

**Sida : trente ans de lutte** En mai 1983, le virus de l'immunodéficience humaine était décrit dans la revue « Science ». Bilan et perspectives de trois décennies de recherches. **PAGE 2**



**Sept ans de réflexion pour une fleur** Il aura fallu un septennat à la maison Vacherot & Lecoufle pour produire sa dernière variété d'orchidée, dédiée à Le Nôtre, jardinier de Louis XIV. **PAGE 3**



**Un couple de rencontres** Depuis un demi-siècle, Kim et Jean Tran Thanh Van organisent des conférences qui permettent aux chercheurs d'échanger hors des cadres établis. **PAGE 7**

## Génération « biture express »

Les jeunes consomment toujours plus d'alcool, toujours plus tôt. Le « binge drinking », cette quête de l'ivresse instantanée, progresse en France. De l'« after » imbibé aux consultations pour ados en difficulté, en passant par les travaux sur des rats alcooliques, enquête sur un phénomène dont on commence seulement à mesurer les conséquences sanitaires et psychosociales.

**PAGES 4-5**



La Lake Parade, technoparade autour de la rade de Genève (Suisse), a rassemblé 200 000 personnes lors de sa seizième édition en 2012, selon les organisateurs.

STEEVE IUNKER/AGENCE VU



**CARTE BLANCHE**

**Nicolas Gompel,  
Benjamin  
Prud'homme**

Génétiens,  
Institut de biologie  
du développement  
de Marseille-Luminy (CNRS)

(PHOTO : MARC CHAUMEIL)

## L'orchestration du génome

Les biologistes sont depuis longtemps confrontés à une question aussi essentielle que paradoxale : comment les cellules d'un organisme peuvent-elles devenir aussi différentes que des neurones ou des cellules musculaires alors qu'elles possèdent toutes les mêmes gènes ? La réponse est simple : chaque type cellulaire n'utilise qu'une partie de ses gènes. Cette réponse est venue initialement non pas de l'étude de cellules aussi complexes que des neurones ou des muscles, mais de l'analyse des mœurs alimentaires d'une modeste bactérie qui peuple nos intestins.

A la fin des années 1950, François Jacob, qui vient de disparaître, Jacques Monod et André Lwoff étudient à l'Institut Pasteur de Paris la machinerie génétique bactérienne du métabolisme du lactose (un sucre abondant dans le lait). Grâce à ce système, ils imaginent et démontrent que les gènes d'un organisme se répartissent en deux grandes catégories, les gènes de structure et les gènes régulateurs, et que leurs interactions orchestrent la vie des cellules. Cette conception révolutionnaire du fonctionnement du génome leur vaudra, en 1965, un des prix Nobel les plus importants en biologie.

Les gènes de structure, tels les musiciens d'un orchestre produisant la mélodie, donnent naissance à des protéines qui participent à la construction et la physiologie des cellules. En revanche, les produits des gènes régulateurs contrôlent l'expression des gènes de structure, leur dictant où et quand s'activer, comme des chefs d'orchestre conduisant leurs musiciens. Jacob et Monod ont compris que l'expression sélective des gènes nécessaires au métabolisme du lactose (les musiciens) était contrôlée par le produit d'un gène régulateur (un chef d'orchestre) lui-même sensible à la présence du lactose.

Ce système de régulation permet ainsi à la bactérie de n'exprimer les gènes du métabolisme du lactose qu'en présence de ce sucre dans le milieu. Cette découverte a ouvert la voie à l'identification des principes généraux de la régulation de l'expression des gènes, universels au vivant, ce qui faisait dire à Jacques Monod que « ce qui est vrai pour la bactérie est vrai pour l'éléphant ».

Cette nouvelle manière d'appréhender le fonctionnement du vivant allait permettre d'élucider certains

mystères du développement embryonnaire et, en particulier, comment une cellule œuf unique donne naissance à des milliards de cellules différentes. C'est en effet sur les pas de Jacob et Monod que l'on explore encore aujourd'hui comment les cellules d'un embryon, toutes porteuses des mêmes gènes, adoptent au fur et à mesure qu'elles se multiplient des identités différentes et des fonctions distinctes, en exprimant chacune des ensembles particuliers de gènes parmi tous ceux qu'elles possèdent.

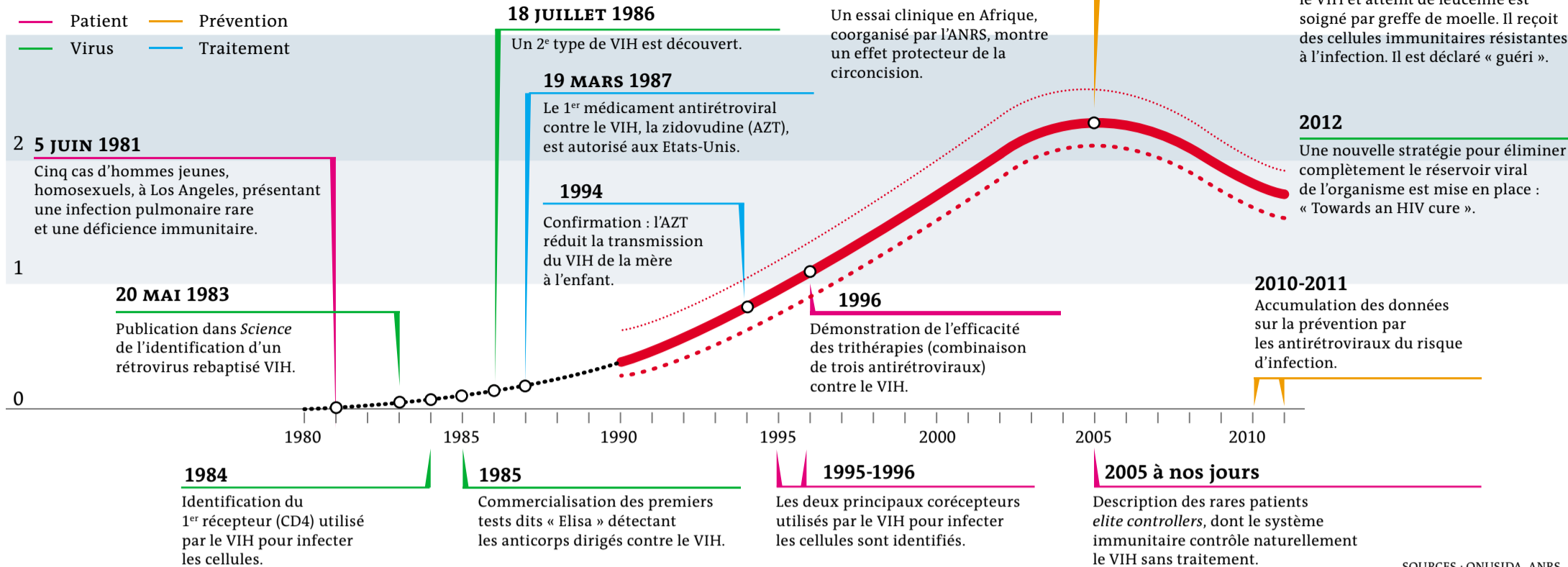
De ces recherches fondamentales découlent également les espoirs de la médecine régénérative, qui propose de réparer ou de remplacer les tissus endommagés en manipulant directement la régulation des gènes dans des cellules souches.

Faut-il insister sur le fait que ces révolutions scientifiques remontent à l'étude du métabolisme d'une bactérie il y a plus de cinquante ans ? Un sujet d'étude purement fondamental, sans application biomédicale évidente, et qui allait pourtant révolutionner la biologie et la médecine. Un exemple qui devrait inspirer nos politiques de recherche. ■

## Des avancées sur tous les fronts

Nombre de morts du sida par an depuis 1980 dans le monde, en millions

Estimation : ..... haute ——— moyenne ..... basse ..... courbe fictive



## Virus du sida : les nouveaux défis

MÉDECINE | Trente ans après la découverte du VIH, les vaccins tardent à voir le jour, l'accès aux soins reste encore trop limité. Mais l'optimisation des traitements progresse pour tenter d'obtenir des remissions complètes chez les séropositifs

PAUL BENKIMOUN

**B**eaucoup a été fait, beaucoup reste à faire. C'est le diagnostic porté sur l'état de la recherche au sujet de l'infection par le VIH selon Anthony Fauci, directeur du National Institute of Allergy and Infectious Diseases (Ins-

« La route vers un vaccin préventif est difficile mais faisable »

ANTHONY FAUCI

directeur du National Institute of Allergy and Infectious Diseases (NIAID, Etats-Unis)

titut national des allergies et des maladies infectieuses, le NIAID). Ce scientifique de premier plan s'exprimait, mardi 21 mai, à l'Institut Pasteur de Paris, lors du colloque célébrant le 30<sup>e</sup> anniversaire de l'identification du virus responsable du sida, là même où la découverte a eu lieu.

Cette conviction de vivre un moment charnière est fondée sur une double certitude, largement partagée

dans la communauté des chercheurs sur l'infection par le VIH. D'une part, la recherche sur le virus a progressé à grands pas et s'est traduite par des progrès significatifs capables de changer radicalement le sort des personnes atteintes et, d'autre part, sans nouvelles percées scientifiques, il ne sera pas possible d'empêcher durablement l'infection virale de progresser chez un individu.

Les dernières données chiffrées sur la pandémie sont éloquentes : à la fin 2011, le monde comptait 34 millions de personnes vivant avec le VIH. Décès comme nouvelles infections continuent de diminuer ; ces progrès résultent de la combinaison d'outils développés au cours des trente dernières années et associant prévention et traitement.

L'une des tâches immenses qui restent à mener à bien consiste à étendre l'accès aux différentes interventions. Là encore, les chiffres cités par Anthony Fauci parlent d'eux-mêmes : 46 % des personnes remplissant les critères de mise sous traitement antirétroviral n'en bénéficient pas et ce pourcentage culmine à 72 % dans le cas des enfants. De plus, le niveau de dépistage d'entrée et de maintien dans la prise en charge sanitaire est encore loin du compte dans beaucoup d'endroits, a rappelé le directeur du NIAID, avant

de citer la manière dont le nombre de patients décroît au fil du « continuum des soins » aux Etats-Unis.

En 2012, un suivi est proposé aux deux tiers des 1148200 personnes vivant avec le VIH aux Etats-Unis, mais se poursuit pour seulement 37 % d'entre elles. Des antirétroviraux sont proposés à un tiers des séropositifs, mais seulement un quart atteint l'objectif d'une charge virale indétectable.

Sur le plan du traitement, une évolution est en train de se produire pour traiter plus précocement les personnes vivant avec le VIH. La recommandation internationale est de démarrer le traitement antirétroviral lorsque le nombre de lymphocytes T CD4 + (les principales cibles du VIH) descend au-dessous du taux de 350 par ml. La tendance serait à présent de traiter avant que le taux soit descendu au-dessous de 500 lymphocytes T CD4 par ml.

En matière de précautions également, des perfectionnements des outils existants sont en train d'être mis en œuvre : valider la notion du traitement comme moyen de prévention, optimiser l'adhésion aux traitements de prophylaxie pré-exposition, étendre la circoncision des hommes dans les pays de forte prévalence et éliminer la transmission de la mère à l'enfant, comme cela a été réalisé dans les

pays développés. Reste à améliorer de nouveaux outils pour atteindre l'objectif d'un traitement fonctionnel (« cure ») avec une rémission complète qu'a fixé la Société internationale du sida (IAS), que préside le professeur Françoise Barré-Sinoussi. Cela va du développement d'antirétroviraux à action prolongée, permettant des prises plus espacées, aux thérapies cellulaires et géniques.

L'objectif réalisable n'est pas l'éradication du VIH chez les personnes séropositives, mais bien un contrôle à long terme après l'arrêt du traitement. Diverses tentatives d'interruption ou de pause thérapeutiques ont donné des résultats décevants, vraisemblablement en raison de l'existence dans différents compartiments de l'organisme de réservoirs où le VIH peut demeurer à l'état latent avant d'être réactivé et de se répliquer de nouveau. « Il y a des lueurs encourageantes au bout du tunnel », a cependant affirmé avec prudence Anthony Fauci.

Cet optimisme mesuré s'appuie sur plusieurs faits scientifiques. Tout d'abord, les *elite viral controllers*. Ces « contrôleurs d'élite » (moins de 1 % des séropositifs) ont des caractéristiques génétiques permettant un contrôle immunologique du virus, sans que les malades aient jamais été traités par des antirétroviraux. Plusieurs arguments scientifiques laissent espérer qu'un tel contrôle immunologique puisse être induit après traitement.

C'est le cas du « patient de Berlin », chez qui une greffe de moelle osseuse avec un donneur lui-même contrôleur d'élite a permis un arrêt du traitement depuis plusieurs années sans rebond de l'activité du VIH. En France, l'Agence nationale de recherche sur le sida et les hépatites virales (ANRS) suit un groupe de 14 individus, la « cohorte Visconti », mis sous antirétroviraux sitôt leur séropositivité découverte et qui contrôlent le virus jusqu'à près de dix ans après l'arrêt de leur traitement, pour le patient le plus ancien. En mars, un phénomène similaire chez un bébé né au Mississippi et aussitôt traité a été médiatisé.

Un traitement précoce diminuerait la taille des réservoirs du VIH dans l'organisme et en particulier du principal, représenté par les lymphocytes T CD4 mémoires, qui sont spécifiques d'un antigène donné et possèdent une longue durée de vie.

Des stratégies dirigées contre ces réservoirs, qui constituent une épée de Damoclès pour les personnes infectées, sont en cours d'élaboration. Elles testent des interventions qui pourraient plus ou moins être combinées : intensification du traitement antirétroviral, purge des réservoirs en activant les cellules infectées par un virus en

## Alléger le traitement antirétroviral

Figure historique de la lutte contre le sida, le docteur Jacques Lebowitch (hôpital Raymond-Poincaré, à Garches) n'est pas le moins iconoclaste des chercheurs. Depuis 2003, il propose à ses patients, chez lesquels l'infection virale est sous contrôle, d'alléger leur traitement antirétroviral : de sept jours sur sept, les volontaires passent à cinq jours par semaine, puis, si la charge virale demeure indétectable, à quatre jours de prise par semaine et ainsi de suite. Tous les participants à ce protocole, baptisé « Iccarre », ne parviennent pas au même niveau d'allègement du traitement et leur nombre s'amenuise en même temps que celui des prises. Lors de sa présentation, jeudi 23 mai à l'Institut Pasteur, Jacques Lebowitch a expliqué qu'il utilise une nouvelle combinaison de quatre antirétroviraux. Son protocole aurait permis de supprimer 60 % du traitement initial. Il souhaite mettre en place un essai clinique pour étayer son approche et ne ménage pas ses efforts pour cela. Le promoteur de l'essai serait l'université Versailles-Saint-Quentin-en-Yvelines.

latence, traitement immunotoxique dirigé contre ces réservoirs, utilisation de cellules souches, thérapie génique...

Reste la question des vaccins, à visée aussi bien préventive de l'infection que thérapeutique, ce qui revient à une immunothérapie, chez des personnes déjà infectées, un domaine dans lequel l'ANRS a toujours été très active. « Contrairement à la vaccinologie classique pour laquelle la preuve du principe du déclenchement d'une réponse immunitaire efficace est faite, ce n'est pas le cas de la vaccinologie appliquée à l'infection par le VIH », a constaté Anthony Fauci. En effet, les anticorps neutralisants autologues n'apparaissent que plusieurs mois après l'infection et ne contrôlent pas la concentration sanguine du virus. De plus, les anticorps neutralisants réactifs ne sont retrouvés que chez environ 20 % des séropositifs et un à deux ans après l'infection.

Le vaccin préventif serait-il une chimère ? « La route vers un vaccin préventif est difficile mais faisable », maintient Anthony Fauci. Les défis sont donc encore considérables, mais la recherche sur le VIH est extrêmement active, notamment en France, et une nouvelle génération de scientifiques s'est engagée dans cette voie, assurant la future relève des pionniers. ■

## La piste de la thérapie génique

Parler de thérapie génique à propos de l'infection par le VIH pourrait sembler inattendu. Intervenant lors du colloque célébrant les 30 ans de l'identification du VIH à l'Institut Pasteur, jeudi 23 mai, Marina Cavazzana (Inserm et hôpital Necker-Enfants malades, à Paris) a présenté l'intérêt d'une telle approche.

Le point de départ est le cas du désormais fameux « patient de Berlin », Timothy Brown, un Américain vivant avec le VIH et qui avait présenté une leucémie qui rendait nécessaire une greffe de moelle osseuse. Les médecins qui le soignaient à Berlin ont cherché parmi les donneurs compatibles s'il y en avait un qui présentait une résistance spontanée au développement de l'infection par le VIH. La chance leur a souri et, depuis 2007, Timothy Brown n'a plus de traitement antirétroviral, sans que l'infection se soit à nouveau manifestée. « Ce cas unique apporte une preuve du principe », souligne Marina Cavazzana.

Pour qu'une thérapie génique puisse être considérée comme possible,

explique-t-elle, il reste « à démontrer sur des groupes d'individus présentant un cancer en plus d'une infection par le VIH qu'ils peuvent recevoir une chimiothérapie anticancéreuse, qui détruit les cellules de leur moelle osseuse, et une greffe de cellules génétiquement modifiées qui accroisse leur résistance au développement de l'infection ».

## Problèmes financiers et humains

La thérapie génique, insiste Marina Cavazzana, bénéficie des grands progrès accomplis sur les vecteurs viraux, même si passer à une grande échelle posera des problèmes de moyens financiers et humains. A terme, elle pourrait aussi être appliquée à des personnes vivant avec le VIH et n'ayant pas de cancer.

Deux approches sont envisagées. La première bloquerait l'entrée du virus en apportant au patient une version modifiée d'un gène codant pour un récepteur utilisé par le VIH pour pénétrer dans les cellules.

« Nous devons progresser pas à pas, met en garde Marina Cavazzana. Si

nous ciblons un seul gène, se pose le problème de la capacité du VIH à utiliser un autre corécepteur ou d'ouvrir la voie à une souche de VIH minoritaire par rapport à celle prédominante chez le patient. »

Deuxième option : « Bloquer la répllication du virus et sa capacité à infecter. Un essai, encore en phase préclinique, a été monté avec l'appui de l'Agence nationale de recherches sur le sida (ANRS) », précise Marina Cavazzana. Il ne sera pas possible de corriger toutes les cellules, mais, si 30 % à 40 % d'entre elles l'étaient, cela constituerait un avantage compétitif pour ces cellules.

« Nous savons qu'il existe des déficits immunitaires avec 40 gènes différents donnant une susceptibilité aux infections. Nous ne pouvons pas cibler 40 gènes, mais essayer de rendre les cellules résistantes à une maladie. Ainsi conçue, la thérapie génique pourrait être proposée à un plus grand nombre de personnes », en association avec d'autres traitements, estime Marina Cavazzana. ■

P. BE.

# Le Nôtre aura son orchidée

**BOTANIQUE** | Les créateurs Vacherot & Lecoufle présenteront une nouvelle variété de sabot-de-Vénus, aux Tuileries à Paris le 30 mai, en hommage au jardinier de Louis XIV

FRANCIS GOUGE

Le 30 mai, une nouvelle orchidée sera baptisée du nom de Le Nôtre par Nathalie Kosciusko-Morizet, ancienne ministre de l'écologie et de l'environnement, et Alain Baraton, jardinier en chef du grand parc de Versailles et du domaine national du Trianon, ses marraine et parrain. Il y a six ans que son créateur, Philippe Lecoufle, et son épouse, Françoise, cogérants de Vacherot & Lecoufle, plus ancienne entreprise familiale d'orchidéristes du monde, installée depuis 1886 à Boissy-Saint-Léger (Val-de-Marne), n'avaient pas organisé une telle cérémonie.

Le nouveau venu, un *Paphiopedilum*, ou sabot-de-Vénus, représente la neuvième génération d'une lignée d'hybrides dont les origines asiatiques remontent à 1877. Le plus lointain ancêtre, une orchidée botanique, c'est-à-dire sauvage, un *Paphiopedilum insigne*, a de nouveau été introduit comme parent de la dernière génération. Le second parent, du nom de Voltaire, est le fruit de deux hybrides réputés : Volpone, créé à Boissy en 1970, et Thunder Bay, un croisement américain de 1960.

La Le Nôtre est un beau bébé, sobre, raffiné, élégant. Sa fleur, qui s'inscrit dans un cercle de 12 cm de diamètre, affiche une tonalité brun clair éclairée de jaune, auréolée d'un demi-cercle blanc sur la partie supérieure et joliment ponctuée de peti-



« *Paphiopedilum André Le Nôtre* », créée par Vacherot & Lecoufle.

RENAUD LABRACHERIE

tes taches grenat. Ses feuilles rubanées, longues d'une vingtaine de centimètres sont de prime abord d'un aspect vert clair, mais une observation plus attentive permet de distinguer une marbrure de deux tonalités, vert olive et vert bleuté. « Elle pourrait très bien figurer dans un tableau du XVII<sup>e</sup> », note Gaël Liaigre, l'homme à tout bien faire de l'entreprise.

#### « De la haute couture »

Ce nouveau venu dans l'immense famille des orchidées, la plus grande de celles des plantes à fleurs avec 30 000 espèces, est le fruit d'un long et patient travail. Créer une nouvelle fleur « est un casse-tête chinois », insiste Françoise Lecoufle.

Le processus commence par la

fécondation. Philippe Lecoufle, d'un geste simple et précis, prélève le pollen sur un des deux parents sélectionnés à l'aide d'un bâtonnet. Ce sera le père. Il féconde alors la plante mère, ou porte-graine, en déposant le pollen sur son pistil, à la base du sabot. Quelques jours après la fécondation, la fleur tombe. L'ovaire se développe et enfle légèrement pour former un fruit. De Sept à dix-huit mois plus tard (neuf mois pour un sabot-de-Vénus), celui-ci étant mûr, on recueille les graines qu'il contient.

On passe alors à la délicate étape du laboratoire. Les graines sont semées dans des boîtes stériles sur un substrat de gélose à base d'agar-agar, très riche en matières nutritives. La moindre bactérie entrant dans ce milieu se développe rapide-

ment aux dépens de la plante, qui sera repotée plusieurs fois au cours des douze à dix-huit mois qui suivront. « Nous devons les chouchouter pour diminuer les risques de mortalité infantile », fait remarquer Gaël Liaigre.

Cette période d'acclimatation passée, les jeunes orchidées, qui peuvent être 300 ou plus, poursuivent leur croissance en serre pendant plusieurs années avant de fleurir pour la première fois. L'attente peut durer jusqu'à dix ans, c'est-à-dire qu'il en aura fallu douze au total pour obtenir une nouvelle fleur.

Pour sa part, la Le Nôtre, qui sera en vente en 2014, a demandé sept ans. Cette période dite « de culture » exige encore soins, attention... et chaleur, ce qui fait dire à Philippe Lecoufle : « *Gaz de France est notre plus gros actionnaire.* » Cela explique pourquoi la création d'une nouvelle espèce représente un investissement important même s'il ne peut être chiffré, et c'est la raison pour laquelle Vacherot & Lecoufle reste un des derniers obtenteurs d'orchidées en Europe.

Les nouvelles plantes sont enregistrées auprès de la Société royale d'horticulture, à Londres, ce qui n'est ni une obligation ni une garantie. « On n'a que l'honneur d'avoir été enregistré », ironise Françoise Lecoufle. « On change les formes, on trouve des couleurs qui n'existent pas, c'est de la haute couture », conclut son mari, un artiste dont l'entreprise collectionne les récompenses de Londres à New York. ■

## TÉLESCOPE

### Médecine

#### Accident vasculaire cérébral : la piste des cellules souches

Une réduction des séquelles d'accidents vasculaires cérébraux (AVC) a été constatée chez cinq patients après injections intracérébrales de cellules souches, selon BBC News, qui fait état de résultats qui devaient être présentés à Londres, mardi 28 mai, au Congrès européen sur les AVC. Cet essai clinique préliminaire, qui a lieu à l'université de Glasgow (Ecosse), est l'un des premiers au monde avec des cellules souches embryonnaires. Avant tout, il vise à étudier la tolérance de cette stratégie thérapeutique. Neuf hommes de plus de 60 ans, ayant subi un accident vasculaire cérébral dans les six mois à cinq ans précédents, y ont été inclus. Le traitement a été bien toléré. L'investigateur principal, Keith Muir, se dit surpris par l'amélioration tardive observée mais reste prudent : « Nous avons vu des patients retrouver la capacité de bouger leurs doigts, alors qu'ils étaient complètement paralysés depuis plusieurs années. » Il souligne toutefois que ces effets, d'intensité légère à modérée, pourraient être dus à un effet placebo.

# 67%

C'est la proportion des piétons français qui traversent la rue alors que le feu est vert pour les voitures. Ils ne sont que 7% au Japon, selon une étude menée dans les universités de Strasbourg et de Kyoto et publiée en ligne dans *Accident Analysis and Prevention* (C. Sueur et al.). Ce constat a été tiré de l'observation de 245 Japonais de la ville d'Inuyama et de 315 Strasbourgeois. En outre, les Français laissent deux fois moins de temps entre une voiture et eux que les Japonais. Les Nipponnes sont plus prudentes que leurs compatriotes mâles, mais pas les Françaises.

## Anti-violences domestiques 2.0

Des services mobiles discrets sont conçus pour les victimes

### III ACADEMIE

LOUP ESPARGILIÈRE

Donner aux victimes de violences domestiques des moyens sûrs et discrets pour appeler à l'aide : l'idée initiale du projet remonte à l'année 2010. Martin Emms, doctorant en informatique à l'université de Newcastle-upon-Tyne (Grande-Bretagne), refond alors le site Internet d'un centre local de soutien aux victimes de violences conjugales. « Nous avons des services d'aide, mais les victimes ne s'en servent pas, constate-t-il. Comment résoudre cette inadéquation ? »

Afin de répondre, un groupe de chercheurs se constitue alors dans le cadre d'un vaste programme, baptisé « SiDE » (Inclusion sociale au travers de l'économie numérique), et visant à concevoir divers types de solutions numériques pour lutter contre toute forme d'exclusion sociale.

Comme l'explique Budi Arief, associé de recherche au centre de cybercriminalité et de sécurité informatique de l'université, l'équipe s'appuie sur un double constat : « D'une part, les victimes de violences conjugales ne savent souvent pas où chercher de l'aide. D'autre part, elles craignent que leur partenaire n'ait vent de leurs appels au secours. » Tout l'enjeu est de créer une suite logicielle facile d'accès et d'utilisation permettant de trouver du soutien en ligne de manière indétectable.

Misant sur une généralisation future de l'emploi des nouvelles technologies mobiles, l'équipe élabore un certain nombre de dispositifs fonctionnant principalement sur la plate-forme Android, plus accessible. Ces logiciels seront distribués dans un premier temps aux personnes ayant déjà subi la

violence de leur conjoint, au travers de centres de soutien et des services de police.

Le premier dispositif consiste en une adresse URL à usage unique : scannés une première fois, des codes QR (ces codes-barres en deux dimensions) figurant sur d'innocentes cartes postales, prospectus ou emballages de sandwiches renverront l'utilisateur vers un site de soutien. La deuxième fois, les serveurs de l'équipe basée à Newcastle le redirigeront la requête vers un quelconque site d'actualité ou de réseaux sociaux.

**Tout l'enjeu est de trouver du soutien en ligne de manière indétectable**

Les chercheurs travaillent également à la mise au point d'un système analogue utilisant la technologie de « communication en champ proche » (*near field communication*). Celle-ci permet aux utilisateurs équipés d'obtenir directement des informations sur leur terminal par simple contact avec une puce électronique.

Pour Phil Butler, responsable des relations extérieures du laboratoire et ancien membre des forces de police de la région de Newcastle, l'intérêt de ces techniques est le suivant : « La police organise souvent des campagnes d'affichage autour des violences domestiques dans le métro ou les gares. (...) On pourrait simplement insérer sur ces affiches un code-barres que les gens n'auraient qu'à scanner. » Une autre technique baptisée « porte graphique secrète » permet d'accéder à une adresse web

cachée dans une image banale afin d'accéder au service d'aide.

Toutes ces applications s'accompagnent d'un système de nettoyage sélectif de l'historique qui permet de supprimer au bout de vingt minutes toute trace de navigation sur des sites de soutien référencés par les chercheurs ou comportant certains mots-clés en rapport avec les violences conjugales. « Un historique complètement vide serait suspect. Tout ce qui n'est pas associé aux violences domestiques reste en place », dit Budi Arief.

Cette suite logicielle encore en développement ne sera pas diffusée à grande échelle avant plusieurs mois, en raison du caractère sensible du sujet. « Si quelque chose tournait mal, les personnes concernées subiraient des conséquences bien réelles. Nous effectuons pour l'instant nos tests en milieu contrôlé », résume Budi Arief. Durant le temps de mise au point de tels dispositifs et face au risque de dysfonctionnement ou de découverte de ceux-ci par les agresseurs, l'équipe travaillera en étroite collaboration avec les centres de soutien et les services de police afin d'apprendre aux victimes à s'en servir du mieux possible.

Pour l'heure, l'équipe s'efforce toujours d'élargir sa palette en incluant dans ses services un système de géolocalisation qui permet de proposer aux victimes le site Internet de l'association la plus proche, ou encore en élaborant un système d'appel au secours en cas de menace imminente. Elle tente également d'étendre sa collaboration au plan international, notamment en France, avec la technopole niçoise Sophia Antipolis.

Enfin, les chercheurs songent à adapter ces technologies, jusque-là centrées sur la lutte contre les violences domestiques, à d'autres groupes souvent exposés - *whistleblowers* (« lanceurs d'alertes »), policiers infiltrés ou encore dissidents politiques. ■

Publicité

## La Viniférine, l'anti-taches 62 fois plus puissant que la vitamine C\*.



■ Dans la sève de vigne, l'actif naturel le plus efficace contre les taches. Autrefois dans les vignobles, les jeunes femmes utilisaient la sève des sarments de vigne pour atténuer les taches et éclaircir leur teint. Le résultat était spectaculaire : une peau sans taches, un teint lumineux...

■ La Viniférine, 62 fois plus efficace que la vitamine C\* contre les taches. De ce remède ancestral, la Recherche Caudalie est parvenue à isoler le principe actif naturel pur : la Viniférine. 62 fois plus puissante que la vitamine C\*, cette molécule brevetée a une activité exceptionnelle sur l'éclat et tous les types de taches (soleil, âge, tabac, dérèglements hormonaux...). 100% naturelle, elle convient à toutes les peaux, même les plus sensibles et à toutes les carnations.

■ N°1 en pharmacie\*\*.

Véritable concentré de Viniférine, le Sérum Vinoperfect est un anti-taches exceptionnel qui s'utilise en traitement ou en prévention. Il réduit les taches existantes et prévient l'apparition de nouvelles taches. Non dépigmentant, non photosensibilisant, il peut s'utiliser sur l'ensemble du visage, pour tous les types de taches, même sous une crème solaire. C'est pour cela que le Sérum Vinoperfect est aujourd'hui un produit culte, n°1 en pharmacie depuis 2008\*\*.

CULTIVONS LA BEAUTÉ

CAUDALIE  
PARIS

\* Test in vitro sur l'action inhibitrice de la Viniférine sur la tyrosinase.  
\*\* Source IMS France, de 2008 à 2012, en valeur.

Demandez conseil à votre pharmacien.  
www.caudalie.com

# Alcool & jeunes

## Des risques sans modération

SANTÉ PUBLIQUE

Les dernières statistiques sont formelles : les jeunes boivent plus, plus tôt, plus vite. La recherche commence à mesurer les conséquences de ce phénomène de « binge drinking », symptôme, selon les spécialistes, d'une époque marquée par le zapping permanent

SANDRINE CABUT ET PASCALE SANTI

Ce matin-là, Romane, alors âgée de 14 ans, a cours à 9 heures. C'est l'anniversaire d'une copine. « Pour le fêter, on est allés dans le bois derrière le collège avec quatre bouteilles, on était trois », raconte cette jolie jeune fille, qui vient de fêter ses 16 ans. Vodka, whisky, rhum... elle a beaucoup bu. A jeun. Elle a aussi fumé du cannabis. Appelée par le collège, sa mère l'amène aux urgences. Romane (tous les prénoms ont été changés) se réveille six heures plus tard. Coma éthylique.

Romane est loin d'être un cas isolé. Dès 15 ans, neuf jeunes sur dix ont bu de l'alcool, selon les enquêtes de l'Observatoire français des drogues et des toxicomanies (OFDT). Si la consommation quotidienne reste rare dans ces tranches d'âge, les épisodes d'ivresse et les alcoolisations ponctuelles importantes augmentent, selon le dernier rapport de l'OFDT « Drogues et addictions », rendu public mardi 28 mai. Ainsi, plus d'un jeune de 17 ans sur deux (53%) a connu des épisodes d'alcoolisation ponctuelle importante durant le mois en 2011, contre 46% en 2005.

**« Même ceux qui boivent peu fréquemment boivent plus intensément »**

STANISLAS SPILKA

statisticien à l'Observatoire français des drogues et des toxicomanies

L'alcool reste la substance psychoactive la plus consommée en France. Sa consommation a certes beaucoup diminué ces dernières décennies (elle baisse de 1,7% par an depuis 1960), mais les acteurs de terrain, médecins et psychologues, dressent un constat unanime : les jeunes boivent de plus en plus tôt et de plus en plus massivement. Autant d'éléments qui montrent une modification des modes de consommation. « Même ceux qui boivent peu fréquemment boivent plus intensément », indique Stanislas Spilka, statisticien à l'OFDT.

C'est ce qu'on appelle le *binge drinking*, appellation venue d'outre-Manche au début des années 2000, traduit par « biture express » ou « alcool défoncé ». Boire beaucoup (plus de quatre à cinq verres en moins de deux heures) et très vite. « Jusqu'ici, on était sur un mode latin, alcool à table, on va vers un mode proche de la Grande-Bretagne avec des pratiques d'alcoolisation intense. On observe une européanisation de la manière de boire », explique François Beck, responsable du département des enquêtes de l'Institut national de prévention et d'éducation pour la santé (Inpes).

« Lorsque j'étais interne il y a trente ans, les comas éthyliques c'était les clochards, je n'avais jamais vu un ado », explique le docteur Xavier Pommereau, psychiatre au centre Abadie, chef du pôle aquitain de l'adolescent (CHU de Bordeaux). Son service, le pre-

mier à prendre en charge des jeunes gens suicidaires, a ouvert il y a vingt ans. La moyenne d'âge, de 17 ans en 1992, est de 15 ans aujourd'hui. Et il y a 70% de filles. Ce mercredi d'avril, six jeunes filles de 15 à 18 ans participent au groupe de parole, elles ont toutes été hospitalisées, à un moment, dans le service du docteur Pommereau pour un souci lié à l'alcool. Objectif : les faire s'exprimer, en essayant de comprendre pourquoi elles boivent. Toutes ou presque disent : « Pour tout oublier, parce qu'on a des soucis... »

« Enfant de l'image et du zapping, cette génération a du mal à supporter l'attente, le différé. C'est tout tout de suite ou rien. Ce sont des consommateurs, habitués à prendre et à jeter. Ils zappent tout le temps, passent d'un monde à l'autre, sur la Toile, dans les jeux vidéo », analyse le docteur Pommereau. C'est la stimulation permanente. En semaine, ils sont en mode « prise de tête », avec des contraintes et une énorme pression scolaire et familiale sur fond de mésentente, de séparation... A cela s'ajoute le discours des adultes, très pessimiste, qui brosse une vision négative de l'avenir. Le but, en buvant, est « de faire cesser la prise de tête, de se lâcher », poursuit le psychiatre.

Parmi les jeunes buveurs, il n'est pas simple de repérer ceux qui le font pour se désinhiber (alcool convivial) et ceux qui veulent



Les études sur des modèles animaux montrent que l'alcool peut altérer des structures cérébrales comme l'hippocampe, impliqué dans les processus d'apprentissage et de mémorisation.

INSERM/PATRICE LATRON

### Le piège de la première gorgée de bière

Goût, odeurs, images, habitudes... L'envie de boire est étroitement liée à notre sensibilité à des stimuli sensoriels et environnementaux. Mais nous ne réagissons pas tous de la même façon à ces signaux, selon une étude récente publiée dans la revue *Neuropsychopharmacology*. Quarante-neuf étudiants consommateurs de bière ont reçu par vaporisation sur la langue une faible dose (15 ml) de leur bière habituelle, tandis que leur activité cérébrale était mesurée par tomographie par émission de positons (PET Scan). L'expérience a été renouvelée avec du Gatorade. Le cerveau des participants a associé le goût de la bière au plaisir de l'alcool et ce sans même en avoir les effets, vu la quantité infime administrée – ce qui n'a pas été le cas avec la boisson énergisante. Il a libéré de la dopamine, un neurotransmetteur impliqué dans la sensation de plaisir, qui joue un rôle prépondérant dans les phénomènes d'addiction. La réponse en dopamine a été plus importante chez les participants ayant des parents alcooliques proches. Une histoire familiale d'alcoolisme double le risque de dépendance, selon les auteurs de l'étude.

se couper des réalités. Le fait de boire beaucoup de façon répétée révèle souvent une détresse psychologique, assimilée à de l'autodestruction, qui peut parfois conduire au suicide.

« Les motivations de l'alcoolisation juvénile sont nombreuses et variées, que l'on se réfère à l'anthropologie (ancrage culturel du boire, rite de passage de l'adolescence à l'âge adulte) à la psychologie (mal-être et désir de transgression), à la sociologie (baisse de l'influence des parents...) », expliquent François Beck et Jean-Baptiste Richard dans un article publié dans la revue *Agora*, en janvier. Toutefois, ils tempèrent : « Les jeunes ayant un problème avec l'alcool ne sont pas représentatifs de l'ensemble puisqu'ils sont une faible minorité. » « Mais ce qui est nouveau et très préoccupant, ce sont la quantité, le très jeune âge et la proportion de filles qui augmente, et qui se mettent en danger », ajoute le docteur Pommereau.

Pour les six jeunes filles de 15 à 18 ans présentes ce jour-là au centre Abadie, le scénario est classique : « On va à une soirée, la première chose à laquelle on pense c'est quelles bouteilles on va acheter », raconte Fleur. Vodka, rhum, whisky, tequila, sans oublier les jus de fruit ou les sodas, qu'elles appellent les « diluants » ! Les « Premix », alcopops, mélange d'alcool fort, masqué par des

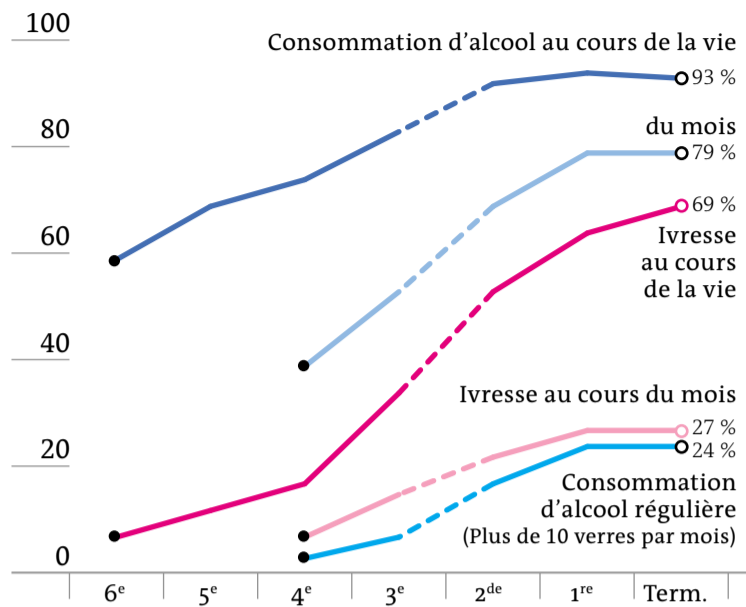
ajouts de sucre, font florès. Le marketing vise directement les jeunes, tout comme les boissons énergisantes.

« On commence à 20 heures, on teste un peu tout, on fait des parties de cartes, au cours desquelles, lorsqu'on perd, on boit un verre. Au final, on est cramé », explique Iris. « Pour mes parents, une cuite c'est être gai. Pour nous ce n'est pas pareil, on est cramé, mort, déchiré, défoncé », avoue Claire, âgée de 16 ans. Elles fument aussi. Il est très rare de voir un jeune qui n'a qu'une seule conduite addictive. « Avantage » de la vodka : l'ivresse est obtenue en seize minutes chrono. Les rassemblements dans des lieux extérieurs (rue, parcs, plages...), souvent orchestrés par les réseaux sociaux, sont propices à l'alcoolisation.

De même, pour ces fêtards du dimanche matin, difficile de concevoir la fête sans alcool, ou plutôt sans défoncé, ce 19 mai, à 9 heures, sur le Montecoso, une barge située quai de la Rapée, dans le 12<sup>e</sup> arrondissement de Paris, où ils viennent pour danser sur des rythmes électro, pour le « Weather Festival », organisé par le collectif Concrete. Arrivés bien imbibés, Arnaud, Thomas... et trois autres jeunes, entre 20 et 25 ans, en sont à leur cinquième shot – petit verre avalé cul sec – Jäger Bomb, un mélange de Jägermeister – liqueur à base de plan-

## De nouveaux modes de consommation

Une initiation dès le collège, en %

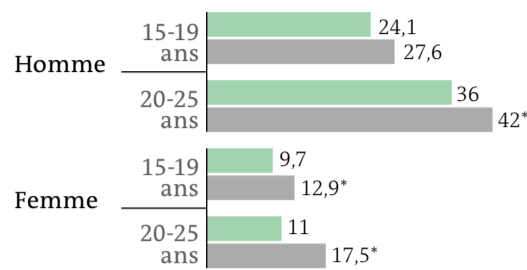


SOURCES : HBSC, ESPAD, OFDT, INPES

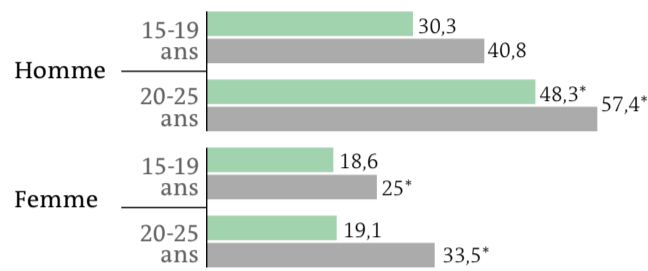
Banalisation de l'alcoolisation excessive, en %

2005 2010

Consommation ponctuelle importante (plus de 5 à 6 verres) au cours d'un mois



Ivresse (au moins une fois au cours de l'année)



\* Statistiquement significatif

## Chiffres

**30%** C'est le taux d'augmentation des hospitalisations liées à l'alcool en France entre 2009 et 2011, tous âges confondus. Les séjours les plus courts sont ceux qui ont le plus progressé.

**49 000 personnes** sont mortes en France de maladies liées à l'alcool en 2009, selon une étude publiée le 4 mars dans *European Journal of Public Health*. Près d'un quart (22%) des décès prématurés chez les 15-34 ans sont dus à une surconsommation d'alcool.

**4% des décès mondiaux** (2,5 millions par an) sont dus à l'alcool, selon un rapport de l'Organisation mondiale de la santé publié en 2011. La proportion grimpe à 9% chez les 15-29 ans.

**12,3 litres** C'est la consommation annuelle d'alcool pur en France chez les individus de plus de 15 ans (chiffres 2009). En 1960, elle s'élevait à 26 litres.

tes médicinales (35°) – et de Red Bull, en une heure ou deux.

Pour Rémi, 23 ans, impossible de penser une soirée sans alcool et MDMA (ecstasy). « J'en prends, c'est l'extase. Tu parles, tu ris, tu t'éclates, comment faire sans ? », demande-t-il. Même s'il reconnaît être dans un état dépressif quand il arrête. Pour Pablo, 22 ans, dont le visage est auréolé de poudre blanche, il dit être « buté » de soirée en soirée. Magali, bienveillante pour Fêtez clairs, collectif de prévention, distribue capotes, boules Quies, dépliantes...

« On est dans une société addictogène, qui incite à démultiplier les sensations fortes. C'est devenu la règle. Cette société met en avant la notion d'individu plutôt que la notion de groupe. Elle valorise la réponse "instantanée et intense", donc celle d'une substance comme l'alcool. On est aussi dans une société de la performance. Enfin, c'est une société de grande disparité économique. Autant de points qui convergent et qui expliquent ce phénomène », analyse Jean-Pierre Couteron, psychologue clinicien, président de la Fédération Addiction.

Les effets de l'alcool sont nombreux. Quand on demande aux jeunes filles ce qui se passe dans les soirées en terme de sexualité, la réponse est instantanée : « Hop hop hop ! », plaisante Fleur. « Tout le monde se chope tout le monde », dit spontanément Romane. Les effets de l'alcool amènent à ne pas se protéger lors de rapports sexuels. Conséquences : VIH, IST, grossesses, avortements... sans parler des violences sexuelles. Ils se prennent souvent en photo, parfois se filment... pour partager leurs expériences. Ils minimisent les risques, notamment sur la route. Près d'un jeune sur quatre (39,8%) tué sur la route en 2010 l'a été dans un accident lié à l'alcool. Les conséquences sont souvent dramatiques (accidents domestiques, bagarres...).

Les conséquences à long terme du binge drinking sur la santé sont tout aussi inquiétantes. Des chercheurs français ont ainsi montré que les bitures du week-end sont associées à un risque deux fois plus élevé d'infarctus du myocarde qu'une consommation de la même quantité d'alcool répartie sur la semaine. De plus, des lésions peuvent se constituer rapidement, comme le suggère une étude publiée en ligne, le 23 avril, dans le *Journal of the American College of Cardiology* : des modifications des cel-

**« On est dans une société addictogène, qui incite à démultiplier les sensations fortes. C'est devenu la règle »**

JEAN-PIERRE COUTERON  
psychologue clinicien

lules de la paroi des vaisseaux sanguins prédisposant aux maladies cardiovasculaires chroniques sont observées chez des étudiants de 18-25 ans, adeptes des bitures express depuis le collège.

En Angleterre et au Pays de Galles, où le phénomène a commencé il y a bien plus longtemps qu'en France, les décès dus à des maladies du foie – principalement cirrhoses – causées par l'alcool grimpent en flèche depuis vingt ans (2 500 en 1987, 6 300 en 2010), alors que cette cause de mortalité est en régression dans les autres pays d'Europe.

## En milieu festif, ne pas juger et réduire les risques

Que dire aux adolescents pour prévenir les usages abusifs d'alcool ? Que doivent faire les parents lorsque les comportements sont addictifs ? « Face à l'évolution très significative de la façon dont les jeunes rencontrent l'alcool, il faut qu'on s'y prenne autrement », lance Jean-Pierre Couteron, psychologue clinicien et président de la Fédération Addiction. Les messages sur les dangers ne fonctionnent pas, tout comme les discours moralisateurs. « Cela ne sert à rien de dire aux jeunes que c'est dangereux », expliquent Marguerite Arène et Catherine Jouaux de la mission prévention des toxicomanies de la Mairie de Paris.

D'autant plus que l'alcool est un produit banalisé, accessible, associé à la fête, quelle qu'elle soit. « Il y a une hypocrisie majeure des pouvoirs publics. Tout est organisé pour faire boire les jeunes. C'est malheureux qu'on n'ait pas pu restreindre la publicité pour l'alcool sur Internet », regrette M. Couteron. Il faut donc préparer les ados à anticiper, à accompagner les premières expériences. « Les consommations d'alcool massives et répétées chez les moins de 15 ans ne doivent surtout pas

être banalisées et doivent alerter les parents, afin d'aller consulter », prévient le docteur Alain Rigaud, psychiatre, président de l'Association nationale de prévention en alcoologie et addictologie. « Entre 15 et 18 ans, les parents doivent ouvrir le dialogue et être attentifs si les adolescents sont dans le déni », poursuit-il. A fortiori s'ils constatent une baisse des activités, des résultats scolaires, etc.

Si de nombreux parents se disent désemparés, certains jeunes ne comprennent pas comment leurs géniteurs ne s'aperçoivent pas qu'ils mentent. Certains attendent secrètement une réponse de leur part. Paradoxe : si les parents trouvent leur ado avec un joint, ils penseront la plupart du temps qu'il a un problème ; s'il rentre ivre, ils ne s'inquiéteront pas forcément.

Dans tous les cas, il faut tenter de réduire les risques, notamment dans les espaces festifs. Par exemple, dans le département des Landes, « on donne des conseils – ne jamais rester seul, désigner un conducteur responsable », souligne Didier Spinhirny, directeur de l'association La Source Landes Addictions, à Mont-de-Marsan.

« On n'est jamais dans le jugement », insiste Franck, intervenant du collectif Fêtez clairs, qui réunit des associations, sous l'égide de la Mairie de Paris, sur des lieux festifs de la capitale. « Le but est de réduire les risques : organiser des endroits calmes, des chill out –

**« Il y a une hypocrisie des pouvoirs publics. Tout est organisé pour faire boire les jeunes »**

JEAN-PIERRE COUTERON  
psychologue

espaces mobiles de prévention inspirés des rave parties –, avoir de l'eau à disposition », poursuit-il. A certains endroits, l'eau des toilettes est chaude ou non potable.

« La période de l'adolescence est celle des expérimentations, il faut être dans la vigilance bienveillante », explique Edwige Picard, psy-

chologue à l'association Douar Nevez à Ploërmel (Morbihan). Souvent, cela renvoie les familles à leur propre consommation.

Pour faire passer leurs messages, les spécialistes ont recours à des outils qui plaisent aux jeunes, comme un *serious game*, que l'équipe de Xavier Pommereau (CHU de Bordeaux) est en train de préparer, ou à travers des films. La Mairie de Paris a lancé, début 2010, un concours autour de l'alcoolisation excessive, le genre étant le film d'horreur. Plus de 100 films ont été reçus pour cette campagne de promotion, intitulée « The binge, trop boire c'est le cauchemar ». Un DVD rassemble les 19 meilleurs films.

Les experts sont unanimes : éviter de boire avant l'âge de 15 ans est impératif. « Il faut aider les jeunes à dire non, mais aussi leur donner des astuces pour ne pas avoir à dire oui (refus au nom d'interactions avec des antibiotiques ou parce qu'on a déjà fait la fête la veille...) ». Et ils ne doivent pas hésiter à appeler leurs parents même s'ils sont saouls », explique M. Couteron. Et lorsque des adolescents organisent une fête, un adulte doit être à proximité. ■

S. CA. ET P. SA.

exemple). Et cela fonctionne : les animaux appuient frénétiquement sur la pédale, extrêmement motivés pour boire encore et encore.

« Les rats exposés dès l'adolescence sont plus vulnérables à l'alcool et perdent le contrôle de la consommation. Ce comportement serait lié à une atteinte d'une partie du noyau accumbens, qui joue un rôle dans les phénomènes d'addictions », précise Mickaël Naassila, qui a récemment publié ces résultats dans la revue *Neuropharmacology*. Dans le cadre d'un projet européen, Alcobinge, l'équipe d'Amiens étudie aussi l'impact du binge drinking sur les fonctions cognitives d'une centaine d'étudiants, en collaboration avec une équipe britannique. Résultats attendus début 2014. ■

SUR LE WEB

LE GROUPE DE RECHERCHE DE MICKAËL NAASSILA, À AMIENS  
[www.u-picardie.fr/decouverte/sante/pagesliees/grap/](http://www.u-picardie.fr/decouverte/sante/pagesliees/grap/)

L'ADDICTOLOGUE PHILIPPE ARVERS  
<http://p.arvers.free.fr/forum/>

L'OBSERVATOIRE FRANÇAIS DES DROGUES ET DES TOXICOMANIES  
[www.ofdt.fr](http://www.ofdt.fr)

L'INSTITUT NATIONAL DE PRÉVENTION ET D'ÉDUCATION POUR LA SANTÉ

[www.inpes.sante.fr](http://www.inpes.sante.fr)

À LIRE

« PROMIS, DEMAIN J'ARRÊTE ! » par le docteur Amine Benyamina et Marie-Pierre Samitier (Michel Lafon, 284 p., 17,95 €).

## Mettre la culture en chiffres

LE LIVRE

La numérisation des livres promet de nouvelles manières de faire de l'histoire ou de la psychologie

DAVID LAROUSSIERE

C'est le déluge. Il pleut des données comme à Gravelotte : le total des informations numériques pèserait déjà un zettaoctets, soit 1 000 milliards de gigaoctets (ou  $10^{21}$ ), estiment les auteurs de *Culturomics*, livre consacré à l'analyse des grandes masses de données. Jean-Paul Delahaye et Nicolas Gauvrit constatent aussi que c'est déjà dix fois plus que l'information stockée sur papier et que la croissance continue grâce aux smartphones, tablettes et ordinateurs plus classiques.

Pour saisir les contours de ce nouveau monde numérique et l'explorer, ces auteurs proposent de commencer par recourir à un outil baptisé « culturomics », par analogie avec la génomique ou la protéomique... Il a été mis au point par des chercheurs de Harvard, en partenariat avec Google, et exposé dans *Science* le 14 janvier 2011. Cette technique d'analyse quantitative de la culture permet de traiter l'information contenue dans 5 millions de livres publiés depuis 1800. Dans ce corpus de 500 milliards de mots dont la majorité se répètent évidemment plusieurs fois, la fréquence d'apparition de chacun d'entre eux est calculée chaque année et accessible sur le site [culturomics.org](http://culturomics.org).

### Evolution de l'usage des mots

Comme tout internaute, les deux auteurs mathématiciens ont « joué » et observé l'évolution de l'usage des mots. Quel chiffre utilise-t-on le plus ? Écrit-on davantage le mot guerre que paix, amour que haine, bien que mal... ? Quels sont les mots les plus fréquents pour désigner un arbre ou un oiseau ?

Outre ces questions psychologiques, les auteurs s'intéressent à l'histoire : quand apparaît un mot (GPS, informaticien...) et quand disparaît-il (apothicaire, épinglier...) ? Les Gaulois sont-ils plus cités que les Arvernes ou les Carnutes ? Ils testent aussi différentes insultes, la persistance de fautes d'orthographe, l'apparition de concepts mathématiques...

Assez souvent, les « découvertes » confirment ce que des spécialistes, avec d'autres outils, avaient déjà mesuré. D'où peut-être une certaine déception du lecteur. Mais les essais appellent d'autres essais, et l'envie est grande de conduire ses propres expériences. Tout en gardant en tête que l'interprétation doit rester prudente. Une erreur typographique dans la base conduit ainsi à une apparition d'Internet au... XIX<sup>e</sup> siècle.

Afin d'affûter cette vigilance, les deux auteurs ajoutent deux chapitres originaux. L'un expose les effets pervers des mesures quantitatives pour l'évaluation de la recherche en recourant aux bases de données bibliométriques. L'autre explique une loi étrange, dite de Benford, qui fait que pour certaines séries de nombres le chiffre 1 apparaît plus souvent que le chiffre 2, lui-même plus fréquent que 3... Cette loi peut servir à repérer des erreurs, comme lors d'élections.

On regrettera finalement que seul un petit volet de ce qui est désormais appelé le Big data soit abordé. En se concentrant presque exclusivement sur l'outil « culturomics », les auteurs n'exposent pas les fantastiques défis mathématiques et informatiques que posent la collecte, le stockage, l'analyse et la représentation de ces quantités énormes d'informations. ■

*Culturomics*, de Jean-Paul Delahaye et Nicolas Gauvrit (Odile Jacob, 224 p., 22,90 €).

## Exposition

### « Les Petits Labos de l'archéo »

Le Musée archéologique de Vieux-la-Romaine (Calvados) consacre une exposition à ces disciplines qui mobilisent la radioactivité naturelle ou le magnétisme terrestre pour mieux dater les objets arrachés au passé. Organisée par le service archéologie du conseil général du Calvados, l'exposition propose une immersion dans les archéosciences grâce à des expérimentations, des manipulations, à la croisée des sciences humaines et des sciences physiques.

> Jusqu'au 10 novembre.  
Informations : 02-31-71-10-20 ou [vieuxlaromaine@calvados.fr](mailto:vieuxlaromaine@calvados.fr)

## Le chercheur le plus énervé de l'histoire



IMPROBABLOGIE

### Pierre Barthélémy

Journaliste et blogueur  
([Passeurdessciences.blog.lemonde.fr](http://Passeurdessciences.blog.lemonde.fr))  
(PHOTO: MARC CHAUMEIL)

Au Panthéon de la science improbable, une place de choix est réservée à John Trinkaus. Aujourd'hui à la retraite, cet ancien professeur de management dans une école de commerce new-yorkaise a commis une

centaine d'articles dont aucun ne se rapporte à sa discipline. A quoi a-t-il consacré ses recherches personnelles pendant des décennies ? A ce qui l'énervait ! Parus dans deux revues (*Psychological Reports* et *Perceptual and Motor Skills*), ses travaux dessinent en creux le fantastique portrait d'un grincheux, principalement horripilé par l'incivilité croissante de la société.

Le grand œuvre de John Trinkaus est l'étude du respect des panneaux « Stop » à un carrefour de son quartier. Il lui a consacré sept articles (cinq pour les automobilistes et deux pour les cyclistes) en l'espace de dix-sept ans. Lorsqu'il publie le dernier, en 1997, l'homme est plus que déconfit : seulement 1 % (contre 37 % au début des années 1980) des conducteurs marquent un arrêt total devant le panneau tandis que les autres le passent au ralenti, voire à vitesse normale.

Et ces gourgandins à roulettes qui se garent sur les places réservées aux handicapés ou aux pompiers ? Il les compte. Et ces fainéants qui ne nettoient pas le toit de leur auto de la couche de neige, au risque que celle-

ci s'abatte sur le pare-brise du conducteur qui les suit ? Idem. John Trinkaus, posté à un autre carrefour, observe aussi que de moins en moins d'automobilistes se rangent sur le côté droit de la chaussée lorsque la sirène d'un véhicule d'urgence retentit... et ça l'énervé !

Pendant dix ans, il se rend régulièrement dans un cabinet médical pour mesurer le temps d'attente des bien nommés patients. Résultat : vingt-quatre minutes en moyenne. Le neurologue est le plus long et l'urologue le plus rapide (on en tirera les conclusions qu'on voudra).

Mais, pour John Trinkaus, ce temps perdu est une charge pour la société puisque, en 1985, date à laquelle son étude paraît, ces retards cumulés, multipliés par le nombre annuel de consultations et le tarif horaire moyen, représentent un manque à gagner de 2,4 milliards de dollars pour les Etats-Unis. Et ça l'énervé !

Autre lieu d'étude et d'agacement : le supermarché. Sont comptés les incidents retardant le passage en caisse, les clients qui trichent à la caisse « dix articles maximum » et les

enfants grognons alors qu'on les emmène voir le Père Noël.

John Trinkaus ne semble pas non plus aimer les attachés-cases. A la sortie du train de banlieue, il dénombre les passagers qui en portent un pour se donner l'air important. Il compte ceux qui les ouvrent à l'envers, et passe aussi quatre ans à obtenir, auprès de 100 quidams, la combinaison à trois chiffres de la serrure, pour s'apercevoir que 73 % d'entre eux ont conservé le 0-0-0 d'origine, preuve sans doute ultime que l'objet parallélépipédique est stupide et inutile.

John Trinkaus déplore la baisse de l'usage du mot « oui » au profit des « absolument » et « tout à fait », qu'il note à la télévision. Il ne comprend pas ceux qui portent des tennis blanches (oui, pourquoi blanches ?) ou qui mettent leur casquette de baseball à l'envers. Il constate que, dans les églises catholiques, on ne donne plus sa pièce pour allumer un cierge.

Enfin, John Trinkaus note que quand les météorologues prévoient une tempête de neige, ils se trompent souvent sur l'heure à laquelle elle se déclenche et sur l'épaisseur de la couche neigeuse. Et ça l'énervé. ■



### L'amplexus, Kama-sutra batracien

A 2 000 mètres d'altitude dans les Alpes, la grenouille rousse se reproduit, alors que les conditions sont rudes, que la glace et la neige subsistent encore. Etant la seule à vivre en altitude, elle passe l'hiver au fond des lacs, où l'eau ne gèle pas, et en sort au printemps. Le mâle, plus petit

que la femelle, s'accroche à elle avec ses pattes et l'enserme puissamment : c'est la technique d'accouplement nommée amplexus. Cyril Ruoso, lauréat du prix photo du Muséum en 2012, dévoile cette « Planète Grenouille » jusqu'au 15 septembre au Jardin des plantes, à Paris. (PHOTO: CYRIL RUOSO)

## Cours en « globish » ? Non, merci



LES COULISSES DE LA PAILLASSE

### Marco Zito

Physicien des particules,  
Commissariat à l'énergie atomique  
et aux énergies alternatives  
(PHOTO: MARC CHAUMEIL)

Dans quelle langue dispenser les cours universitaires ? Le débat a été déclenché par une disposition du projet de loi Fioraso qui ouvre un peu plus les portes de l'université à l'anglais. Pour ses partisans, cela pré-

parerait mieux les étudiants à travailler dans un monde globalisé où l'anglais est la langue courante. Cela permettrait aussi d'attirer plus d'étudiants en provenance des pays émergents, comme la Chine ou l'Inde, qui seraient aujourd'hui repoussés du fait de la barrière linguistique.

Je voudrais soutenir, ici, un point de vue opposé. Il ne s'agit pas de se retrancher derrière une défense aveugle du français à coup d'interdits (j'utilise moi-même au quotidien l'anglais dans ma vie de chercheur), mais de comprendre où cette évolution pourrait mener.

Un des arguments avancés en faveur de la nouvelle loi est le développement des coopérations internationales et européennes en particulier. Noble cause. Toutefois il ne s'agit pas de l'objectif principal de l'université qui reste celui de former des étudiants de ce pays, donc francophones. Si les étudiants ont du mal à s'adapter à l'anglais, c'est que leur formation initiale et leur pratique de cette langue devraient être renforcées, au niveau du cursus scolaire.

Y remédier au niveau universitaire n'est pas la bonne solution. Si l'en-

seignement universitaire en anglais devait se généraliser, cela constituerait un handicap supplémentaire pour ceux qui n'ont pas pu bénéficier d'un soutien extrascolaire (cours particuliers, voyages et séjours à l'étranger).

Cette évolution pourrait être favorable aux enfants d'une élite sociale qui sont déjà aujourd'hui majoritaires parmi les étudiants. Ceux qui n'en font pas partie, et ne maîtrisent que le français, resteraient derrière. Un pas de plus vers une société à deux vitesses, avec une élite globalisée, qui détient la richesse, le pouvoir et le savoir, qui pense la « pensée unique » et possède une langue globale.

Un deuxième argument qui me tient à cœur est celui de la langue. Derrière la proposition de l'anglais et même de sa version globalisée, le *global english* ou « globish », pour les cours universitaires, il y a une conception de la langue comme véhicule de communication neutre. Or c'est loin d'être le cas. On sait en philosophie que certains concepts, pensons à Hegel ou à Heidegger, sont difficilement traduisibles. Cela

signifie qu'on ne pense pas le monde de la même façon en français ou en japonais. La langue permet d'appréhender la réalité à travers des concepts qui ont une épaisseur et une histoire. Loin d'être une faiblesse, c'est une richesse pour la recherche, y compris pour les sciences dures. Réduire la recherche au globish, c'est l'appauvrir.

Pendant presque un millier d'années, le latin était la langue du savoir et de l'université. A partir de la Renaissance, des intellectuels ont eu l'audace d'écrire dans les langues du peuple, par exemple en français ou en italien. Pensons à Rabelais, Montaigne ou Galilée. C'était s'adresser à de nouvelles classes sociales, rapprocher la culture, y compris celle scientifique, du peuple, la féconder par une circulation d'idées élargie.

Depuis, les sciences ont prospéré et avancé grâce à ces échanges, multiculturelles et multilinguistiques. Le globish à l'université marquerait un retour en arrière de plusieurs siècles, avec une nouvelle fracture entre le savoir et la majorité de la population. La science et la société ont tout à y perdre. ■

DAVID LAROUSSIERE

En août, le couple de scientifiques Kim et Jean Tran Thanh Van va ajouter une nouvelle ligne à un CV déjà bien rempli. Bien que retraités du Centre national de la recherche scientifique (CNRS) depuis plus de dix ans, ils iront inaugurer dans leurs pays d'origine, le Vietnam, un Centre international de congrès. Fièremment, le couple dévoile son programme et le plan harmonieux de ce lieu destiné « à faire du Vietnam un point de ralliement pour la science et la technologie dans la région », explique Jean. Neuf Prix Nobel de physique seront présents, ainsi que des porte-parole des grandes expériences de physique qui ont fait l'actualité depuis un an : l'Organisation européenne pour la recherche nucléaire (CERN) avec la quête du boson de Higgs grâce aux instruments CMS et Atlas, et Planck pour les images d'un Univers 380 000 ans après le Big Bang.

Quelques jours auparavant, des spécialistes de la gravitation, de la cosmologie ou des nanosciences auront essayé les plâtres de l'auditorium (300 places) et de la salle de conférences (100 places), installés sur un terrain de 20 hectares, en bord de mer et de rizières sur la commune de Quy Nhon, au centre du pays.

Devant ce plateau de chercheurs, on réalise que les deux chevilles ouvrières, sous leurs airs souriants et modestes, sont de grands organisateurs avec un sacré carnet d'adresses. « Avec presque rien, on peut tout faire. Nous avons la foi !, disent-ils quand on leur demande leur secret. Notre qualité, c'est l'inconscience. Nous croyons à des choses hautes et cherchons toujours plus. » Leur force de conviction a permis d'obtenir de la région le terrain gratuitement. L'architecte, Jean-François Milou, se fait seulement défrayer. Même le maître d'œuvre leur a fait des facilités. « Pour la suite, nous verrons », explique Jean en montrant les plans d'une résidence, d'un hôtel, de terrains de sport, d'un planétarium...

« Nous labourons, nous ramassons la terre et nous progressons », résume Kim. Leur méthode, éprouvée depuis près de cinquante ans, fonctionne. Ils sont en effet connus pour avoir mis sur pied, en 1966, un nouveau type de conférences, les Rencontres de Moriond, qui rassemblent aujourd'hui, chaque mois de mars aux Arcs (Savoie), près de 400 intervenants. Cette année, CMS et Atlas y ont exposé leurs derniers résultats sur le boson découvert en 2012.

« En 1965, nous cherchions à passer des vacances à la montagne. Comme le prix était à cette période le même pour quinze jours ou un mois, nous avons réservé le mois pour l'année suivante. Alors pour occuper mes amis physiciens, on a voulu mélanger le travail et le plaisir et favoriser l'échange entre théoriciens et expérimentateurs », se souvient Jean, lui-même physicien des

**« Notre qualité, c'est l'inconscience. »**

**Nous croyons à des choses hautes et cherchons toujours plus »**

particules à Orsay. « L'autre caractéristique est la place accordée aux jeunes car ce sont eux qui font les exposés », précise Jean. « On était avant 1968 et c'était révolutionnaire ! », ironise Kim. Cette biologiste lancera la même idée dans son domaine avec les Rencontres de Méribel (Savoie).

« Les échanges pendant la pause de l'après-midi, sur les skis ou à l'hôtel, ce n'est pas de la blague !, explique Jean-Marie Frère, physicien de l'Université libre de Bruxelles, devenu coorganisateur de ces Rencontres. Aborder les gens dans



PHILIPPE MAZZONI POUR LE MONDE

## Kim et Jean Tran, mariés avec la science

Portrait | Ce couple de chercheurs retraités construit au Vietnam, son pays d'origine, un centre de conférences scientifiques

ce cadre est plus facile. Souvent les jeunes chercheurs y ont donné leurs premiers exposés devant de plus chevronnés qu'eux. »

Michel Spiro, ex-président du conseil du CERN, fut l'un d'eux. « Ce fut assez rocambolesque car j'ai donné mon exposé après être descendu en rappel d'un télésiège en panne, raconte-t-il. Plus sérieusement, on doit aux organisateurs d'avoir créé un "esprit Moriond". Ils ont le souci du moindre détail, depuis le logement, les repas, en passant par les invitations. Ils font tout en disant qu'ils ne font rien. » Ce sont des visionnaires et des travailleurs acharnés. Au début, c'est difficile de travailler avec eux car ils ont un coup d'avance », se souvient Nicole Ribet, ingénieure d'études du CNRS à la retraite, qui a assuré le secrétariat au début des Rencontres de Moriond. « Je ne suis pas un chef. Je suis un simple soldat », tempère Jean.

La volonté des Tran ne s'est pas arrêtée là. En 1989, ils lancent les Rencontres de Blois, au château de la ville, pour ouvrir la réflexion scientifique à un plus large public, mais aussi sur des thèmes plus variés et toujours avec des invités prestigieux. Cette année, ces rencontres s'achèvent le 31 mai sur le thème de la cosmologie et de la physique des particules.

Peu après, ils ont créé les Rencontres du Vietnam avec le même « esprit Moriond », dans le but de développer les échanges scientifiques et

éducatifs entre le Vietnam et le reste du monde. Ils ont aussi introduit les méthodes pédagogiques de la fondation La Main à la pâte, fondées sur l'expérience, auprès de 1500 instituteurs locaux. Le ministère de l'éducation en a d'ailleurs repris des éléments pour les prochains programmes scolaires.

Pour leur pays, qu'ils ont quitté à l'âge de 17 ans (en 1953 pour Jean) et de 18 ans (en 1954 pour Kim), leur engagement est ancien. Ils se sont d'ailleurs rencontrés à Paris, en 1958, dans une association humanitaire franco-vietnamienne en vendant notamment des cartes postales de soutien. En mai 1970, ils créent ensemble Aide à l'enfance au Vietnam, une association qui construira des villages d'orphelins sur place.

« Ils ne sont pas seulement de brillants organisateurs et facilitateurs. Ils ont été aussi de brillants scientifiques », rappelle Jean-Marie Frère. Ainsi Jean a élaboré un modèle pour décrire la structure du neutron à une époque où l'on pensait que c'était une particule élémentaire. Kim, en tant que biologiste spécialiste de la floraison, a eu les honneurs de la presse en 1974 (dont *Le Monde* du 27 mars) pour son travail sur les orchidées. « Kim a eu cent fois plus de publications que moi », ironise Jean en concluant : « Nous sommes plus occupés maintenant qu'avant. Sans doute avons-nous aussi conscience que le temps est limité. » ■

## A Madagascar, les lémuriens nains hibernent pour survivre

ZOOLOGIE

LAURENT BRASIER

Où les lémuriens nains de l'est de Madagascar pouvaient-ils bien passer l'hiver ? Cette question en apparence anodine intriguait les spécialistes de ces petits primates puisque, si l'on savait que le chirogale moyen, dans l'ouest de l'île, hibernait dans les troncs d'arbre, on ignorait où les autres espèces, endémiques de l'est, prenaient leurs quartiers.

Une équipe de chercheurs a équipé de colliers radio-émetteurs douze chirogales de deux espèces partageant le même territoire (*Cheirogaleus sibreei* and *C. crossleyi*), afin de pouvoir les suivre et enregistrer leur température. C'est en voulant récupérer un collier dont la batterie flanchait qu'ils ont obtenu une réponse surprenante, ainsi que le relate Marina Blanco, de l'université de Hambourg : « Nous avons pointé l'antenne de notre récepteur en hauteur, vers les arbres, essayant d'identifier dans quel trou l'animal pouvait dormir. Mais le signal venait d'en bas, et nous avons



Sous terre, l'animal peut maintenir une température bien plus élevée que celle de l'air ambiant lors des nuits froides.

JEAN F. RANAIVOARISOA

pensé qu'il s'était débarrassé de son collier. Nous avons remué le sol là où le signal était le plus fort et avons fini par découvrir dans la terre une boule de fourrure : le lémurien nain enroulé sur lui-même et froid au toucher. »

Applications biomédicales ?

Pour en avoir le cœur net, après avoir dérangé cinq autres individus, les chercheurs ont établi que ces deux espèces de l'est hibernent bel et bien dans un hibernaculum creusé de 10 à 40 centimètres de profondeur dans un sol léger composé d'humus, de feuilles et de racines. Leurs travaux, rapportés dans la revue en ligne *Scientific Reports*, montrent que cette résidence inhabituelle permet aux lémuriens de maintenir, durant trois à six mois, une température proche de celle du sol, comme pour d'autres hibernants, mais à une température de 15 °C plus conforme aux tropiques.

Cet état d'hypothermie régulée n'est pas passif : les chirogales connaissent en effet des périodes d'« éveil », tous les sept à onze jours, durant lesquels leur température remonte au-delà de 30 °C. Selon Marina Blanco, l'habitat particulier de ces espèces constitue la clé de leur comportement : « C'est une protection contre les fluctuations drastiques de température et le risque de gel qui caractérisent les forêts d'altitude de l'est de Madagascar. Sous terre, ils peuvent maintenir une température bien plus élevée que celle de l'air ambiant lors des nuits froides, ce qui n'est pas possible dans les arbres. »

Les lémuriens nains de Madagascar (de l'est comme de l'ouest) sont les seuls primates à hiberner régulièrement. Comprendre les mécanismes qu'ils mettent en œuvre pour ralentir leur métabolisme et abaisser leur température permettrait d'imaginer une myriade d'applications biomédicales pour l'homme, du don d'organes au traitement des blessures, sans même parler de voyage dans l'espace.

Pour l'heure, ce sont les forêts humides magiques qui retiennent l'attention. Les chercheurs souhaitent comprendre l'utilité des périodes d'« éveil » et aimeraient observer comment ces animaux dépourvus de griffes aménagent leur hibernaculum. Sur ce point, Marina Blanco pense détenir un indice : « Nous en avons attrapé d'autres plus tard dans la saison... Certains avaient les ongles vraiment sales ! » ■

AFFAIRE DE LOGIQUE

### Comité représentatif

N° 823

Dans cette entreprise, les salariés ont constitué des groupes de travail de tailles diverses, chaque salarié appartenant à un ou plusieurs de ces groupes. La direction veut constituer un comité d'entreprise. Il est admis qu'un tel comité est représentatif si chaque groupe compte au moins un de ses membres au sein du comité. Après avoir demandé la composition de tous les groupes, le DRH apporte au PDG la liste de tous les comités représentatifs possibles (y compris celui comportant tous les salariés), liste parmi laquelle le PDG fera un choix. Mais en constatant que cette liste compte 50 comités, le PDG demande au DRH de revoir sa copie. Pourquoi ?

#### SOLUTION DU N° 822

Quatre boîtes ont des dimensions qui ne dépassent pas 35 cm. (12, 28, 32) : 1344 chocolats, (14, 20, 32) : 1120 chocolats, (16, 20, 24) : 960 chocolats, (16, 18, 28) : 1008 chocolats. La plus grosse boîte, de taille (10, 26, 264) en cm, contient 8580 chocolats. Les calculs qui suivent utilisent comme unité le côté d'un chocolat. Les dimensions de la boîte sont désignées, dans l'ordre croissant, par  $a + 2$ ,  $a + b + 2$  et  $a + c + 2$ , avec  $0 \leq b \leq c$ . L'égalité du nombre des chocolats s'écrit :  $2a(a+b)(a+c) = (a+2)(a+b+2)(a+c+2)$ , soit  $a^2 + (b+c-6)a^2 + (bc-4b-4c-12)a - 2(bc+2b+2c+4) = 0$  (1) On constate que si  $a \geq 8$ , le premier membre est supérieur à  $24 + 28b + 28c + 6bc$ , qui ne peut être nul. On raisonne alors sur a :

•  $a = 7$  : (1) devient  $c(5b+17) + 17b = 43$ , qui n'a aucune solution en nombres entiers positifs.  
•  $a = 6$  : (1) devient  $c(b+2) + 2b = 20$ , qui donne  $b = 0$  et  $c = 10$ , au-delà de 35 cm,  $b = 1$  et  $c = 6$  pour la solution en cm (16, 18, 28), et  $b = 2$  et  $c = 4$  pour la solution en cm (16, 20, 24).  
•  $a = 5$  : (1) devient  $c(3b+1) + b = 93$ , qui donne  $b = 0$  et  $c = 93$ ,  $b = 1$  et  $c = 23$ ,  $b = 2$  et  $c = 13$ , toutes au-delà de 35 cm, et  $b = 3$  et  $c = 9$  pour la solution en cm (14, 20, 32).  
•  $a = 4$  : (1) devient  $c(b-2) - 2b = 44$ , qui donne  $b = 3$  et  $c = 50$ ,  $b = 4$  et  $c = 26$ ,  $b = 5$  et  $c = 18$ ,  $b = 6$  et  $c = 14$ , toutes au-delà de 35 cm, et  $b = 8$  et  $c = 10$  pour la solution en cm (12, 28, 32).  
•  $a = 3$  : (1) devient  $c(b-7) - 7b = 71$ , qui donne sept solutions dont aucune sous 35 cm, mais la plus grosse boîte, pour  $b = 8$  et  $c = 127$ .  
•  $a \leq 3$  : (1) ne conduit à aucune solution.

### Mathématiques et art : encore et encore

L'art géométrique n'a pas fini de nous en mettre plein les yeux. Plusieurs manifestations en font leur thème principal.

• Comme chaque année, le magazine *Tangente* va décerner, avec l'aide des calculatrices Casio, son prix artistique, qui a pris depuis 2012 le nom d'OscArt *Tangente*. Le règlement, consultable sur le site [www.infinimath.com](http://www.infinimath.com), en précise le thème : faux-semblants, et la forme : une œuvre graphique « exposable et déplaçable ». Les candidatures peuvent être adressées jusqu'au 30 septembre. Une mention spéciale du jury récompensera une œuvre réalisée par un artiste amateur. Quant au prix, ce sera un trophée, lui-même soumis à un appel d'offres auquel les artistes peuvent répondre. Informations sur [www.infinimath.com](http://www.infinimath.com), mail : [concourspole@yahoo.fr](mailto:concourspole@yahoo.fr)

• A Meaux, jusqu'au 26 juin, le quatorzième festival « Eclats d'arts » propose à travers la ville des manifestations autour de tous les arts. Denise Demaret-Pranville, photographe, lauréate 2012 de l'OscArt *Tangente*, y présentera ses œuvres au Palais Episcopal jusqu'au 1<sup>er</sup> juin dans une exposition au titre évocateur « Regards géométriques ».

Informations sur [www.ville-meaux.fr/agenda-des-evenements-culturels/](http://www.ville-meaux.fr/agenda-des-evenements-culturels/)  
• A Paris, jusqu'au 22 juillet, l'exposition *Dynamo* du Grand Palais montre comment de nombreux artistes ont conjugué géométrie et mouvement dans leurs œuvres « d'art visuel ». On ne résiste pas aux parallélismes flashants des néons, à la géométrie du noir et blanc, aux moirés et autres illusions d'optique, dans cette présentation d'une ampleur inédite. S'y côtoient, entre autres artistes qui ont su faire parler la géométrie, Calder, Duchamp, Le Parc, Morellet, Tinguely... Informations sur <http://www.grandpalais.fr>

# Photovoltaïque : capter toutes les couleurs de l'arc-en-ciel

C'est l'un des principaux défis posés aux producteurs de cellules photovoltaïques : capter la plus grande part possible du spectre de la lumière solaire pour la convertir en électricité. Exception faite de ceux destinés aux engins spatiaux, hors de prix, les panneaux solaires actuels, qui s'appuient en majorité sur l'utilisation de silicium comme semi-conducteur, ont des rendements inférieurs à 20 %, car ils ne captent qu'une petite frange du spectre lumineux.

Harry Atwater, professeur de science des matériaux et de physique appliquée à Caltech, propose d'y remédier. Son dispositif est

considéré par la *MIT Technology Review* comme l'une des dix percées technologiques de 2013. L'idée consiste à séparer la lumière solaire en différentes longueurs d'onde, chaque couleur étant projetée sur une cellule photovoltaïque spécifique capable de l'absorber. Harry Atwater assure que le système pourrait atteindre un rendement de 50 %. Selon lui, seul un changement de ce type peut sauver cette filière, car tous les progrès en termes de réduction des coûts de production ont déjà été accomplis, si bien que l'installation, l'emprise au sol, les permis et le travail constituent la majorité de ces coûts.

## 1. Concentrer la lumière

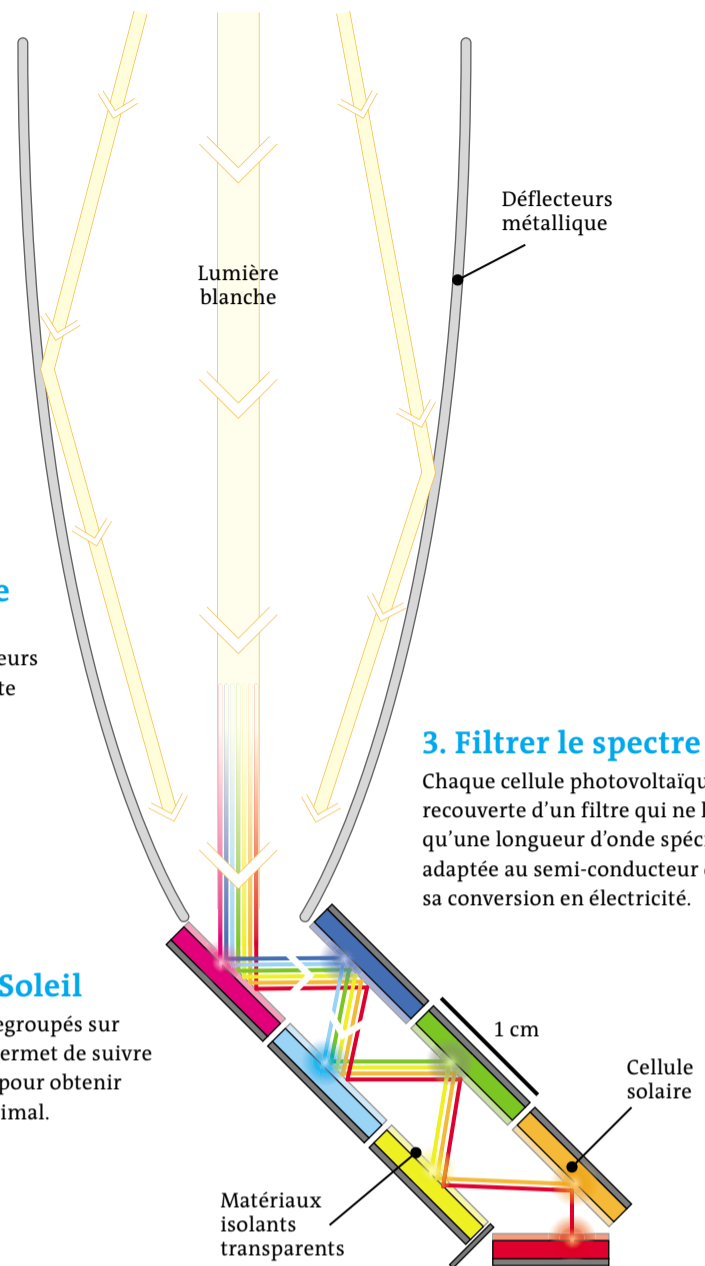
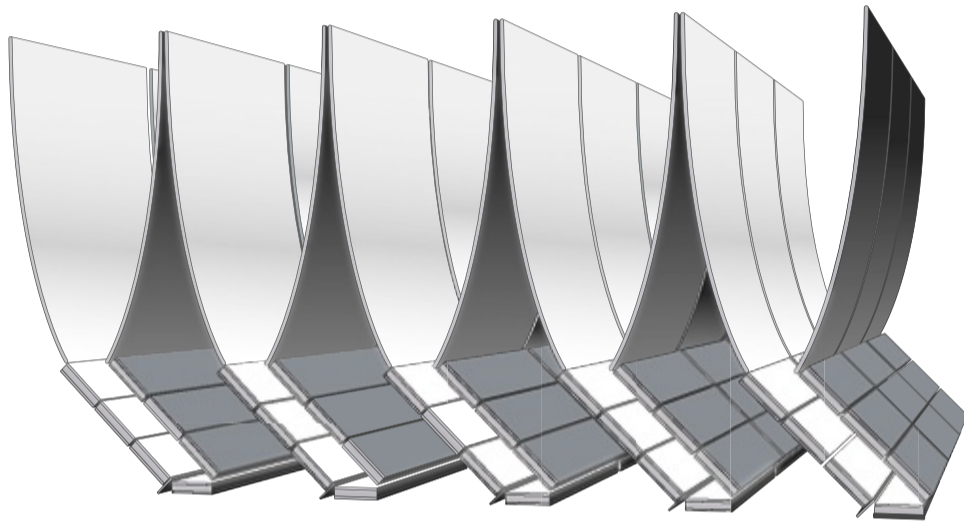
La lumière solaire est guidée vers le cœur du dispositif par des déflecteurs métalliques qui constituent une sorte d'entonnoir.

## 2. Pointer le Soleil

Les capteurs sont regroupés sur une structure qui permet de suivre la course du Soleil, pour obtenir un rendement maximal.

## 3. Filtrer le spectre lumineux

Chaque cellule photovoltaïque est recouverte d'un filtre qui ne laisse passer qu'une longueur d'onde spécifique, adaptée au semi-conducteur qui effectue sa conversion en électricité.



SOURCES : MIT TECHNOLOGY REVIEW, ATWATER RESEARCH GROUP

Imaginée il y a 250 ans par Euler pour décrire un parcours dans la ville de Königsberg, la théorie des graphes a connu une multitude d'applications pratiques. Elle revient à ses premières amours, au service de l'urbanisme

## Graphes : une théorie très urbaine

COLLECTION « LE MONDE EST MATHÉMATIQUE »

PHILIPPE PAJOT

Les graphes sont partout autour de nous sans que nous en ayons forcément conscience. Plans de métro, cartes routières, réseaux sociaux, jeux, arbres généalogiques, plans architecturaux et organigrammes en tous genres sont représentables par des graphes.

Mais qu'est-ce qu'un graphe ? C'est tout simplement un dessin abstrait constitué de sommets et d'arêtes. C'est en représentant la ville de Königsberg (aujourd'hui

Kaliningrad, en Russie) par un graphe que le mathématicien suisse Leonhard Euler a pu répondre, en 1759, au problème fondateur de la théorie des graphes : on ne peut pas visiter la ville en revenant à son point de départ et en passant une seule fois sur ses sept ponts. La théorie a depuis beaucoup évolué, ouvrant la voie à des problèmes que l'on se pose aujourd'hui sur des réseaux aléatoires, tels les réseaux sociaux ou les réseaux urbains, ou encore dans des problèmes de gravité quantique en physique théorique.

Tout au long du XX<sup>e</sup> siècle, les mathéma-

ticiens se sont emparés de ces objets sur lesquels ils ont défini une typologie et trouvé quantité de propriétés. « Beaucoup de résultats de mathématiques ont été établis avant qu'on trouve des applications concrètes », explique Alain Barrat, chercheur au Centre de physique théorique de Marseille. La théorie des graphes a aussi permis aux informaticiens d'élaborer des algorithmes – des suites finies d'instructions – visant à résoudre des problèmes particuliers.

A partir des années 1990, l'afflux massif de données provenant de l'Internet, des télécommunications et des technologies numériques en général, a changé la taille des réseaux étudiés jusqu'alors. Un changement de taille et de complexité qui n'avait pas été anticipé par la théorie des graphes : ses outils étaient peu adaptés à la structure de ces réseaux. La physique statistique, qui a depuis longtemps un lien avec la théorie des graphes et qui propose des outils pour traiter des grands ensembles de données – historiquement, elle a pour but d'expliquer le comportement de systèmes physiques comportant un grand nombre de particules –, a contribué à la compréhension de ces structures.

Alors que le modèle standard des réseaux était issu des graphes aléatoires où la plupart des sommets ont un nombre d'arêtes proche de la valeur moyenne, les réseaux réels peuvent être différents : dans des réseaux comme le Web, on trouve beaucoup de « hubs », des sommets (ou des nœuds) où arrivent beaucoup d'arêtes (ou de liens). Autrement dit, les réseaux réels sont souvent très hétérogènes : des nœuds très connectés coexistent avec des nœuds peu connectés. En 1999, les physiciens Albert-Laszlo Barabasi et Reka Albert ont montré que ce type de réseau peut émerger à partir de règles simples : de nouveaux nœuds sont ajoutés un par un, chaque nouveau nœud se connectant à un nœud existant avec une probabilité proportionnelle à son nombre de voisins.

Rapidement, les spécialistes de la théorie des graphes ont étudié ceux issus des réseaux. Ils ont fourni de nouveaux outils algorithmiques qui servent par exemple à trouver des « communautés » sur les réseaux, c'est-à-dire des groupes de

nœuds qui forment des structures denses et dont on peut penser qu'ils ont des rôles similaires dans le réseau. La détection de communautés intéresse les acteurs de l'Internet qui cherchent à faire du marketing ciblé, ou les biologistes qui, pour trouver l'ensemble des gènes à l'origine d'une maladie, recherchent des communautés à l'intérieur du réseau cellulaire. « Malgré de nombreuses difficultés théoriques et pratiques, les algorithmes les plus récents peuvent détecter de façon automatique des communautés dans des graphes comportant des millions de nœuds et de liens », s'enthousiasme Alain Barrat.

Par un retournement de situation assez plaisant, la théorie des graphes, née d'un problème urbain avec les ponts de Königsberg, se retrouve aujourd'hui essentielle dans la description de l'évolution des villes. « Le nombre de données toujours crois-

sant sur les villes, les systèmes urbains et leurs réseaux nous offre une occasion unique de comprendre et de modéliser les changements qui se produisent dans les villes », explique Marc Barthelemy, chercheur à l'Institut de physique théorique du CEA. Une modélisation pour laquelle les nouveaux outils de la théorie des graphes sont essentiels. « Cette nouvelle science des réseaux, qui utilise notamment la théorie des graphes et la physique statistique, devrait nous aider à identifier les processus fondamentaux gouvernant l'évolution d'une ville sur de grandes échelles de temps », renchérit Marc Barthelemy. La théorie des graphes deviendra alors l'un des éléments fondateurs de cet urbanisme scientifique en train de naître qui prend toute son importance lorsqu'on sait que, en 2050, 70 % de la population mondiale vivra en milieu urbain. ■

## Plans de métro et réseaux neuronaux

Comment parcourir les rues de l'ancienne Königsberg en ne passant qu'une seule fois sur chacun des sept ponts qui enjambent la rivière Pregolia ? Combien de couleurs faut-il pour colorier une carte géographique sans que deux pays limitrophes arborent la même teinte ? Comment résoudre le mystère des « trois carrés enchâssés », imaginé par le célèbre auteur d'*Alice au pays des merveilles*, Lewis Carroll ? Toutes ces énigmes, qui raviront, à n'en pas douter, les amateurs de jeux mathématiques, ont un point commun : elles peuvent être résolues grâce à la théorie des graphes. Cette branche des mathématiques n'est certainement pas la plus connue.

Et pourtant, malgré son caractère ludique, elle est une des plus ingénieuses et des plus utiles. Pen- sez que grâce à elle on peut résoudre des problèmes aussi complexes que la planification des circuits de ramassage d'ordures, l'optimisation des processus de fabrication industrielle, la conception des circuits électroniques, la modé-



lisation de structures moléculaires ou la distribution des pièces dans un bâtiment public. Et tout cela sans formule mathématique absconse, mais avec de simples dessins composés de points et de traits. La théorie des graphes constitue une nouvelle façon de penser, animée par le seul désir de rendre visuelles des questions alambiquées, de démêler l'essentiel du superflu. Cette quête de la simplicité fait sa beauté et sa puissance. ■

N° 10, 164 p., 9,99 €, en kiosques.



france  
inter  
LA VOIX  
EST  
LIBRE  
franceinter.fr