

Voies navigables de France (VNF), qui y gère environ 800 kilomètres de canaux, expérimente des techniques végétales depuis une vingtaine d'années. Quelque 25 kilomètres de berges y sont déjà « végétalisées ». À l'échelle nationale, de plus en plus de berges végétales devraient être installées à la place des aménagements usuels, majoritairement fondés sur des plaques d'acier verticales (et, dans une moindre mesure, sur du béton).

LE GÉNIE VÉGÉTAL ÉMET SEPT FOIS moins de dioxyde de carbone que les techniques usuelles d'aménagement des berges.

Les espèces végétales sont d'abord sélectionnées en fonction de la faculté des racines à former des réseaux étendus et ancrés profondément dans le sol, paramètre clef pour la stabilisation. Ainsi, dans le Nord-Est de la France, on utilise couramment la baldingère faux roseau, la grande glycérie et des espèces du genre *Carex*. Pour améliorer la biodiversité et l'aspect visuel, on complète souvent cette sélection par un mélange d'iris des marais, de soucis d'eau et de salicaïres.

Outre les plantes, le génie végétal fait appel à divers matériaux naturels pour aménager une berge : il utilise par exemple des grillages en fibres de noix de coco pour la stabiliser en attendant que les plantes poussent ; ces fibres naturelles se dégradent ensuite plus vite que des fibres synthétiques. Une large palette de techniques est disponible. On peut par exemple créer une plage végétale de faible pente, superposer des rondins de bois séparés par de la terre où des graines sont plantées... Cela permet de traiter des profils très différents, avec des hauteurs d'eau et des largeurs de berge variées.

Le génie végétal a un bilan carbone bien meilleur que les techniques usuelles : on estime qu'il émet sept fois moins de dioxyde de carbone pour aménager une berge que les techniques fondées sur des plaques d'acier verticales (de l'extraction des matériaux jusqu'à leur utilisation).

La faible production de dioxyde de carbone n'est pas le seul intérêt écologique de la végétalisation des berges. Celle-ci (re)crée une continuité entre le milieu aquatique et le milieu terrestre, ce qui est particulièrement intéressant pour la constitution des « trames vertes et bleues » (un réseau écologique cohérent, constitué de réservoirs de biodiversité et des corridors qui les relient) décidée lors du Grenelle de l'environnement. En effet, les berges redeviennent des zones qui offrent des espaces d'abri, de nutrition et de reproduction pour une faune diversifiée : poissons, batraciens, oiseaux et mammifères d'eau. Ainsi, certaines techniques (celles où une partie non

négligeable de la berge est immergée dans l'eau) augmentent la diversité et la quantité de poissons présents ; on a même retrouvé dans certains canaux des espèces rares en milieu artificiel, tels la bouvière, le brochet ou le rotengle.

Le génie végétal rapproche donc les caractéristiques physiques et biologiques des berges de canaux de celles des berges naturelles. *In fine*, la berge naturalisée peut produire des services dits écosystémiques, utiles à l'homme : approvisionnement en poisson, régulation (rétention des eaux dans le sol, alimentation des nappes phréatiques, dépollution de l'eau), activités culturelles et de loisir (promenade, découverte de la nature, sensibilisation à l'environnement)... La voie navigable, infrastructure dédiée essentiellement au transport de marchandises et à la plaisance, devient une voie d'eau, c'est-à-dire une infrastructure et un écosystème offrant des services multiples.

Outre ces atouts écologiques, le génie végétal est moins coûteux que les techniques classiques, pour une durabilité égale (à condition que les plantes s'enracinent bien, ce qu'on doit vérifier). Ces procédés sont en devenir et alimentent un important travail de recherche et de développement ; ils disposent pour cela d'un vaste terrain d'expérimentation...

Christel FIORINA est enseignante à Mines ParisTech et ingénieure en environnement.



Nouveau service d'offres d'emplois scientifiques sur

POUR LA SCIENCE

en partenariat avec **naturejobs**



- Chaque semaine, plus de **8000 offres d'emploi** dans le secteur des sciences.
- En un clic la **sélection des postes à pourvoir** en France et dans les pays francophones ou voisins.
- Une équipe Naturejobs spécialisée, **au service des recruteurs francophones**.
Contact : Muriel Lestringuez
E-mail : m.lestringuez@nature.com
Tél. : +44 20 7843 4994

POUR LA SCIENCE.fr

Le site de référence de l'actualité scientifique

VRAI OU FAUX

Les footballeurs trichent-ils toujours ?

Non. Une étude montre que les simulations sont assez peu fréquentes. Cependant, d'autres types de triche existent. Il reste à les quantifier...

Christian BROMBERGER

Les hauts faits de tricherie appartiennent à la légende du football. Citons par exemple le but décisif marqué de la main par Diego Maradona, lors de la rencontre entre l'Argentine et l'Angleterre, à la coupe du monde de 1986. Si la triche semble « payer » au football, c'est que les moyens de la détecter ne sont pas totalement fiables. En un clin d'œil, l'arbitre, aidé par ses assistants, doit détecter la main et décider si elle est volontaire – seul cas où elle est sanctionnable. Lors d'une chute, il doit juger si elle est simulée, provoquée par un tacle régulier (une glissade un pied en avant touchant d'abord le ballon), ou la conséquence d'une faute. La décision laisse une large place à l'interprétation et à la discussion. La tentation de la simulation est grande et les supporters ne manquent pas d'incriminer la tricherie des autres quand les leurs ont été battus sur un score serré.

Les footballeurs trichent-ils aussi souvent qu'on le dit ? Non, selon une étude publiée en 2011 et menée par Gwendolyn David et ses collègues de l'Université du Queensland, en Australie. Les chercheurs, des biologistes spécialisés dans la tricherie au sein du monde animal, ont visionné 60 matchs de six grands championnats européens et analysé 2 803 chutes de joueurs. Ils classent ces chutes en différentes catégories : chute volontaire sans contact avec l'adversaire (simulation), chute provoquée par un tacle, chute involontaire sans contact (due par exemple à une perte d'équilibre), etc. Ils analysent aussi leur fréquence en fonction du score, de l'endroit du terrain et de la position plus ou moins éloignée de l'arbitre.

Leurs conclusions sont sans équivoque. Dans leur échantillon, seules 169 chutes sont des plonges, où la faute est manifestement simulée, soit seulement six pour cent des cas ; aucun des simulateurs n'a été récompensé par un coup franc. Dans 94 pour cent des cas, même si elle est parfois exagérée, la chute est provoquée par un tacle régulier ou par une faute. Ainsi, les plonges intentionnelles sont minoritaires.

Pour rendre compte de ce résultat, les chercheurs recourent à la théorie des jeux, qui analyse les stratégies opti-

auraient un coût bien supérieur à leur bénéfice.

Autre résultat, les tricheries sont plus nombreuses à proximité des buts adverses et lorsque les deux équipes sont à égalité. Là encore, la théorie des jeux l'explique : à coût égal, le bénéfice est plus élevé dans ces deux cas.

Si les simulations restent assez rares, la tricherie s'exprime aussi par des maillots tirés, des joueurs déséquilibrés de façon déloyale, des fautes de main, etc. Il serait intéressant d'étendre l'étude à ces différentes tricheries, particulièrement fréquentes dans le football, et plus généralement dans les sports collectifs. Dans les autres sports, les athlètes ne sont soumis qu'à des « juges » d'une implacable rigueur : des instruments mesurant les distances au centimètre près pour les épreuves de saut et de lancer, le chronomètre, précis au millième de seconde, pour les courses... La tricherie y est impossible pendant la compétition et se limite aux phases antérieures, par le biais du dopage et de la corruption.

Bien que moins importante qu'on ne le croit souvent, la tricherie reste présente dans le football. Elle participe sans doute à la fascination exercée par ce sport. Il exalte le mérite individuel, la performance, l'acquisition d'un statut par le travail et la solidarité, mais il révèle également le rôle notable de la chance, de la tricherie et d'une justice – celle de l'arbitre – parfois discutable. Le football illustre parfaitement les ressorts contradictoires de la réussite aujourd'hui.

Christian BROMBERGER est ethnologue à l'Université de Provence.



AU FOOTBALL, les simulations sont assez rares par rapport aux chutes provoquées par un tacle régulier ou par une faute.

males dans une compétition (ludique, sportive, politique, économique...). Ils attribuent un coût aux tricheries, correspondant au risque d'être sanctionné pour simulation (par une faute ou un carton jaune) : ce coût augmente avec le nombre de tricheries, car l'arbitre se méfie de plus en plus. Le bénéfice est la probabilité d'obtenir un coup franc utile. Des tricheries trop fréquentes



Depuis quinze ans, **Le Monde soutient les jeunes chercheurs et la recherche.** Lancé en 1997, le Prix *Le Monde* de la recherche universitaire entend valoriser les travaux de jeunes chercheurs francophones susceptibles d'influencer notre environnement scientifique, économique, social et/ou artistique.

Cette année, à l'issue du concours présidé par le philosophe Edgar Morin pour les sciences humaines et sociales et par l'académicien Pierre Léna pour les sciences exactes, ce prix offrira la possibilité à cinq docteurs récemment diplômés en sciences humaines de publier leur thèse aux Presses universitaires de France et à cinq docteurs en sciences exactes de publier un résumé de leurs travaux dans *Pour la Science* et dans un ouvrage publié aux Éditions Le Pommier.

Par ailleurs le quotidien *Le Monde* présentera l'ensemble de ces thèses.

15^e
édition

PRIX *Le Monde* DE LA RECHERCHE UNIVERSITAIRE

Pour sa quinzième édition, le Prix *Le Monde* de la recherche universitaire est ouvert aux :

Docteurs en sciences humaines et sociales ayant soutenu leur thèse entre le 31 octobre 2010 et le 31 décembre 2011. Les inscriptions seront enregistrées jusqu'au 15 juin 2012.

Docteurs en sciences de la matière ou de la vie, fondamentales ou appliquées ayant soutenu leur thèse entre le 31 octobre 2010 et le 31 décembre 2011. Les inscriptions seront enregistrées jusqu'au 15 juin 2012.

Cette année, une attention particulière sera portée aux travaux de recherche universitaire innovants, qui proposeront des solutions concrètes de nature à simplifier la vie quotidienne du grand public.

A l'un d'eux, sera décernée une « mention spéciale Google ».

RENSEIGNEMENTS COMPLEMENTAIRES ET INSCRIPTIONS

Site internet : www.lemonde.fr/prix-recherche/

Email : prixrecherche@lemonde.fr

Le Monde

Google

**FONDATION
CREDIT COOPERATIF**
FONDATION D'ENTREPRISE



Fondation Charles Léopold Mayer
pour le Progrès de l'Homme



Pour réagir aux articles : courrier@pouirlascience.fr
ou directement sur les pages correspondantes du site www.pouirlascience.fr

✓ CHAUD LE RÉACTEUR !

L'article *En route vers Mars* (*Pour la Science* n° 414, avril 2012, <http://bit.ly/marspls>), imagine que le vaisseau spatial sera alimenté par un réacteur nucléaire d'une puissance de plusieurs mégawatts. Les technologies utilisées au sol sont-elles transposables dans l'espace ? Ne faut-il pas une surface gigantesque pour évacuer la chaleur ?

Yves Quémeuneur

→ RÉPONSE D'ÉLISA CLIQUET, ingénieure au CNES

L'efficacité d'un réacteur peut aller de quelques pour cent (conversion thermoélectrique) à environ 30 pour cent (turbine). Dans l'espace, faute de source froide, le reste de la chaleur doit être dissipé via des panneaux radiants.

Pour que la dissipation soit efficace, la température des panneaux doit varier de 450 à 800 kelvins selon les concepts. En conséquence, pour un rendement raisonnable, le cœur du réacteur monte à 1 000 kelvins ou plus. Le fluide caloporteur doit ainsi être un métal liquide ou un gaz neutre, et non plus de l'eau.

La surface radiante requise pour dissiper une puissance de quelques mégawatts peut atteindre des milliers de mètres carrés. Cela reste toutefois très inférieur à la surface de panneaux solaires livrant une puissance équivalente. Développer un système capable de fournir une puissance de l'ordre du mégawatt en orbite n'est pas une mince affaire...

✓ TRÈS HAUTE FISCALITÉ

L'article *La fiscalité sur les très hauts revenus* d'Alain Trannoy (*Pour la Science* n° 415, mai 2012, <http://bit.ly/revpls>) suscite la question suivante : comment expliquer qu'une taxation à 90 pour cent des gens les plus riches ait pu être appliquée aux États-Unis après la grande crise de 1929 ?

Fabienne Millet

Combien de contribuables seraient touchés en France par l'imposition à 75 pour cent discutée par Alain Trannoy ? Cette mesure aurait-elle un réel impact en termes de revenus pour l'État ?

Alexandre Granet

→ RÉPONSE D'ALAIN TRANNOY

Une partie de la réponse à la question sur l'imposition à 90 pour cent des riches aux États-Unis est en fait déjà contenue dans le dernier paragraphe de mon article, qui introduit l'argument d'une économie ouverte.

Dans les années 1930, les États-Unis étaient une économie fermée. Dans une telle économie, le seul argument contre des taux marginaux élevés tient à ce que les personnes taxées pourraient réduire l'effort fourni, afin de réduire leur taux marginal. Toutefois, les études indiquent que les personnes qui se situent à de très hauts niveaux de revenu ont peu réduit leur effort. Dès lors, le revenu taxable et, par conséquent, le revenu national diminuent peu. Cela a contribué au redressement des États-Unis après la crise de 1929 (voir C. et D. Romer, *The incentive effects of marginal tax rates in the interwar period*, 2012, article disponible sur le Web).

Quant au nombre de contribuables qui seraient concernés par une imposition à 75 pour cent en France, les estimations sont très difficiles. Les chercheurs n'ont en effet pas accès à ce niveau de détail aux sources fiscales, ce qui nuit à la précision de leurs travaux dans ce domaine.

L'estimation que je tire d'un dernier rapport du Conseil des prélèvements obligatoires est que la mesure toucherait 3 000 contribuables. Elle ne rapportera pas beaucoup de recettes fiscales supplémentaires : les estimations donnent moins de 500 millions d'euros. Mais tout dépendra de la réaction des rentiers français (ceux qui vivent uniquement des revenus de leur capital) concernés. Réagiront-ils massivement à une telle imposition par un exil fiscal ? Le caractère temporaire ou permanent de la mesure est l'un des paramètres qui interviendront (pour plus de détails sur les questions de fiscalité, voir par exemple A. Trannoy, *On entend dire qu'il faut une révolution fiscale*, Les Échos/Eyrolles, 2012).

✓ DES PUNAISES DANS LE LIT

Quelques compléments d'information sont apportés à l'article *Le retour de la punaise des lits* (*Pour la Science* n° 414, avril 2012, <http://bit.ly/punlits>) par Dominique Pluot-Sigwalt, attachée honoraire au Muséum national d'histoire naturelle (Paris) :

→ En France, la présence des punaises des lits n'est pas encore aussi alarmante qu'aux États-Unis ou en Australie. Mais tout laisse penser qu'elle est en train de le devenir, surtout en région méditerranéenne où la punaise des lits trouve un climat chaud qui lui convient. Comme le montre la recrudescence des demandes d'identification (au Muséum) depuis une dizaine d'années, les logements de particuliers, les hôtels, les trains de nuit sont de plus en plus touchés.

L'un des facteurs qui contribuent à la recrudescence des punaises des lits (après l'abandon du DDT ou du Lindane) est la disparition des savoirs populaires sur ce parasite que tout le monde connaissait avant-guerre. Il y a baisse de vigilance, on ne sait plus reconnaître la présence de punaises et on ne traite pas à temps les lieux infestés (au Muséum, je vois arriver des gens qui sont infestés depuis des mois et des mois).

Par ailleurs, une bonne partie des professionnels de la désinsectisation ont aussi perdu leurs compétences et leurs savoirs. La punaise des lits est très difficile à éradiquer et elle l'a toujours été, beaucoup plus que n'importe quel autre insecte. Ces difficultés sont dues à sa biologie particulière, et il est nécessaire de suivre un certain nombre de procédures et d'étapes pour en venir à bout.

Par exemple, lorsqu'une chambre est infestée, c'est tout l'appartement qu'il faut traiter en réalité, ainsi que les appartements voisins, voire tout l'immeuble... Et il faut répéter le traitement plusieurs fois, car les œufs ne sont pas atteints : on doit attendre l'éclosion des larves. Se débarrasser d'une infestation n'est ainsi pas à la portée des simples particuliers. Il est malheureusement nécessaire de faire appel à des professionnels, ce qui est coûteux.

POUR LA SCIENCE



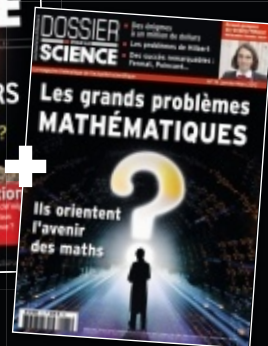
+ En cadeau le CD *Einstein et les révolutions quantiques*

De la relativité à la physique quantique, Alain Aspect - physicien français et membre de l'académie des Sciences- raconte deux révolutions scientifiques majeures qui continuent de bouleverser notre vision du monde.

CD audio de 75 minutes - Collection « L'Académie raconte les sciences » édité par De Vive Voix - Mars 2012 – Valeur : 9,90 €.



Pour la Science
12 n^{os}/an



Dossier Pour la Science
4 n^{os}/an

**POUR LA
SCIENCE**

À retourner accompagné de votre règlement dans une enveloppe non affranchie à : Service Abonnements Pour la Science • Libre réponse 90382 • 75281 Paris cedex 06

- 1** ☐ **Oui, je m'abonne à *Pour la Science + Dossier Pour la Science* au prix de 19€/trimestre ou 76€ pour 1 an.**
En cadeau, je reçois ***le CD Einstein et les révolutions quantiques***. Je bénéficie également des versions numériques sur www.pourlascience.fr

- ## ② J'indique mes coordonnées :

Nom : _____ Prénom : _____

Adresse : _____

Code postal : Ville : Pays : Tél. (facultatif) :

Je souhaite recevoir la newsletter *Pour la Science* à l'adresse e-mail suivante (à remplir en majuscule) :

[illegible]

- ### ③ Je choisis mon mode de règlement :

☐ Je règle en douceur **19€/trimestre***. Je remplis la grille d'autorisation de prélèvement ci-dessous en joignant impérativement 1 RIB.

*Valable en France métropolitaine uniquement.

Autorisation de prélèvement automatique. J'autorise l'établissement teneur de mon compte à prélever le montant des avis de prélèvements trimestriels présentés par *Pour la Science*. Je vous demande de faire apparaître mes prélèvements sur mes relevés de compte habituels. Je m'adresserai directement à *Pour la Science* pour tout ce qui concerne le fonctionnement de mon abonnement.

Titulaire du compte à débiter

Nom, Prénom : _____

N°: _____ Rue : _____

CP: | | | | | Ville: _____

Compte à débiter

Établissement	Code guichet	N° de compte	Clé RIB
---------------	--------------	--------------	---------

Établissement teneur du compte à débiter

Établissement :

N° : _____ Rue : _____

CP: | | | | | Ville: _____

Date et signature (obligatoire)

Organisme créancier

Pour la Science

N° national d'émetteur : 426900

- ☐ Je préfère régler mon abonnement **en une seule fois 76 €** (+ frais de port en sus pour l'étranger : Europe 16 € - autres pays 35 €)

- ☐
- par chèque à l'ordre de Pour la Science

- par carte bancaire

Nº: |

Expire fin : Clé (les 3 chiffres au dos de votre CB) :

Signature obligatoire :

En application de l'article 27 de la loi du 6 janvier 1978, les informations ci-contre sont indispensables au traitement de votre commande. Elles peuvent donner lieu à l'exercice du droit d'accès et de rectification auprès du groupe *Pour la Science*. Par notre intermédiaire, vous pouvez être amené à recevoir des propositions d'organismes partenaires. En cas de refus de votre part, merci de cocher la case ci-contre ☐

PLS416. Offre réservée aux nouveaux abonnés, valable jusqu'au 30.06.12. Livraison du cadeau sous 5 semaines dans la limite des stocks disponibles

Physique

Michael Moyer

L'ESPACE ? est-il discret ?

Un dispositif en construction près de Chicago, l'holomètre, tentera de mettre en évidence la nature discrète de l'espace-temps à l'échelle fondamentale. Si l'expérience est couronnée de succès, les lois de la physique seraient à réécrire.