverts.

Différents ateliers ont permis aux participants d'explorer des sujets comme la biomasse et les combustibles de l'avenir, et d'envisager différentes perspectives. Morteza Farajian, d'Iran, avançait l'idée que « à l'avenir, nous aurons besoin de biocarburants. Ils peuvent même servir à alimenter le bétail, alors pourquoi pas ? ». Mais Zhang Boju de Chine faisait remarquer que même si la biomasse était une alternative intéressante, elle avait ses limites : « La Chine a besoin d'énergie

**CONSEIL CONSULTATIF TUNZA DE LA JEUNESSE 2007-2009**  
Le TYAC 2007-2009 (voir ci-dessus) a été élu par les participants à la Conférence de Leverkusen. Le Conseil suggère au PNUE des façons de faire participer les jeunes à ses initiatives, et il informe ceux-ci des programmes mis en place par le PNUE.

Premier rang, de gauche à droite  
Jessie James L. Marcellones (Philippines)  
marcellones\_jl2003@yahoo.com  
Wang Fengzhu (Chine) wangerlover2007@yahoo.com.cn  
Koli Margaret (Kenya) sweetpie.koli@gmail.com

Handy Acosta Cuellar (Cuba) handyalemania@yahoo.com  
Gabriela Almeida Monteiro (Brésil) bela\_monter@yahoo.com.br  
Zainab Humdain (Bahrain) zainab\_689@yahoo.com  
Sara Svensson (Suède) sajosve@gmail.com

Dernier rang, de gauche à droite  
Caitlin MacLeod (Canada) cait.macleod@gmail.com  
Adel Rahmani (Algérie) adeltall@yahoo.fr  
Thomas Christian (États-Unis d'Amérique) gth746a@mail.gatech.edu  
Jamal Alfalasi (Émirats arabes unis) Jamal.alfalasi@khda.gov.ae  
Dmitri Tasmali (Turquie) d.tasmali@gmail.com

\* Pour entendre la chanson Tunza, visitez [www.tunza2007.unep.bayer.com](http://www.tunza2007.unep.bayer.com)

pour se développer, mais les biocarburants ne sont pas une option pour le moment, à cause de l'insécurité alimentaire. »

Les participants ont eu droit à une visite guidée du parc de chimie de Bayer à Dormagen, avec explication détaillée de la manière dont la société traite ses déchets dangereux. Jamal Alfalasi, des Émirats arabes unis, explique : « Les déchets solides ultimes servent à construire des routes... tout est recyclé. Même l'air qui sort de l'usine est propre ! »

Leverkusen étant situé près de Cologne, il était intéressant de voir comment cette ville traite durablement ses besoins municipaux. Certains participants ont visité l'usine d'incinération de la ville, qui récupère et recycle l'énergie produite. D'autres ont assisté à la purification des eaux souterraines et du Rhin. Des excursions ont permis de découvrir certains équipements d'énergie renouvelable, comme un parc d'éoliennes, un laboratoire d'essais sur la photovoltaïque et un moulin de colza.

Les délégués ont fait remarquer que certains de leurs pays étaient à la traîne sur le plan technologique ou qu'ils avaient des besoins différents de ceux de l'Allemagne, tout en convenant que ces innovations montraient ce qu'il était possible de faire. Handy Acosta Cuellar de Cuba a comparé la production d'eau de la ville de Cologne à celle de son propre pays : « Nous avons beaucoup d'eau, mais l'état des conduites fait que nous en perdons 50 % avant qu'elle arrive au robinet. » Et lorsque Norbert Machipisa du Zimbabwe a vu les éoliennes pour la première fois, il dit : « Je crois que c'est une des techniques les plus intéressantes que j'aie jamais vues. Si nous avions des éoliennes au Zimbabwe, nous n'aurions pas besoin de l'électricité d'autres pays. »

Les jeunes ont également eu l'occasion de se détendre, notamment lors d'une croisière dansante sur le Rhin et de la visite de la cathédrale de Cologne (13<sup>e</sup> siècle). Mais au fil des jours, ils ont été amenés à fixer leurs futurs objectifs. Said Maimuna Sarr de Gambie confiait : « En rentrant, je vais faire pression pour qu'il y ait des poubelles de rue car nous n'en avons pas. Et j'ai également l'intention de travailler avec l'agence nationale pour l'environnement, pour que les jeunes s'efforcent de rendre notre environnement le plus propre possible. » La sensibilisation est une des priorités de Ahmed Abbas Mahmoud du Soudan : « La plupart des jeunes de nos communautés ne sont pas éduqués. En rentrant, je veux mettre en pratique certaines des initiatives pédagogiques que j'ai découvertes ici », a-t-il déclaré.

Le dernier jour, tout le monde s'est accordé à dire que le plus formidable était que la Conférence donnait l'occasion de nouer des amitiés qui permettraient de renforcer les initiatives de chacun. Les ambitions individuelles furent synthétisées dans une déclaration officielle de l'engagement des délégués qui concluait : « En considérant l'état de la planète dont nous hériterons, nous nous unissons pour relever les défis de notre génération. »

Et pour bien souligner cette mission, les jeunes ont planté plus de 200 arbres, contribuant ainsi à la Campagne pour un milliard d'arbres du PNUE. Chênes, merisiers, hêtres et charmes ont été plantés de telle façon qu'avec le temps, vus du ciel, les différents feuillages représenteront notre planète.



# Matière à réflexion

Des chapitres entiers de l'histoire de l'humanité se définissent par les matériaux utilisés – l'âge de pierre, l'âge de fer, l'âge de bronze. On comprend donc à quel point les matériaux sont importants pour notre développement. Aujourd'hui, c'est nous qui produisons nombre des matériaux de notre vie quotidienne. Pourtant, on s'interroge rarement sur la manière dont est fabriquée la mousse de nos matelas ou les fibres qui transmettent nos signaux téléphoniques.

Le génie des matériaux est la science qui étudie le comportement des matériaux existants, et la fabrication et l'utilisation des matériaux nouveaux. Ces derniers ont bien entendu des utilisations infinies – du mobilier à l'équipement médical en passant par l'électronique. Et on les développe de plus en plus pour le bénéfice de l'environnement.

En 1989, par exemple, le chimiste Pat Gruber de Cargill Dow a l'idée d'un plastique dégradable fabriqué à partir de maïs. Il fait ses premiers essais dans la cuisine familiale. Aujourd'hui, il utilise ce procédé pour fabriquer des plastiques compostables à base de sirop de maïs qui nécessitent moitié moins de combustibles fossiles que les plastiques traditionnels, réalisant une économie d'énergie et résolvant un difficile problème d'élimination des déchets.

Joachim Petzoldt de Bayer MaterialScience donne un autre exemple, celui de la mousse de polyuréthane utilisée dans le bâtiment. « Elle est imperméable à l'eau et à l'air, et une épaisseur de 50 millimètres de mousse possède les mêmes qualités d'isolation qu'un mur de briques de 1,70 mètre d'épaisseur », explique-t-il. Puisque la moitié de l'énergie que nous consommons sert à chauffer et refroidir les immeubles, une bonne isolation est cruciale, et de nouveaux matériaux sont nécessaires pour améliorer l'utilisation de l'énergie dans les panneaux et cellules solaires.

Autre exemple, les chercheurs de l'université de Cornell ont trouvé un moyen de protéger les coques de navire sans nuire à l'écosystème marin. Depuis les années 1970, les navires utilisaient des peintures antisalissures contenant du tributylétain (TBT) pour protéger la coque des anatifes et algues qui s'y accrochent, ralentissant leur course et courant le risque de disséminer les espèces invasives. Mais les TBT – considérés comme les substances les plus toxiques jamais libérées dans la mer – ont dévasté des populations entières de buccins en empêchant leur reproduction. En 2001, l'Organisation maritime internationale a convenu d'un traité sur l'élimination des TBT, mais les nations mettent du temps à le ratifier. Les scientifiques de Cornell ont développé un revêtement non toxique qui utilise une barrière d'eau pour protéger la coque des navires.

Les matériaux font partie de notre vie quotidienne et la technologie est indispensable pour trouver et développer les nouveaux matériaux qui conserveront notre planète en bonne santé.

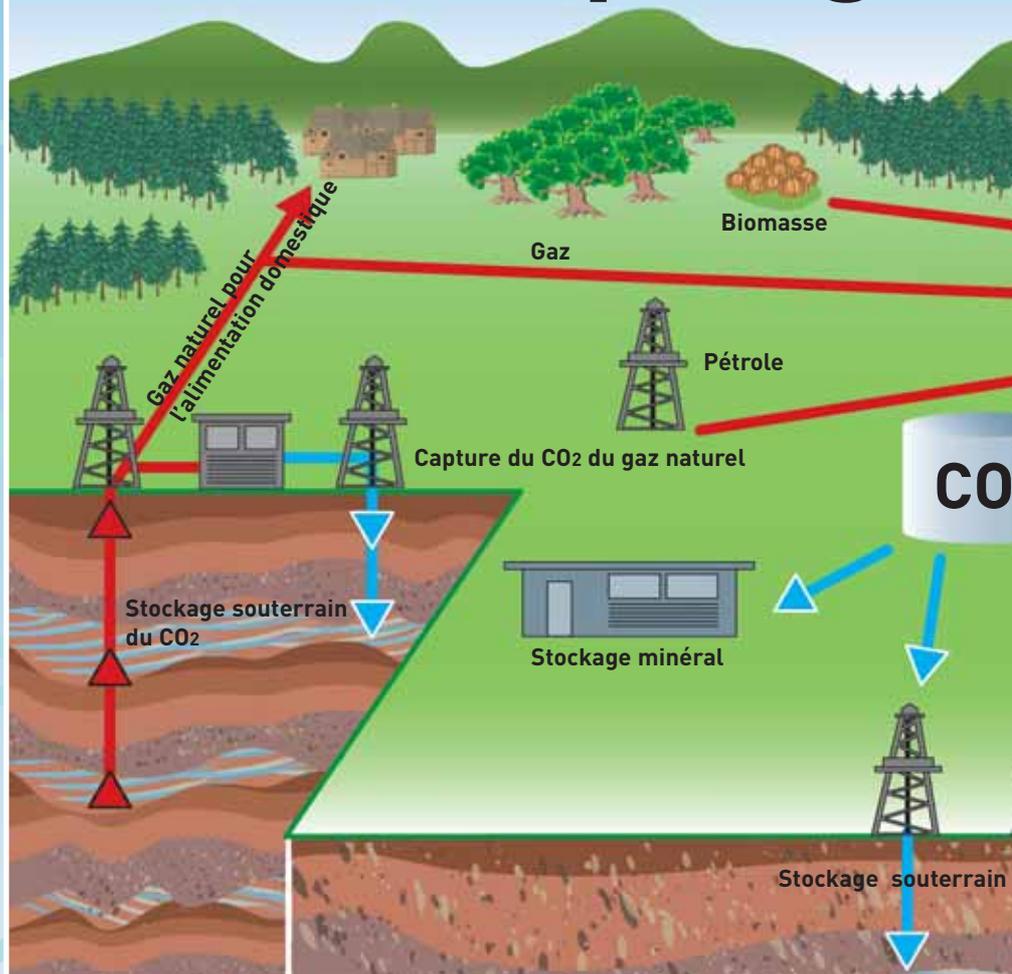
**LE CAPTAGE** : Il existe déjà quelques usines expérimentales de captage du carbone – en Algérie et en Norvège, par exemple – qui séparent le CO<sub>2</sub> du gaz naturel et le stockent sous terre. D'autres sont à l'étude, en Afrique, en Amérique du Sud, en Australie et en Europe.

Le carbone peut être capté à deux stades différents. Le premier est celui de la pré-combustion. Le charbon, par exemple, peut être transformé en gaz : on utilise de l'air chaud et de la vapeur pour séparer l'hydrogène, le monoxyde de carbone et enfin le CO<sub>2</sub>, qui peut alors être stocké. La seconde méthode, plus développée, est celle de la post-combustion, qui consiste aussi à capter le CO<sub>2</sub> en le séparant d'autres gaz. Cette méthode concerne tout particulièrement les centrales électriques et autres usines grosses consommatrices d'énergie. Elle peut être améliorée grâce à de nouvelles technologies comme l'oxycombustion, qui consiste à brûler les combustibles fossiles dans de l'oxygène pure. Les émissions ne contiennent alors que du CO<sub>2</sub> et de l'eau, qui sont facilement séparables : le procédé est néanmoins coûteux et il nécessite beaucoup d'énergie, ce qui en fait une option relativement limitée.

**LE STOCKAGE MINÉRAL** : Autre solution, l'exploitation de la carbonatation minérale, un processus naturel par lequel le CO<sub>2</sub> s'associe aux oxydes métalliques courants : après des millions d'années, on obtient des produits stables comme les carbonates de calcium et de magnésium. Aujourd'hui, les scientifiques cherchent à accélérer le processus en augmentant la température et les pressions.

La stabilité et la permanence de la réaction font qu'il est très peu probable que le CO<sub>2</sub> soit capable de pénétrer à nouveau dans l'atmosphère, et les nouveaux carbonates peuvent être utilisés dans les matériaux de construction, les médicaments, les cosmétiques et même le dentifrice. Toutefois, dans ce domaine, les recherches sont encore très limitées.

# Le captage



**M**alheureusement, il reste toujours beaucoup de combustibles fossiles – pétrole, gaz et charbon – à brûler. Les alternatives, notamment les énergies renouvelables comme le soleil, le vent et la biomasse, sont en plein essor, mais elles ne suffiront pas à couvrir totalement les besoins énergétiques de la planète dans un avenir proche. Et les pays qui possèdent des réserves de combustibles fossiles voudront continuer à les exploiter.

**Nous continuerons donc à produire de vastes quantités de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) – principal responsable du réchauffement mondial – pendant des décennies. S'il est libéré dans l'atmosphère, le CO<sub>2</sub> accélérera le changement**

## Inspiration solaire

**L'**énergie solaire naît dans un réacteur de fusion naturelle au centre du soleil, où une pression immense et une température de 16 millions de degrés centigrades fudent les noyaux atomiques, libérant ainsi leur énergie. Depuis 50 ans, les scientifiques rêvent de reproduire ce phénomène sur Terre, mais jusqu'à présent, ils n'ont réussi à générer que 12,9 mégawatts – durant un instant seulement et en utilisant

beaucoup plus d'énergie que celle produite.

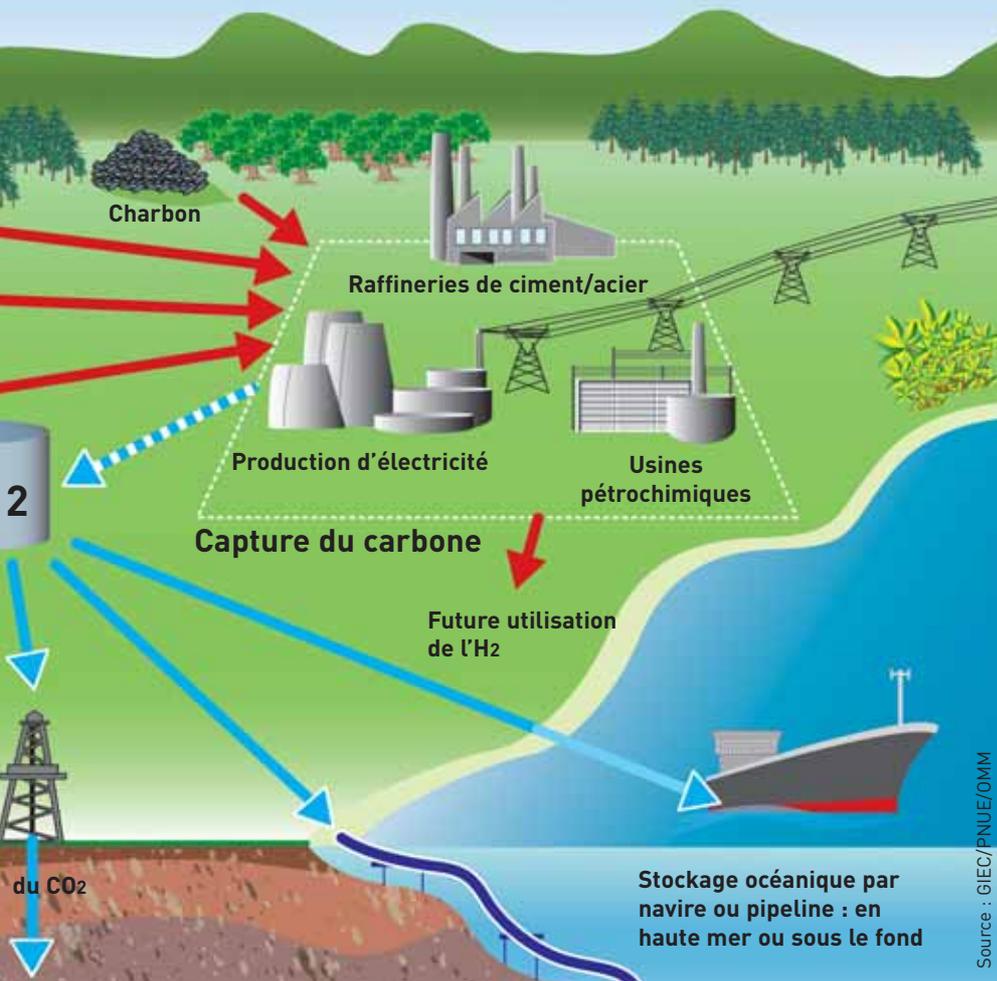
Les tentatives d'exploitation de la fusion à des fins énergétiques exigent des technologies complexes et coûteuses. L'ITER, une coalition internationale réunissant sept partenaires – la Chine, l'Union européenne, l'Inde, le Japon, la Fédération russe, la République de Corée et les États-Unis – investira 10 milliards de dollars dans un programme de recherches étalé sur 35 ans.

En cas de réussite, la fusion pourrait

fournir de l'énergie sans contribuer au réchauffement mondial. Un seul kilogramme de son carburant – le deutérium associé au tritium – pourrait produire autant d'énergie que ne le font actuellement 10 000 tonnes de combustibles fossiles, soit de quoi couvrir les besoins énergétiques annuels de 7 500 Européens. Le deutérium, un isotope d'hydrogène, s'obtient facilement à partir de



# du carbone



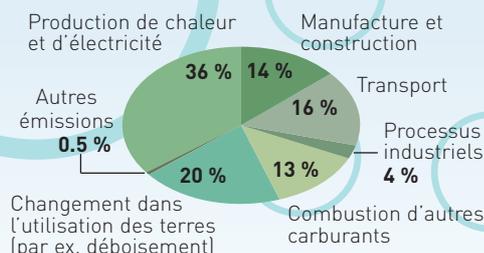
**LE STOCKAGE SOUTERRAIN :** Une fois le gaz capté, il faut le stocker de manière à ce qu'il ne puisse pas pénétrer dans l'atmosphère. La manière qui paraît la plus intéressante consiste à le remettre dans les réservoirs géologiques souterrains créés par l'extraction des combustibles fossiles, comme les mines de charbon ou les champs pétroliers et gaziers. Cela présente d'ailleurs d'autres avantages. En pompant le CO<sub>2</sub> dans des puits, on peut en extraire plus de pétrole. Et en le pompant dans des filons de charbon, on peut libérer le gaz méthane emprisonné et l'utiliser comme combustible. Le principal problème réside dans le fait que tout le CO<sub>2</sub> qui s'échapperait dans l'air depuis les réservoirs contribuerait au réchauffement mondial.

**LE STOCKAGE DANS L'OcéAN :** On pourrait aussi stocker le CO<sub>2</sub> en le pompant dans l'océan à partir de navires ou de pipelines. Il serait absorbé par l'eau ou ingéré par le phytoplancton et pourrait être envoyé directement à plus de 3 kilomètres de fond : à une telle profondeur, la forte pression transforme le gaz en un liquide beaucoup plus dense que l'eau de mer et il ne peut donc pas remonter à la surface. Cette solution n'apparaît pas sans risques. Les océans du monde sont déjà en train de s'acidifier parce qu'ils absorbent le dioxyde de carbone qui pollue l'air, ce qui menace une bonne partie de la vie océanique. En y déversant davantage de gaz, on risque d'aggraver la situation.

climatique. Et si celui-ci devient incontrôlable, notre planète sera bien moins hospitalière.

Ceux qui essaient de résoudre ce casse-tête placent de plus en plus d'espoir dans le captage et le stockage du carbone, de nouvelles technologies conçues pour emprisonner le gaz avant qu'il soit libéré dans l'atmosphère. Bien que le développement de ces technologies soit très en retard sur l'utilisation des combustibles fossiles et que leur financement soit souvent plus difficile à obtenir que celui de technologies énergétiques très coûteuses, il faut leur accorder une priorité bien supérieure si nous voulons qu'elles réalisent correctement tout leur potentiel.

## Provenance des émissions artificielles de CO<sub>2</sub>



l'eau, et une infime quantité de tritium déclenche la production de quantités plus importantes de tritium lorsque le lithium, un métal courant, est bombardé de neutrons provenant des réactions de la fusion. L'ITER estime que son usine générera 60 tonnes de déchets par an, qui seront toxiques pendant une centaine d'années – c'est-à-dire bien moins longtemps que les milliers d'années nécessaires

pour neutraliser les déchets des réacteurs nucléaires existants.

Un réacteur expérimental est actuellement en construction à Cadarache, dans le sud de la France, et l'ITER espère qu'une centrale pilote sera opérationnelle d'ici 2040. Dans l'intervalle, l'IFMIF (International Fusion Materials Irradiation Facility) – également situé à Cadarache – a commencé à travailler sur la mise au point des nouveaux matériaux capables de supporter des températures pouvant aller jusqu'à 100 millions de degrés, c'est-

à-dire six fois plus élevées que celle du soleil.

« Il est certain que la fusion ne sera pas disponible à court terme », reconnaît Kaname Ikeda, chef de projet ITER, « mais le problème de la fourniture de sources d'énergie viables dans l'avenir restera tout aussi pressant même si la conservation de l'énergie, la saisie du CO<sub>2</sub> et les énergies renouvelables sont plus largement utilisées. Nous devons découvrir si la fusion peut contribuer à nos besoins, et dans quelle mesure. »

# La Terre selon Virgin



**S**i l'on en croit un sondage international réalisé par la BBC, Sir Richard Branson est une des dix personnes que nous souhaiterions voir diriger le monde. Nelson Mandela se classe premier, bien entendu, mais l'homme d'affaires britannique se trouve au neuvième rang, juste après l'archevêque Desmond Tutu, prix Nobel de la Paix, mais deux places avant l'ancien secrétaire général des Nations Unies Kofi Annan.

Il vient par ailleurs de s'engager à fond dans la lutte contre le réchauffement mondial. Sceptique il y a encore deux ans, le fondateur de Virgin Music et de Virgin Atlantic Airways a commencé à réviser ses positions après que le cyclone Katrina ait dévasté la Nouvelle Orléans. En septembre 2006, il s'est engagé à consacrer sur dix ans 3 milliards de dollars des bénéfices de sa société pour lutter contre le changement climatique. L'investissement se fera dans le cadre de Virgin Fuels, nouvelle entreprise consacrée au développement d'alternatives non polluantes aux combustibles fossiles.

Cinq mois plus tard, il proposait d'offrir une récompense de 25 millions de dollars à la personne ou à l'organisation capable de trouver la façon la plus rentable de débarrasser l'atmosphère du dioxyde de carbone résultant des activités humaines.

Sir Richard est dyslexique. Il quitte l'école à 15 ans, et un an plus tard se lance dans une première aventure commerciale, un magazine pour étudiants. À 21 ans, il ouvre la chaîne de disquaires qui deviendra Virgin Megastores, et l'année suivante, Virgin sort *Tubular Bells*, l'immense succès de Mike Oldfield. Le label signera par la suite des artistes aussi célèbres que les Rolling Stones, Genesis et Janet Jackson. Vient alors la création d'une étonnante gamme d'entreprises et de sociétés – compagnies aériennes, publications, trains, cartes de crédit – jusqu'à Virgin Galactic, qui se propose d'emmener 500 personnes par an dans l'espace à partir de 2009.

Dans les années 1980 et 1990, Sir Richard fait rêver le monde entier en battant des records de vols en montgolfière, et plus

récemment, en apportant son concours à la fondation Elders, un groupe de personnalités mondiales respectées (comprenant notamment Mandela, Tutu et Annan) qui s'est donné pour mission de travailler sur les problèmes mondiaux les plus insolubles.

Après l'ouragan Katrina, le géant des médias Ted Turner met Richard Branson au défi de construire une raffinerie de combustible non polluant. Il l'introduit auprès de la Fondation des Nations Unies, que Turner a créée dans le cadre d'une donation aux Nations Unies d'un milliard de dollars et qui a permis de faire avancer la cause des biocarburants aux États-Unis. Richard Branson se rend à Washington, rencontre des experts – notamment le sénateur Tim Wirth, président de la Fondation – et déclare : « J'ai décidé qu'ils ont raison. » Il investit alors dans sept raffineries de biocarburants.

Il insiste sur le fait qu'il s'agit bien « d'une entreprise commerciale, pas d'une œuvre caritative », et ajoute : « La seule façon de vaincre le réchauffement mondial, c'est de créer une nouvelle industrie des combustibles qui soit rentable. »

Virgin Fuels s'intéressera aux énergies éolienne, marémotrice et peut-être même nucléaire, mais la société se concentre surtout sur les biocarburants. Richard Branson convient que ceux-ci présentent des inconvénients et qu'ils ne sont pas « 100% propres », mais il est convaincu qu'ils sont moins nocifs pour l'environnement que les combustibles traditionnels et représentent une « technologie de transition cruciale à court terme ». Il précise : « Nous commençons par le maïs, mais notre intention est de passer à l'éthanol cellulosique qui n'a pas le moindre impact sur le climat et qui peut être dérivé de déchets agricoles et de cultures fibreuses à croissance rapide. Nous sommes en train de mettre au point des enzymes capables de transformer en carburant ces sources de combustibles faciles à obtenir – qu'il s'agisse d'herbe, de tiges de maïs, de saules ou de déchets ménagers. » Il ajoute qu'ensuite, ce carburant « sera sans doute suivi d'autres solutions énergétiques non polluantes à long terme ».

Richard Branson espère développer un carburant propre capable d'alimenter des 747, mais il propose également aux compagnies aériennes d'adopter des pratiques simples permettant d'économiser l'énergie. « Au lieu de mettre les moteurs en marche dès la porte, par exemple, et d'utiliser ainsi 2 tonnes de carburant pour arriver en bout de piste, nous déplaçons nos avions avec un remorqueur électrique. » Il poursuit : « J'incite l'aviation à adopter ce genre de pratique. Ça permettra aux compagnies aériennes d'économiser beaucoup d'argent tout en réduisant les émissions de gaz. »

Il trouve que les gouvernements « devraient faire en sorte, par exemple, que d'ici 2020, toutes les voitures soient des véhicules hybrides capables de rouler en utilisant indifféremment l'électricité, l'éthanol et l'essence », et ajoute : « Ils devraient également rendre obligatoire la vente d'éthanol dans les stations services bien avant cette date. Il faut que les dirigeants mondiaux traitent ce problème aussi sérieusement que la Deuxième Guerre mondiale.

« Je crois que tous les adultes ont le devoir de transmettre à nos enfants une planète propre. Nous devons régler notre dépendance vis-à-vis des combustibles fossiles. Ma génération possède les connaissances, les ressources financières et, ce qui est tout aussi important, la volonté permettant de le faire. J'aimerais vraiment que Virgin soit reconnue comme étant la marque la plus respectée au monde. Si elle peut montrer la voie en matière de lutte contre le réchauffement mondial, c'est bien. Cela nous permettra de nous attaquer au problème d'autant plus tôt. »



Robert Leslie

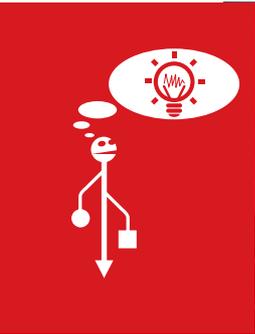
## L'arbre qui cache la maison

Construire sa maison dans un arbre, c'est un truc pour les oiseaux. En faire pousser une, c'est encore plus sympa. L'architecte Mitchell Joachim et ses collègues de l'équipe écologie humaine du MIT (Massachusetts Institute of Technology) ont mis au point le concept Fab Tree Hab, qui consiste à cultiver des logements en partant de la racine d'un arbre. L'idée, c'est de faire pousser l'arbre en tressant les branches pour former des arches, des croisillons ou des écrans vivants, sur un cadre en contreplaqué conçu par ordinateur et qui est ensuite ôté et recyclé lorsque la structure qui pousse est stabilisée. Les murs seront alors remplis de vignes tressées, de poches de terre et de plantes vivantes (sources d'aliments pour les habitants et pour la faune) et recouverts à l'intérieur d'un mélange d'argile et de paille (voir page 21). Il faudrait au minimum cinq ans pour faire pousser une maison, mais on pourrait les cultiver en série et les vendre et les replanter sur place une fois arrivées à maturité. Joachim étudie la possibilité d'utiliser des plantes israéliennes à croissance rapide et des fenêtres à base de soja, et ce projet a toutes les chances de devenir réalité.



Mitchell Joaquim/Terreform

# Idées



Emily Cummins

## La laine, c'est cool

« Je voulais partir d'un appareil que les gens utilisent tous les jours et faire en sorte qu'il fonctionne sans électricité », explique Emily Cummins. À 19 ans, elle vient d'inventer un réfrigérateur solaire à base de laine de mouton. L'idée lui est venue alors qu'elle révisait son examen de fin d'études secondaires. Après s'être rendue en Afrique du Sud et en Namibie elle a réalisé qu'un tel réfrigérateur pourrait permettre de conserver des médicaments au frais dans les endroits ne possédant pas l'électricité. Le réfrigérateur, qui ressemble à une poubelle à pédale, utilise la lumière solaire pour faire évaporer l'eau à travers la laine emprisonnée entre deux cylindres d'aluminium. À l'intérieur, la température descend jusqu'à 7°. « La conception est si simple que les gens pourraient réaliser cet appareil eux-mêmes à partir de matériaux de rebut », explique-t-elle. La production d'aluminium recyclé utilise moins d'énergie que d'autres métaux, et le réfrigérateur est lui aussi recyclable. L'innovation d'Emily, qui est entrée à l'école de commerce de l'université de Leeds, a été primée. Elle cherche à abaisser encore la température de son appareil et espère commencer bientôt sa production.

# sympas

## Vive le vent

Le World Trade Centre du Bahrain, qui est en construction dans la ville de Manama, est le premier bâtiment commercial au monde à intégrer d'immenses éoliennes. Avec ses deux tours de 240 mètres et 50 étages, il ressemble à deux ailes géantes s'élevant du golfe Persique. Les tours sont reliées par trois ponts de 30 mètres dont chacun est doté de pales d'éolienne de 29 mètres de long. Les tours sont orientées face aux vents dominants, ce qui permet aux turbines de produire de 1 100 à 1 300 mégawatt/heure (MWh) par an – de quoi éclairer 300 logements – et de couvrir entre 11 % et 15 % des besoins énergétiques du bâtiment, éliminant ainsi quelque 55 tonnes d'émissions de carbone.



Atkins



GreenWood Forest Park

## L'année du dragon

On l'appelle le Dragon Vert, et c'est la première montagne russe au monde à être propulsée par l'énergie de ses passagers. Les amateurs de sensations fortes la découvriront dans le parc d'attraction écologique de la forêt de Greenwood au Pays de Galles. Les visiteurs montent dans un wagon funiculaire semblable à ceux utilisés dans les carrières d'ardoise galloises il y a 200 ans et dévalent une courte pente. Leur poids propulse les nacelles vides de la montagne russe en haut de la pente, produisant suffisamment d'énergie pour faire démarrer le manège. Les passagers descendent alors du wagon, remontent à pied la colline et embarquent dans les nacelles de la montagne russe qui effectue ensuite un parcours de 250 mètres à une vitesse de pointe de 40 km/h. Abandonnées en bas de la pente, les nacelles seront remontées par les passagers suivants. Ce système est si efficace qu'il devrait en l'espace d'un an produire plus d'électricité qu'il n'en consomme.

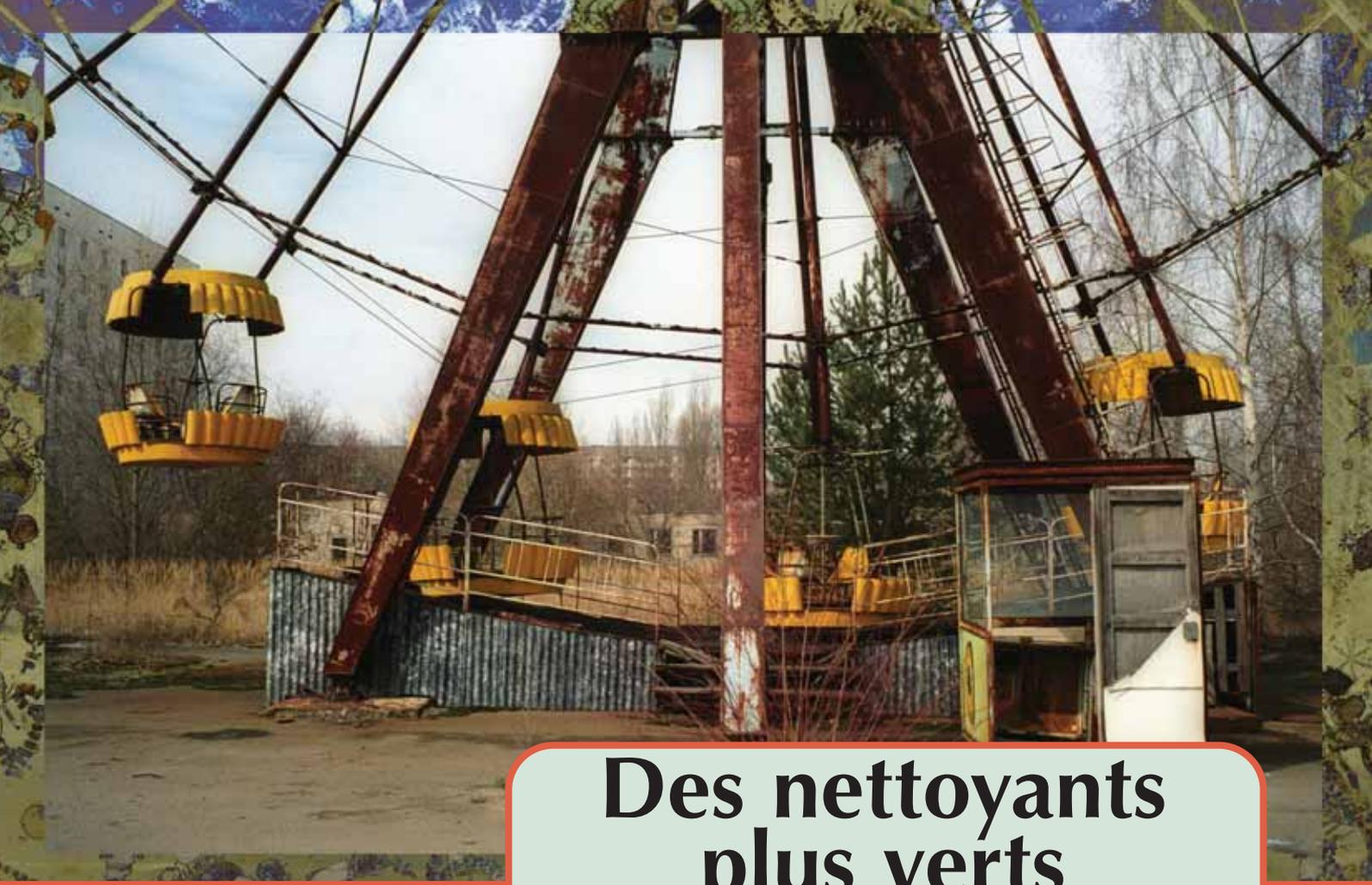
Gary Fixler

## Du nouveau sous le soleil

Les Xebra Xeros n'ont rien à voir avec les voitures à toit ouvrant classiques. Le toit de ces sympathiques véhicules à trois roues – disponibles en quatre ou deux places – est équipé de panneaux solaires. Commercialisés par le constructeur de voitures électriques ZAP – sigle qui signifie Zéro Air Pollution – ces véhicules hybrides solaires/électriques ont une autonomie de 40 kilomètres et peuvent atteindre une vitesse maximale de 65 km/h – ce qui est parfait en ville – sans polluer et en utilisant uniquement l'énergie solaire. Pour recharger les batteries, il suffit de se garer en plein soleil ou de se brancher sur une prise de courant standard.



technologie et environnement



## Des nettoyeurs plus verts

**A**ccident nucléaire de Tchernobyl (avec sa grande roue abandonnée, photo ci-dessus), guerres civiles des Balkans, marées noires, décharges industrielles, élimination des produits chimiques, engrais et autres pesticides, et programmes d'irrigation mal gérés – autant d'activités qui ont rendu certains sols inutilisables. L'Agence européenne pour l'environnement estime qu'en Europe de l'Ouest et du Sud, il existe 1,8 million de sites fortement contaminés. Quand on souhaite bâtir sur ces terrains, il est indispensable d'ôter d'abord la couche de terre polluée pour éviter tout risque sanitaire. La pollution pénètre d'ailleurs souvent dans la nappe phréatique, menaçant alors les ressources en eau et l'environnement, parfois très loin de la source de contamination.

Aujourd'hui, on s'intéresse de plus en plus à une nouvelle solution qui fait appel à l'utilisation d'organismes vivants – plantes, champignons et microbes – qui se nourrissent de toxines et de polluants, et jouent ainsi le rôle de nettoyeurs « verts ». Le processus n'est pas simple : différents organismes sont nécessaires dans différents milieux pour extraire les impuretés de diverses façons. Et pour être efficaces, certains organismes potentiels doivent d'abord être raffinés – par le biais d'une reproduction ou de délicates modifications génétiques.

Prenons la jacinthe d'eau, par exemple. Cette plante rampante indésirable, qui étouffe lacs et rivières dans une bonne partie du monde, se révèle précieuse au Bangladesh. L'arsenic présent dans les sols à l'état naturel contaminait l'eau potable de plus de 55 millions de personnes. Mais cet environnement convient parfaitement à la jacinthe : elle aspire l'arsenic de l'eau et le concentre dans ses tiges et ses feuilles.

Et c'est la même chose pour le pourpier de mer – *Atriplex* – qui absorbe les sels présents dans le sol pour retenir l'eau et supporter les sécheresses. Cette plante est donc à même de

réhabiliter les terres rendues salées et infertiles par une mauvaise irrigation. Elle absorbe aussi jusqu'à 30 fois les quantités de bore – utilisé dans la fabrication de la fibre de verre et dans l'industrie nucléaire – tolérées par la plupart des plantes.

Les champignons permettent également de se débarrasser des polluants, qu'ils décomposent biologiquement. De nombreux champignons, par exemple, secrètent des enzymes qui décomposent de longues chaînes d'hydrocarbures, transformant alors le pétrole et les pesticides en particules inoffensives. Ce même procédé permet aussi d'éliminer de dangereux agents neurotoxiques, notamment le VX, mais les gouvernements hésitent encore à étudier ou rendre public ce potentiel relativement peu exploité.

Depuis peu, les scientifiques commencent à modifier artificiellement les microbes pour que ceux-ci absorbent des toxines spécifiques, les décomposent et les rendent inoffensives – ou parfois même bénéfiques aux sols. Ils ont notamment modifié la protéobactérie *Geobacter* afin d'améliorer sa capacité à consommer des métaux, des matériaux radioactifs et des composés pétroliers. Il est possible qu'elle serve même un jour de batterie naturelle pouvant être utilisée en nanotechnologie : cela permettrait de transformer les déchets humains et animaux en électricité.

On comprend donc tout l'intérêt que représentent ces nouvelles techniques par rapport à l'enlèvement et à l'élimination de tonnes de terre ou à la création de zones d'exclusion, comme celle qui entoure Tchernobyl dans un rayon de 30 kilomètres. Et elles ne comportent généralement aucun produit dérivé nocif. Mais, comme toujours en matière d'environnement, elles doivent être utilisées avec précaution. Des conséquences imprévues sont toujours possibles, surtout lorsque l'on travaille aux frontières des connaissances actuelles.

# BioCarburants

## Un problème vivace

La plupart des cultures vivrières sont des annuelles : elles arrivent à maturité et meurent en un an, et se reproduisent par ensemencement. Après la moisson, la terre nue est facilement érodée par le vent et l'eau : chaque année, l'érosion fait perdre à notre planète 1 % de sa couche arable.

Les scientifiques cherchent donc à développer des variétés vivaces – soit des versions persistantes des cultures actuelles comme le blé et le sorgho, soit d'autres plantes comme le mimosa des prairies ou le triga sauvage, une plante proche du blé qui contient près de 66 % de protéines en plus mais pas de gluten.

Les chercheurs identifient des plantes vivaces sauvages, qu'ils croisent ensuite entre elles ou avec des annuelles. Ils choisissent les plants produisant les graines les plus grosses et les plus nombreuses, offrant une production aussi fiable que les annuelles et capables de survivre plusieurs années sans réensemencement. « Si nous réussissons à obtenir des plantes plus résistantes, nous pourrions utiliser plus efficacement l'eau et les nutriments », explique Stephen Jones, de l'Université d'État de Washington, qui cherche à obtenir une variété de blé vivace.

Les cultures vivaces présenteraient de nombreux avantages. Les agriculteurs n'auraient plus à planter leurs champs chaque année, ce qui stabiliserait les sols, empêcherait l'érosion et économiserait le carburant. Les systèmes racinaires des plantes vivaces étant plus développés, ils puisent l'eau plus profondément dans le sol, et sont donc mieux à même de supporter la sécheresse. Elles aident à réhabiliter le sol et absorbent le CO<sub>2</sub> de l'atmosphère durant toute l'année, et elles emprisonnent davantage de nutriments et résistent mieux aux maladies – qualités que les variétés cultivées ont perdues. Ces cultures nécessiteraient donc moins de produits chimiques artificiels.

Ken Warren, directeur général du Land Institute de Salina dans le Kansas, cherche à obtenir du blé, du tournesol et du sorgho vivaces. « Les cultures vivaces permettraient d'éliminer tous les problèmes liés à l'agriculture, que ce soit l'érosion des sols ou l'utilisation d'hydrocarbures, de pesticides et d'herbicides », explique-t-il.

Certains scientifiques ont l'intention d'accélérer les choses en s'appuyant sur des modifications génétiques, mais la plupart utilisent les croisements traditionnels. Mais ce seront les générations à venir qui profiteront de ces avancées. « Cela ne se fera pas de mon vivant », dit Stephen Jones.

À LA NAISSANCE DE L'AUTOMOBILE, il semblait que les voitures rouleraient aux biocarburants. Henry Ford avait prévu que son fameux Modèle T fonctionne grâce à un combustible dérivé du maïs et du chanvre, et le premier moteur diésel roulait à l'huile d'arachide pure. L'augmentation rapide de l'offre de pétrole brut allait rapidement remplacer ces biocombustibles, mais aujourd'hui le monde commence à s'y intéresser à nouveau.

Près de la moitié des voitures du Brésil roulent déjà aux biocarburants. Les États-Unis ont prévu de diminuer d'un cinquième leur consommation d'essence au cours des dix prochaines années et d'accélérer la production de biocarburants pour compenser. Et l'Union européenne a décidé que les biocarburants devraient représenter un dixième des carburants automobiles utilisés dans ses pays d'ici 2020. L'intérêt des biocarburants, c'est qu'ils remplacent le pétrole dont la production devrait commencer à baisser au cours des prochaines décennies. Mais surtout, ils pourraient permettre de lutter contre le changement climatique en réduisant la consommation de combustibles fossiles qui est la principale source de dioxyde de carbone.

En théorie, les deux types de biocarburants, l'éthanol (issu de cultures riches en sucre ou en amidon comme le maïs ou la canne à sucre) et le biodiésel (généralement produit à partir d'huiles de palme, de soja ou de colza et de graisses animales) sont neutres en CO<sub>2</sub> parce que le carbone libéré lors de leur combustion est réabsorbé par les plantes qui poussent pour assurer la prochaine récolte. En pratique, c'est loin d'être aussi simple parce qu'il faut souvent d'énormes quantités de combustibles fossiles pour cultiver, récolter, produire et transporter ces combustibles « verts ».

La production d'éthanol à partir de maïs est particulièrement gourmande en carburant : une étude sérieuse suggère que le processus de la graine au réservoir requiert de consommer jusqu'à un tiers plus d'énergie qu'il ne produit. L'huile de palme est une source d'énergie beaucoup plus riche, mais lorsqu'on brûle la forêt ombrophile pour faire pousser des palmiers à huile ou du soja – comme c'est souvent le cas –, on libère beaucoup plus de dioxyde de carbone qu'on n'en économise.

Par ailleurs, la destruction des forêts assèche les sources d'eau, dénude le sol et favorise l'extinction des espèces rares comme l'orang-outang. Quant à la ruée sur la fabrication d'éthanol à partir de maïs – dès l'année prochaine, un tiers des cultures de maïs des États-Unis y seront consacrées – elle commence déjà à faire grimper les prix, au détriment des pauvres. Et en admettant que la totalité des cultures américaines soient utilisées à cette fin, le carburant produit ne permettrait d'alimenter qu'un sixième des voitures du pays.

Il est bien entendu possible de produire les biocarburants de façon moins nuisible : le PNUE souhaite la mise en place de normes internationales garantissant des avantages supérieurs aux inconvénients. Mais les espoirs se concentrent de plus en plus sur la nouvelle génération de cette technologie.

Les noix du jatropha, un arbre qui pousse sur des terres très pauvres, semblent prometteuses. Mais les efforts sont surtout dirigés vers la recherche de moyens bon marché permettant de transformer la cellulose contenue dans les parties ligneuses des plantes en un biocarburant encore plus riche. D'ici cinq à dix ans, les progrès réalisés dans ce domaine pourraient permettre de produire des carburants à partir de déchets agricoles comme les tiges de maïs – éliminant ainsi la concurrence avec les produits alimentaires –, les arbres comme le saule et les herbes comme le panic raide, qu'on pourrait planter sur des terres incultes et utiliser pour stabiliser les sols.



da5idblacksum/David Metz/Flickr



# Les conceptrices de l'avenir



WTI Bangladesh; Nir Avneyon/Flickr

**L**es nouvelles voitures et les technologies de pointe sont souvent considérées comme l'apanage des hommes. Ce n'est pas l'avis de Heidi Hauenstein et Stephanie Johns. En tant qu'ingénieurs, elles sont en première ligne de la recherche sur la production de voitures plus vertes.

Heidi Hauenstein, qui est membre de l'Équipe de conception de pointe du Rocky Mountain Institute, travaille sur la possibilité de réduire considérablement le poids des véhicules tout en préservant leur sécurité générale. Elle cherche également des moyens d'améliorer l'aspect des voitures écoénergétiques, pour les débarrasser de leur image un peu ringarde et les mettre sur un pied d'égalité avec des noms aussi prestigieux que Enzo Ferrari ou Pininfarina. Stephanie Johns, qui appartient à la même équipe, est en train de développer de nouveaux systèmes de conservation d'énergie pour voiture et véhicules hybrides électriques pouvant se brancher sur une prise de courant classique. Elle étudie aussi l'efficacité des véhicules lourds comme les camions et les bulldozers.

« Si les femmes ne participent pas à la conception de l'avenir, les résultats ne les satisferont pas », déclare Jackie Edwards, lauréate du prix 2006 Aurora Blackberry des Femmes et de la technologie. On leur doit d'ailleurs de nombreuses innovations, comme la seringue médicale (1899), le chauffe-eau électrique (1917), le pot d'échappement (1917) et les essuie-glaces, et le Kevlar (1966), fibre qu'on retrouve partout, des pneus aux combinaisons spatiales en passant par les gilets pare-balles. Les préjugés qui existaient encore sont en train de disparaître, notamment parce qu'il n'y a pas suffisamment de bons ingénieurs pour couvrir la demande actuelle.

Kate Roelich, diplômée en génie environnemental, a participé au nettoyage des déchets nucléaires de l'île de Noël. Elle considère que la conception de pointe s'appuie sur un savant dosage des capacités des femmes, « pas seulement techniques, mais aussi créatives, avec en plus des compé-

tences humaines et de gestion. » Elle travaille actuellement avec Arup, les concepteurs de Dongtan, la nouvelle écoville que la Chine est en train de construire.

Il n'empêche qu'il n'est pas toujours facile de réussir dans un domaine où dominent les hommes : bien que brillante en informatique, Karen Petrie avait été incitée à faire des études médicales. C'était sans compter sur sa détermination : après avoir obtenu un doctorat avec spécialisation en intelligence artificielle, elle a aidé la NASA à développer son Système Topological Observation Prediction, qui « observe des éléments comme la qualité du vert de la masse terrestre et les changements climatiques », explique-t-elle. « Si par exemple, le sol d'une région particulière est un peu brun et sec, et qu'il va faire très chaud, cela indique un risque potentiel de feux sauvages dans cette région. »

En Asie, les jeunes femmes sont également en train de faire tomber les limites traditionnelles qui leur barraient jusqu'ici la voie du succès. L'Asian University for Women – qui s'est donné pour mission d'identifier et de suivre les carrières des scientifiques femmes de toute l'Asie du sud-est – ouvrira ses portes au Bangladesh en 2008. Son programme d'études supérieures sera notamment axé sur le génie environnemental et sur le développement durable.

Les étudiants eux-mêmes peuvent faire une différence immédiate et considérable en améliorant la vie et l'environnement des populations. Alia Whitney-Johnson, étudiante en génie environnemental, travaille sur la maximisation de l'efficacité du modèle de turbine d'un système de micro-hydraulique au Guatemala. « Je trouve passionnant de voir les retombées pratiques de mon travail », confie-t-elle. « Mon but à long terme est de me spécialiser dans le développement durable et de faire en sorte que des technologies adaptées soient disponibles là où elles sont le plus nécessaires. »

# Le vert...

The Knitting Philistine



**ON A SOUVENT L'IMPRESSION** que la mode est un phénomène cyclique : les vêtements d'hier finissent par redevenir tendance, demain ou après demain. Mais à l'heure où stylistes et fabricants commencent à s'interroger sur l'aspect éthique et sur les coûts environnementaux de ce qu'ils nous proposent, ils s'intéressent de plus en plus au recyclage des vêtements.

L'idée n'est pas nouvelle. Il y a 2 000 ans, les Chinois déchiquetaient déjà les vêtements usagés et les mélangaient à des fibres neuves pour faire du fil. Les Européens, eux, surent fabriquer un tissu durable, le shoddy, à partir des déchets de laine dès le 19<sup>e</sup> siècle.

Aujourd'hui, on obtient de très jolies fibres à partir de sources bizarres comme les bouteilles en plastique, par exemple, qui sont déchiquetées, fondues et tissées pour créer un polyester chaud et imperméable. Depuis 1993, la société de vêtements de loisirs Patagonia s'en sert pour fabriquer une maille polaire et elle considère que cela a permis d'éviter l'enfouissement ou l'incinération de quelque 92 millions de bouteilles en plastique. Et lorsque les polaires eux-mêmes sont en fin de vie utile, le programme de recyclage de Patagonia en fait de nouveaux vêtements.

Cet été, la grande enseigne Marks & Spencer a dévoilé sa nouvelle collection d'uniformes scolaires réalisés à partir de plastiques. Le chausseur écologiste Terra Plana propose sa gamme Worn Again (« re-porté »), dont 99 % des matériaux de fabrication proviennent du recyclage – entre autres, sièges de voitures, pneus, couvertures de laine de prison ou pantalons de pompiers. Elle produit également un simili cuir, en tout point semblable à du cuir traditionnel, réalisé dans un mélange de cuir et de tissus recyclés. Et si tu fais partie de ceux qui n'arrivent jamais à se séparer de leur

## c'est tellement tendance !

jean préféré, tu peux maintenant le faire transformer en sandales Kalahari chez [recycleyourjeans.com](http://recycleyourjeans.com).

Les nouvelles technologies vertes produisent également des matériaux de pointe. Le Lyocell, par exemple, issu de la pulpe de bois, est à la fois doux, solide et infroissable. Au Japon, on fabrique une toile de jean à partir de tiges de bananes, et de superbes chemises d'été sont tissées dans une fibre réalisée à partir de tiges de gingembre – habituellement considérées comme des déchets industriels après l'utilisation des feuilles aromatiques et antibactériennes de la plante dans des cosmétiques et autres produits. Ces matériaux obtenus à partir de ressources jusqu'ici inexploitées sont tous biodégradables.

Quant aux matériaux classiques, ils se font eux aussi plus verts. La culture traditionnelle du coton nécessite beaucoup d'eau : jusqu'à 15 000 litres pour fabriquer un jean, selon le climat et les méthodes d'irrigation. Aujourd'hui, grâce à de nouveaux systèmes d'irrigation au goutte à goutte, on peut apporter aux plantes des quantités d'eau soigneusement contrôlées et réduire ainsi l'évaporation. Les chercheurs essaient également de mettre au point des plants de coton à haut rendement exigeant beaucoup moins d'eau. Et pourquoi ne pas suivre l'exemple de Levi et Strauss qui, en 1873, réalisèrent leur premier jean légendaire à partir de chanvre, plante dont l'empreinte écologique est moitié moins importante que celle du coton. Moins gourmande en eau et en produits chimiques, cette culture nourrit le sol et permet de produire un tissu confortable, élégant et durable.

Une récente étude de l'Université de Cambridge conseillait de mettre en place un écoétiquetage détaillé. Ainsi, les consommateurs pourraient faire un choix éclairé et se sentir à la fois bien dans leur tête et bien dans leurs baskets. Le meilleur moyen d'être vert, quelle que soit la couleur de tes vêtements !

Steve Rhodes





# Construction naturelle

**L**es logements et autres constructions ont un gros impact écologique sur la planète. Quarante pour cent de tous les produits minéraux et métalliques sont utilisés dans le secteur du bâtiment, et la fabrication du béton, le matériau de construction le plus courant au monde, consomme de vastes quantités d'énergie. Et une fois bâties, ces constructions modernes consomment beaucoup d'énergie pour leur chauffage ou leur climatisation.

En plus, le nombre de logements est en constante augmentation : la croissance démographique, l'éclatement de la cellule familiale et l'enrichissement de nombreuses sociétés sont autant de facteurs qui dynamisent la demande. Mais un demi milliard de pauvres, qui n'ont guère accès aux matériaux de construction modernes, ont bien du mal à trouver un logement digne de ce nom.

C'est ce qui explique en partie le renouveau d'intérêt pour les matériaux et techniques de construction naturels. Peu complexes, éprouvées, non toxiques, durables et peu coûteuses, ces techniques naturelles font généralement appel à des matériaux locaux et à des savoir-faire faciles à maîtriser et à mettre en œuvre.

Et les bâtiments construits à partir de matériaux naturels utilisent souvent moins d'énergie. Une récente étude effectuée pour le compte de British Gas a révélé que les maisons en torchis du 16<sup>e</sup> siècle étaient plus écoénergétiques que les constructions actuelles.

Les technologies modernes peuvent servir à améliorer encore ces savoir-faire – en veillant par exemple à assurer leur stabilité sismique ou en y ajoutant des technologies d'énergie renouvelable. En s'appuyant à la fois sur les méthodes du passé et sur celles de l'avenir, les constructions naturelles pourraient permettre de créer les logements durables des temps modernes. Les matériaux naturels sont très divers :

**LE PISÉ :** Cette technique simple consiste à bâtir en compactant couche par couche de la terre et d'autres matériaux naturels, comme le gravier, l'argile ou la paille, dans des coffrages provisoires en bois. Les couches de matériaux sont compactées à l'aide d'une masse – qui peut être un simple pilon manuel de cinq kilos ou un pilon industriel fonctionnant à l'essence – pour former d'épais blocs. Compressées l'une après l'autre, les rangées finissent par former une masse extrêmement dure, si solide qu'il reste encore en Asie centrale, en Afrique du Nord et en Europe du Sud des structures en pisé de terre vieilles de plus de 1 000 ans. Il y a 2 000 ans, des pans entiers de la Grande muraille de Chine furent réalisés en pisé. Aujourd'hui, il existe une demande croissante pour des habitations en terre compressée produite commercialement, notamment en Australie et aux États-Unis. La méthode est naturellement écologique : la terre est gratuite et disponible sur place, et les quantités de bois requises sont moindres. Les murs épais n'ont pas besoin d'être peints ou plâtrés, ils ne sont pas toxiques, ils résistent au feu et aux termites, et l'isolation phonique et thermique est excellente. En plus, le résultat est superbe : les maisons en pisé donnent l'impression d'avoir poussé tout naturellement dans le paysage !

**L'ADOBE :** Ce sont des briques séchées au soleil, faites d'un mélange d'argile, de sable et de boue, auquel on ajoute parfois de la paille ou d'autres résidus. Elles font partie des matériaux les plus anciens au monde. On pense qu'elles sont originaire du Moyen Orient – où subsistent des structures en adobe vieilles de plusieurs siècles – mais on les associe généralement aux *pueblos* des Amérindiens du sud-ouest des États-Unis. Les

briques de boue ont toujours été très utilisées en Amérique du Sud, en Afrique du Nord et en Espagne. Résistant mal aux pluies intenses, l'adobe est particulièrement bien adapté aux régions chaudes et sèches, où les habitations réalisées dans ce matériau conservent une certaine fraîcheur intérieure malgré la chaleur intense du désert.

**LES BOTTES DE PAILLE :** Les maisons de paille n'appartiennent pas seulement au monde des contes de fées. Les premières maisons de paille sont apparues dans les plaines américaines vers la fin du 19<sup>e</sup> siècle. On monte les murs en superposant des bottes de paille, en prenant soin de ménager des ouvertures pour la porte et les fenêtres. On relie ensuite les bottes entre elles avec des tiges de bambou ou de fer, et on renforce l'ensemble de la structure avec du grillage. Il ne reste plus qu'à plâtrer les surfaces. La paille est un isolant aussi efficace que la fibre de verre, mais comme les murs sont beaucoup plus épais, l'isolation est bien meilleure. Et les tests réalisés ont montré qu'une fois plâtrées, les bottes de paille offraient une bonne résistance au feu. Il suffit de 3 ou 4 hectares de blé ou d'avoine – ou de 1 hectare de chanvre – pour obtenir la paille nécessaire à la construction d'une petite maison.

**LE TORCHIS :** Le terme torchis désigne un mélange de paille et de terre ou de bouse de vache que l'on applique sur un clayonnage de lattes de branches, de brindilles ou de tout autre bois souple, lui-même amarré à une charpente en bois. Les murs sont ensuite badigeonnés à la chaux et la construction réalisée est à la fois durable et bien isolée. Le torchis était très courant en



Eric Feinblatt

Kent Sandvik

# UNE QUESTION PRESSANTE

**N**ous sommes envahis par les sacs en plastique. Nous en produisons chaque année plus d'un trillion. Ils finissent par polluer nos villes et nos campagnes, étouffer la faune sauvage, contaminer les océans et emplir les sites d'enfouissement des déchets.

Et pourtant, Caroline Baillie les envisage comme un moyen de s'attaquer à la pauvreté. Professeur de génie des matériaux à l'Université de Queen's, au Canada, elle est à l'origine de Waste for Life, un réseau de personnes qui s'attachent à chercher des solutions bénéfiques à l'environnement et susceptibles de responsabiliser les populations. Elle souhaite utiliser les sacs en plastique usagés pour créer des matériaux composites.

« Ce sont des matériaux beaucoup plus intéressants qu'il n'y paraît », explique Caroline qui est basée à Buenos Aires, en Argentine. « La fibre de verre est un composite, tout comme la fibre de carbone utilisée pour fabriquer des motos et des avions. Mais nous sommes en train de nous concentrer sur les plastiques renforcés. » L'idée qui consiste à renforcer les plastiques avec des fibres comme le jute, le lin et l'agave n'est pas nouvelle, mais l'approche novatrice de Waste for Life consiste à associer la technique, l'environnement et la justice sociale.

Les *cartoneros* de Buenos Aires fouillent les ordures pour en extraire le carton, le plastique et le papier, qu'ils revendent ensuite à des intermédiaires chargés du recyclage. « Tard le soir, les *cartoneros* trient également les ordures ménagères laissées sur le trottoir », explique Caroline Baillie. « Ce sont des travailleurs indépendants qui s'organisent comme ils peuvent et qui font le sale travail de la ville : les ordures ne leur appartiennent pas, mais ils font partie des rares personnes qui font en sorte qu'elles n'atterrissent pas dans un site d'enfouissement. »

Mais qu'en est-il des sacs en plastique ? « Bien qu'ils soient très nombreux », précise Baillie, « les sacs en plastique usagés n'ont aucune valeur marchande. Ils vont donc directement dans le site d'enfouissement, où ils se photodégradent en minuscules fragments toxiques qui contaminent le sol et l'eau. »

Au Canada, dans le laboratoire de Waste for Life, les ingénieurs sont en train de mettre au point des presses à chaud, bon marché et fonctionnant sans produits chimiques, qui permettront de transformer les sacs en plastique et le carton de récupération en plaques de parement pour les plafonds. Utilisant à peu près la même quantité d'électricité qu'un fer à repasser, la presse sera facile à manipuler et peu coûteuse à reproduire. Lorsque le prototype sera prêt, il sera expédié à Buenos Aires où il permettra aux coopératives de *cartoneros* de se lancer dans la production de plaques pour plafond. Un projet similaire est déjà prévu au Lesotho, en Afrique, mais là, le carton sera remplacé par l'agave, une sorte de cactus.

« Nous faisons très attention à ce que nous faisons », précise Caroline Baillie. « Nous essayons de trouver la meilleure façon de mettre en place un projet à long terme. Nous apprenons tous les jours quelque chose, et comme personne ne nous finance, nous sommes vraiment souples dans notre fonctionnement : nous écoutons ce que nous disent les gens sur le terrain et nous modifions le projet en fonction de leurs recommandations. »

Elle a également créé un blog (<http://wasteforlife.org>) « pour permettre à d'autres de tirer les enseignements de notre entreprise...et de nos erreurs ».

Angleterre, en France et en Allemagne à l'époque médiévale mais on trouve son équivalent dans d'autres régions du monde : en Amérique latine, il s'appelle *quincha*, et au Japon *komai-kabe* – avec un lattis en bambou. Il est particulièrement bien adapté aux climats humides car il laisse respirer les murs et n'emprisonne pas l'humidité.

**LE BAMBOU** : Plus d'un milliard d'habitants d'Asie et d'Amérique latine vivent dans des habitations en bambou. Léger, de croissance rapide, résistant aux tremblements de terre et plus solide que le bois, ce membre de la famille des herbacées est extrêmement polyvalent. Des piliers en bambou permettent de réaliser la structure du bâtiment et des bandes de bambous sont entrelacées puis plâtrées pour construire les cloisons. Lorsqu'il est étuvé et trempé dans une solution de cuivre pour l'empêcher de pourrir, le bambou peut même remplacer des tiges d'acier. Bien que les constructions en bambou soient moins courantes en Afrique, cette plante pousse abondamment dans les pays d'Afrique de l'Est comme l'Éthiopie où l'on forme actuellement des architectes et ingénieurs à son utilisation.

**LE COB** : Personne ne sait vraiment d'où est originaire cette technique mais elle était déjà utilisée en Angleterre au 13<sup>e</sup> siècle, et il reste dans ce pays des structures en cob vieilles de 500 ans. Semblable à l'adobe, le cob est un mélange de sable, de paille, d'eau et de terre argileuse. Il sert à former non pas des briques mais de petits pavés ou cobs, qui sont alors amalgamés et façonnés en murs pour produire une structure courbe, résistante au feu et très isolante.

## À la racine du problème

Quand on veut cultiver des terres chaudes et arides, le plus dur n'est pas d'acheminer l'eau, mais de la conserver une fois arrivée sur place. Le plus souvent, elle s'évapore avant d'être vraiment efficace. Depuis l'antiquité romaine au moins, les cultivateurs remédient au problème en utilisant des poteries ventrues au col très étroit qui leur permettent d'irriguer les plantes sous terre, au niveau des racines. Enterrées jusqu'au col, les jarres sont régulièrement réapprovisionnées en eau. L'eau traverse l'argile et imprègne le sol qu'elle maintient humide. Les archéologues pensent que différentes civilisations ont fait usage de cette technique, car on trouve des poteries d'irrigation au Zimbabwe, en Chine, en Iran, au Pakistan et en Espagne. Les colons espagnols introduisirent ces ollas en Amérique du Nord et du Sud, où elles sont toujours utilisées. En Amérique centrale et du Sud, les cultivateurs ont quelque peu modernisé le procédé : ils enterrèrent complètement les poteries qui sont alors remplies par des tuyaux en PVC.



J. Victor Espinoza/NMSU

## Super plante

Médicament, pesticide, ingrédient cosmétique, plante anti-pollution et protectrice des sols – le vétiver est vraiment une herbe formidable. Cette plante vivace haute et touffue – très répandue en Inde et en Thaïlande – est utilisée depuis très longtemps dans le traitement du stress et de la dépression, et pour stimuler la circulation du sang et la production de globules rouges. Les sachets de poudre de racine de vétiver protègent les vêtements des insectes et des mites, et la racine est également cultivée pour produire une huile utilisée commercialement en aromathérapie et en cosmétique. En 1987, les scientifiques de la Banque mondiale ont confirmé ce que les cultivateurs asiatiques savaient depuis longtemps : les racines de cette plante résistante à la chaleur lient le sol jusqu'à 3 mètres de profondeur, retiennent l'humidité et aident à recharger les nappes d'eau. Le vétiver filtre les eaux polluées, qu'il s'agisse d'assainissement ou de métaux lourds, et comme il pousse aussi bien dans l'eau que dans le sol, il peut servir à nettoyer les étangs et les réservoirs.



Stefan Ottomanski

## Un charbon de bois vert

Au Brésil, cela fait quatre millénaires que les peuples de l'Amazonie fertilisent leurs sols pauvres en y ajoutant une terre riche et noire. Ils obtiennent cette *terra preta de Indio* en mélangeant des arêtes de poisson à du charbon de bois. Aujourd'hui, les scientifiques s'intéressent à cette connaissance très ancienne des capacités du charbon de bois : il aide à conserver l'eau et les nutriments du sol et à lutter contre le changement climatique tout en améliorant la fertilité des terres. En Nouvelle-Zélande, on teste actuellement un charbon de bois issu de déchets forestiers, qui remplacerait les engrais pétrochimiques – en produisant ce charbon par combustion, on ne libère qu'une partie du dioxyde de carbone absorbé par la végétation durant sa croissance. D'autres scientifiques se proposent d'extraire par pyrolyse – c'est-à-dire par une combustion sans oxygène – l'hydrogène et le méthane de la biomasse végétale, et d'enterrer le dérivé de charbon de bois comme engrais. D'autres encore étudient la possibilité d'utiliser le carbone pour absorber les gaz à effet de serre et de l'enfouir ensuite. Et bien entendu, la culture des plantes qui serviront à faire du charbon de bois absorbe déjà du dioxyde de carbone.



William Nicholson

## Quelle énergie, cette Terre !

Cela fait plus de 10 000 ans que les populations utilisent les sources chaudes – dont la température vient du magma de l'écorce terrestre – pour cuisiner, se laver et se chauffer. Ces sources servent de plus en plus de source d'énergie renouvelable, mais il faut bien dire qu'elles ont toujours été très appréciées. Les Japonais pratiquent depuis très longtemps le *onsen*, ou baignade dans les sources chaudes, et en 1830, Asa Thompson, un homme d'affaires de l'Arkansas entreprit de facturer un dollar l'utilisation de ce genre de service, lançant une mode pour les stations thermales en Amérique du Nord. En 1892, le premier système de chauffage municipal par géothermie était inauguré à Boise dans l'Idaho : aujourd'hui, il continue à alimenter 200 logements et 40 commerces. En Italie, en 1904, le prince Piero Ginori Conti fut le premier à produire de l'électricité géothermique. Il utilisait la vapeur pour actionner une dynamo qui permettait d'alimenter cinq ampoules électriques. De nos jours, l'Islande assure 90 % de ses besoins en chauffage domestique grâce à la géothermie et 24 pays font appel à la chaleur géothermique pour leur production commerciale d'électricité.



M Lupidi/PNUE/Topham

## Une affaire qui tourne

Deux mille ans après leur création, les norias – roues d'irrigation alimentées par l'eau – sont encore utilisées. Mues par le flot d'une rivière ou d'un ruisseau, elles plongent dans l'eau toute une série de pots, puisant jusqu'à 50 litres par seconde qu'elles déversent ensuite dans des auges ou aqueducs qui alimentent des champs. On a des preuves écrites de leur existence au 4<sup>e</sup> siècle avant notre ère en Égypte, et certains experts pensent qu'elles remontent à 300 ans plus tôt. Décrites par l'écrivain romain Vitruvius un siècle avant notre ère – et par John Steinbeck en 1940 –, elles étaient très courantes dans le monde islamique et furent introduites dans le nouveau monde. Au 21<sup>e</sup> siècle, elles sont 16 à avoir survécu sur le fleuve Orontes, à Hama en Syrie, dont l'une d'un diamètre de 21 mètres date de 1361. Et le modèle récent qu'on vient de construire dans l'État mexicain de Veracruz fonctionne avec des fûts en plastique d'une centaine de litres.



Andrew Churches

## Vous prendrez bien un ver ?

Ami incontesté des agriculteurs, le ver de terre est désormais au service de la gestion des déchets. Aristote les qualifiait d'« intestins de la Terre ». En creusant le sol, les vers facilitent la circulation de l'air et de l'eau, et empêchent la terre de se compacter et de s'assécher. Les cultures poussent mieux et le terrain craint moins les inondations et les sécheresses. Pendant que les vers cheminent sous terre et se nourrissent, le sol et les matières organiques en décomposition transitent par leur corps. Ils excrètent des déjections riches en calcium, magnésium, azote et phosphore, qui sont tous d'excellents nutriments pour le sol. Avec le lombricompostage, les jardiniers bios profitent depuis longtemps de cette capacité à transformer les déchets en engrais. Ils se servent de vers pour recycler les déchets du jardin et de la cuisine. Aujourd'hui, la lombriculture à grande échelle permet de transformer en engrais le fumier du bétail, les déchets organiques municipaux et les boues d'épuration au lieu de polluer l'eau, d'occuper les sites d'enfouissement et d'émettre du méthane, qui est un gaz à effet de serre.



Stig Brautaset



## Dragon détecteur de séisme

En 132, Zhang Heng, astronome et mathématicien chinois, inventa le premier détecteur de tremblements de terre – une urne de 1,8 mètre entourée de huit dragons regardant dans huit directions. En cas de séisme, la gueule du dragon situé face au phénomène s'ouvrait et laissait échapper une balle d'acier qui tombait bruyamment dans la gueule d'une grenouille en contrebas. On dit que le système avait permis de détecter une secousse éloignée de 644 kilomètres, que les personnes présentes à côté du détecteur n'avaient pas ressentie. En près de 2 000 ans, nous n'avons toujours pas réussi à passer de la détection à la prédiction des tremblements de terre, mais la technologie a quelque peu évolué. Le sismographe moderne, qui utilise un stylo attaché à un pendule pour tracer l'onde de choc sur un papier, nous renseigne de manière beaucoup plus précise, notamment sur l'intensité et sur l'épicentre du séisme. Des ordinateurs reliés entre eux captent l'information sismique de nombreux sites et l'analysent en quelques minutes, ce qui permet aux équipes de secours de gagner du temps.



Caren M Calamita



Scott Camazine/Science Photo Library

## LA TECHNOLOGIE

des cadeaux de la nature, exploités par l'humanité

