

# PLANETSOLAR ENQUÊTE EN PROFONDEUR DANS LE GULF STREAM

**P16** A BORD DU PLUS GRAND BATEAU SOLAIRE JAMAIS  
CONSTRUIT, UNE ÉQUIPE DE L'UNIVERSITÉ DE GENÈVE  
CHERCHE À MIEUX COMPRENDRE LE FONCTIONNEMENT  
DU COURANT ATLANTIQUE



**GÉOGRAPHIE**  
LA BEAUTÉ  
TOXIQUE DU  
« CLICHÉ EXOTIQUE »  
PAGE 8

**L'INVITÉ**  
CHARLES BONNET  
LE PHARAON NOIR  
DE SATIGNY  
PAGE 36

**EXTRA-MUROS**  
À LA PÊCHE AUX  
FORAMINIFÈRES  
EN TERRE DE FEU  
PAGE 40



UNIVERSITÉ  
DE GENÈVE

**Victoria Hall** mercredi **22 mai** 2013 à 20h

Chœur de l'Université de Genève

# les Saisons

oratorio de Joseph Haydn  
surtitré en français

Ajoutez ce concert  
à votre agenda:



Tarifs:  
Plein tarif: 40.-/30.-/21.-  
Étudiants/jeunes: 25.-/20.-/14.-  
Carte 20 ans/20 francs: 23.-/18.-/ 12.-  
Billetterie:

**Espace Ville de Genève** Pont de la Machine 1  
**Cité Seniors** Rue Amat 28  
**Maison des arts du Grütli** Rue du Général-Dufour 16  
**Genève Tourisme & Bureau des congrès** Rue du Mont-Blanc 18  
**Victoria Hall** Rue du Général-Dufour 14 (une heure avant le concert)

Soutien  
20 ans/20 francs

Subventionné par la Ville de Genève, le Fonds intercommunal des communes genevoises et la République et canton de Genève

Direction **Sébastien Brugière**

**Marie-Camille Vaquié**, soprano  
**Valerio Contaldo**, ténor  
**Thibault Gérentet**, basse

Orchestre **Ensemble baroque du Léman**

AVEC LE SOUTIEN  
DE LA  
VILLE DE GENÈVE



ACTIVITÉS CULTURELLES  
a-c.ch/saisons



UNIVERSITÉ  
DE GENÈVE

## ACTUS

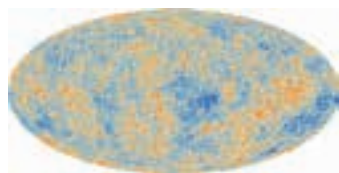
### 08 ASTROPHYSIQUE UN TROU NOIR GOBE UNE PLANÈTE

A l'aide du satellite astronomique européen INTEGRAL, des astrophysiciens genevois sont parvenus à observer un trou noir avaler un morceau de planète géante.

### 09 LITTÉRATURE MUSÉOGRAPHIE FUTURISTE POUR MANUSCRITS ANCIENS

L'exposition « Le Lecteur à l'œuvre », présentée à la Fondation Bodmer du 27 avril au 25 août, associe trésors du patrimoine littéraire et haute technologie.

### RECHERCHE 10 COSMOLOGIE COUP D'ŒIL DANS L'ENFANCE DE L'UNIVERS



Le satellite européen Planck a produit une dernière image du rayonnement cosmologique, témoin d'une époque remontant à 380 000 ans après le big bang. Des physiciens genevois font partie de l'aventure.

### 12 GÉOGRAPHIE LA BEAUTÉ TOXIQUE DU CLICHÉ EXOTIQUE

Une exposition au parc Bertrand montre comment le « cliché exotique » a influencé la façon dont les Européens ont appréhendé le reste du monde au XIX<sup>e</sup> siècle.



## DOSSIER: PLANETSOLAR ET LE GULF STREAM



### 18 UN BATEAU SOLAIRE ENQUÊTE EN EAUX PROFONDES

A bord du plus grand catamaran solaire au monde, des chercheurs de l'Université se sont lancés dans l'étude du Gulf Stream et des aérosols.

### 20 REPORTAGE À LA CIOTAT

Afin d'accueillir les scientifiques de l'expédition « Deepwater », le MS « Türanor PlanetSolar » a passé l'hiver en cale sèche dans le chantier naval de La Ciotat, près de Marseille avant d'être remis à l'eau en mars dernier.

### 24 LES SECRETS DE LA « PUISSANCE DU SOLEIL »

Propulsé par 30 000 cellules photovoltaïques, le MS « Türanor PlanetSolar » peut embarquer neuf passagers et dispose d'une autonomie de trois jours sans ensoleillement. Le tout sans aucune émission de CO<sub>2</sub>.

### 26 LÀ OÙ LE GULF STREAM FAIT LE GRAND PLONGEON

En plongeant dans les abysses, le courant chaud de l'Atlantique Nord envoie par le fond de grandes quantités de carbone fixé par le phytoplancton.



### 30 COUP DE LASER SUR LES EMBRUNS

Mise au point par les physiciens de l'Université, la « Biobox » permet d'identifier le contenu des aérosols émis par les océans. Ce phénomène joue un rôle important dans le climat de la planète mais il est encore très mal connu.

### 34 L'AVENTURE PÉDAGOGIQUE

Une exposition aquatique, deux camps de vacances et de nombreuses activités pédagogiques nourriront le dialogue avec le public durant toute l'expédition « PlanetSolar Deepwater ».

IMAGE DE COUVERTURE: PIERRE LESAGE

## RENDEZ-VOUS



### 36 L'INVITÉ CHARLES BONNET

A l'image des pharaons noirs, dont il a retrouvé sept statues en 2003 dans la région de Kerma, l'ancien professeur a régné sur un double territoire: l'archéologie médiévale et celle des cités du Soudan antique.



### 40 EXTRA-MUROS À LA PÊCHE AUX FORAMINIFÈRES

Dans le canal du Beagle, en Terre de Feu, deux chercheurs genevois traquent des protozoaires unicellulaires afin de vérifier l'étanchéité de la barrière qui sépare les océans Atlantique et Pacifique.



### 44 TÊTE CHERCHEUSE JEAN SENEBIER, DE LA CONFUSION À LA LUMIÈRE

Reconnu pour ses travaux de bibliothécaire, le Genevois a aussi découvert que les plantes fixent le gaz carbonique et en tirent leur nourriture.

### 46 À LIRE 48 THÈSES DE DOCTORAT

## PHYSIQUE

### LE PASSÉ REVISITÉ DES AMAS GLOBULAIRES

A rebours des théories admises depuis longtemps, les amas globulaires renferment des étoiles appartenant à différentes générations et présentant des compositions chimiques très variées. C'est en tout cas ce qu'a découvert une équipe internationale dont fait partie Corinne Charbonnel, professeure associée au Département d'astronomie (Faculté des sciences), à l'aide du *Very Large Telescope* de l'Observatoire européen austral (ESO) et du *Hubble Space Telescope*. L'article est paru dans la revue *Astronomy & Astrophysics* du mois d'avril. Les amas globulaires sont constitués de centaines de milliers d'étoiles. Probablement formés en même temps que leurs galaxies hôtes, ils comptent parmi les objets les plus vieux de l'Univers.

Pour expliquer leurs observations, les chercheurs proposent l'existence d'une première génération d'étoiles massives, aujourd'hui disparues, qui auraient tourné à des vitesses proches de la rupture : elles auraient ainsi éjecté d'importantes quantités de matière. Celle-ci se serait alors mélangée avec du gaz interstellaire dans un disque autour de l'étoile, pour donner naissance à des générations d'étoiles successives présentant des compositions chimiques et des masses en accord avec les mesures.

Ce modèle implique que la masse initiale des amas globulaires soit 20 à 30 fois plus élevée auparavant qu'aujourd'hui, soit, pour les plus



massifs comme NGC 2808 (image ci-dessus), de quelques millions de masses solaires. L'équipe envisage aussi le fait que la grande majorité des étoiles de faible masse de première génération a été éjectée dans le halo galactique, environ 40 millions d'années après la formation de ces astres. Des phénomènes dynamiques liés à l'expulsion du gaz interstellaire sous l'effet des trous noirs et étoiles à neutrons, résidus des mêmes étoiles massives de première génération, expliqueraient cela.

#### UN FAUTEUIL D'ACADÉMIE POUR MICHEL VALLOGGIA



Michel Valloggia, professeur honoraire au Département des sciences de l'Antiquité (Faculté des lettres), a été élu cet hiver au rang d'associé étranger de l'Académie des inscriptions et belles-lettres, l'une des cinq Académies constitutives de l'Institut de France. Egyptologue de renommée internationale, Michel Valloggia a dirigé des fouilles dans les oasis de Kharga et Dakhla de 1977 à 1993. Découvreur de la 110<sup>e</sup> pyramide d'Égypte, le professeur genevois rejoint au sein de l'Académie des inscriptions et belles-lettres un autre Genevois, l'archéologue Charles Bonnet (lire en page 36).

#### LE PRIX LCGC POUR DAVY GUILLARME

Davy Guillaume, chargé d'enseignement à la Section des sciences pharmaceutiques (Faculté des sciences), a remporté le Prix LCGC 2013 pour ses travaux dans le domaine de l'analyse chromatographique.

## EUROPE

### LA LIBRE CIRCULATION DES PERSONNES A PEU D'EFFET SUR LES SALAIRES

L'introduction de la libre circulation des personnes entre la Suisse et l'Union européenne en 2002 a eu un impact modéré et globalement positif sur les salaires suisses. C'est la conclusion d'une étude menée par le Laboratoire d'économie appliquée de l'Université de Genève sur mandat du Secrétariat d'Etat à l'économie et dont les résultats ont été publiés ce printemps.

Basés sur les données de la dernière enquête sur la structure des salaires, les travaux conduits par le professeur Yves Flückiger montrent que les effets estimés de l'immigration sur les salaires se révèlent négatifs uniquement

pour certains groupes de professions. Les plus «grands perdants» sont les jeunes travailleurs qui ont un diplôme d'une haute école ou une formation supérieure et sont au bénéfice d'une expérience professionnelle de dix ou quinze ans. Dans cette catégorie, l'arrivée de personnel étranger hautement qualifié a tiré les salaires vers le bas à raison de 1,6%.

Les revenus des travailleurs étrangers venus en Suisse durant les décennies précédentes et bénéficiant d'une formation primaire subissent eux aussi une pression à la baisse de 1,4%. En revanche, les travailleurs suisses faiblement qualifiés tirent profit de la libre circulation.

## PHYSIQUE

## LE ROUGE ET LE POURQUOI DU ROUGE

Le fluorosulfure de cérium fait partie d'une famille de pigments minéraux capables d'offrir toute la gamme de couleurs entre le rouge et le jaune-orangé. Proposé par des chimistes au début des années 2000 sur la base des propriétés optiques du cérium (une terre rare), ce composé représente une alternative bienvenue au vermillon fabriqué depuis l'époque romaine avec du mercure, un métal lourd très nocif pour la santé et l'environnement. Dans un article paru dans la revue des *Proceedings of the National Academy of Sciences* du 15 janvier, une équipe de physiciens, dont fait partie Antoine Georges, professeur au Département de physique de la matière condensée (Faculté des sciences) de l'Université de Genève et au Collège de France, apporte une explication théorique au fait que ces deux pigments produisent un si beau rouge.

En partant de la seule composition chimique et de la place des atomes dans la structure

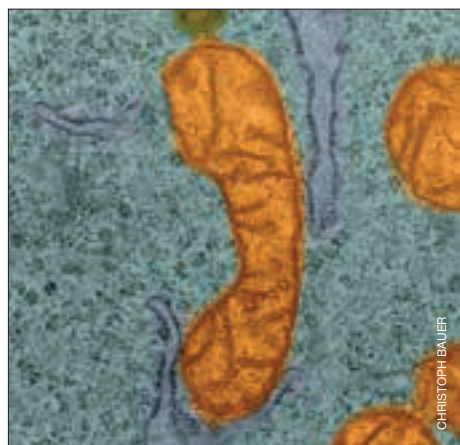
crystalline, ces chercheurs ont réussi à calculer toutes les propriétés optiques de ces deux composés, de leur spectre d'absorption à leur code de couleur RGB (pour *red, green, blue*).

Ils ont ainsi découvert que la théorie habituellement avancée pour expliquer la couleur rouge du fluorosulfure de cérium est en réalité erronée: ce n'est pas une transition électronique interne à l'atome de cérium qui en est responsable mais une transition interatomique entre le soufre et le cérium. Leurs calculs ont également permis d'établir des conditions électroniques et optiques que doit remplir un matériau pour obtenir un pigment de bonne qualité.

## BIOLOGIE

## L'USINE SECRÈTE DES MITOCHONDRIES

Les mitochondries, présentes dans chacune de nos cellules, disposent toutes de leurs petites «usines de montage» personnelles. C'est grâce à ces compartiments, appelés «granules d'ARN



mitochondriaux» qu'elles achèvent la synthèse des protéines dont elles ont besoin pour remplir leurs fonctions, la principale d'entre elles consistant à convertir l'oxygène et les aliments en énergie. Cette découverte a été publiée par l'équipe de Jean-Claude Martinou, professeur au Département de biologie cellulaire (Faculté

des sciences) dans la revue *Cell Metabolism*. Les mitochondries ont la particularité de posséder leur propre ADN, indépendant de celui des cellules qui les hébergent. Cette situation résulte probablement d'une symbiose très ancienne entre l'ancêtre microbien des mitochondries et des cellules de l'époque.

L'ADN mitochondrial sert notamment à coder diverses protéines impliquées dans la production d'énergie. Dans une première phase, ce matériel génétique est transcrit en de longues molécules intermédiaires, appelées ARN, qui comprennent aussi bien des instructions pour fabriquer ces protéines que des «outils» de montage. En suivant à la trace ces molécules, les chercheurs ont observé leur accumulation dans des compartiments jusqu'alors inconnus et formés de plusieurs centaines de protéines différentes. Les molécules d'ARN y sont découpées pour former différents composants actifs.

Plusieurs pathologies sont associées à des dysfonctionnements dans le traitement de l'ARN mitochondrial. Les chercheurs entendent déterminer si des mutations dans ces usines de montage sont impliquées dans le développement de certaines de ces maladies.

## SENTIR AVEC LA LANGUE

Des chercheurs de la Faculté des sciences ont révélé comment les mammifères et les reptiles squamates ont transformé de différentes façons leur système olfactif ancestral pour s'adapter à l'environnement terrestre. Ils ont utilisé diverses techniques moléculaires pour expliquer comment le serpent peut sentir avec sa langue. Les résultats de cette recherche ont été publiés dans la revue *Genome Biology & Evolution* du 24 janvier.

## L'AMOUR

## EN FAMILLE

Initialement de plusieurs milliers, le nombre d'individus d'une espèce de tortues géantes de l'archipel des Galapagos a été réduit à douze femelles et trois mâles. Les descendants de ces tortues survivantes élevées en captivité ont ensuite été rapatriés sur leur île. Une étude de la Faculté des sciences, publiée dans la revue *Evolutionary applications* montre que ces descendants ont des capacités de reproduction substantielles et en constante augmentation et ce en dépit d'un manque de variation génétique.

## LA MACHINE À IDENTIFIER LES ÉMOTIONS

Mis au point par les psychologues du Groupe de recherche sur les émotions de l'Université de Genève, le «Geneva Emotion Analyst» est un système expert accessible depuis Internet, programmé pour identifier les émotions ressenties lors d'événements survenus dans la vie réelle. Testé auprès de 6000 participants, le système a fourni des réponses correctes dans 90 % des cas. Ces résultats ont fait l'objet d'une publication dans la revue *PLoS One*.

## ÉCONOMIE

# LA COMMUNAUTÉ INTERNATIONALE RAPPORTE PLUS DE 8 MILLIARDS DE FRANCS PAR AN À GENÈVE



Le cosmopolitisme genevois est un atout. C'est ce qui ressort des premiers résultats d'une étude inédite sur la Genève internationale menée sur mandat de la Fondation pour Genève par une équipe de chercheurs des Universités de Genève et de Lausanne, de l'École polytechnique fédérale de Lausanne et de l'Institut des hautes études internationales et du développement.

Publiés dans un premier cahier (cinq autres sont attendus d'ici à l'été 2014), les données disponibles après le dépouillement partiel des

quelque 6000 questionnaires adressés aux responsables et aux employés des multinationales, des organisations internationales, des ONG et des missions diplomatiques installées dans la ville du bout du lac montrent que la valeur ajoutée directe créée par les entreprises multinationales étrangères s'élève à 8,6 milliards de francs, soit 22% du total genevois.

Rassemblant 46 000 emplois (17% du total cantonal), le secteur des multinationales privées représente à lui seul une masse salariale de 5,5 millions de francs selon les chiffres avancés par les chercheurs. En termes d'impôts, cela se traduit par des recettes de 430 millions de taxes annuelles sur les sociétés et par 928 millions de francs pour ce qui est de l'impôt sur le revenu. Ces emplois, souligne l'étude, rapportent par ailleurs proportionnellement davantage à la collectivité que ceux du reste de l'économie genevoise.

Globalement, précisent les auteurs du rapport, les entreprises analysées emploient autant de Suisses et de personnes au bénéfice d'un

permis C que les entreprises dites « nationales ». En revanche, elles paient sensiblement mieux leurs employés qui, à profil similaire (même position hiérarchique, même nombre d'années d'expérience), peuvent voir grimper leur fiche de salaire de près de 15%.

Outre ces données chiffrées, ce premier volet a également le mérite de corriger quelque peu l'image d'expatrié que l'on se fait habituellement de la population étrangère dans le secteur international. Loin de vouloir rentrer chez eux à la première occasion, les « internationaux » restent ainsi en moyenne une dizaine d'années à Genève et près de 80% d'entre eux déclarent parler le français à la maison.

## FORMATION

## L'UNIVERSITÉ ENTRE DANS LE MONDE DES «MOOCS»

Dès cet automne, l'Université proposera quatre « cours en ligne ouverts et massifs » (MOOCs, pour *Massive Open Online Course*) sur la plateforme Coursera. Cette initiative vise à mettre à la portée de tous les cours des meilleures universités du monde, avec des exigences aussi élevées que pour les étudiants réguliers en termes de suivi et d'évaluation. Dans un premier temps, l'Université de Genève proposera quatre MOOCs: *Calvin, histoire et réception d'une Réforme*; *Santé globale: une perspective interdisciplinaire*; *Le management des organisations internationales* et *La diversité des exoplanètes*. Le premier sera donné en français, les trois autres en anglais.

Un appel à projet à l'intention des enseignants intéressés sera lancé en juin de cette année pour une deuxième série de cours. Un comité éditorial avec des représentants du Rectorat et des Facultés effectuera la sélection. Le format

des cours se décline en trois composantes: des vidéos de deux heures hebdomadaires, découpées en tranches d'un quart d'heure, sur une durée totale de quatre à douze semaines pour un cours; des quiz et exercices pour valider les connaissances des apprenants et leur permettre de suivre le module hebdomadaire suivant; un suivi des participants via un forum Internet.

Lancés en 2011 par un trio d'informaticiens de l'Université de Stanford aux Etats-Unis, les MOOCs comptabilisent aujourd'hui plusieurs millions d'inscrits dans le monde entier. Les 69 universités qui se sont engagées sur cette voie proposent plus de 300 cours, en cinq langues (anglais, espagnol, français, chinois et italien) dans tous les domaines des sciences humaines et des sciences naturelles.

www.coursera.org/unige  
Rens.: Pablo.Achard@unige.ch

### LA LÉGION D'HONNEUR POUR DENIS DUBOULE



Denis Duboule, professeur au Département de génétique et évolution (Faculté des sciences) ainsi qu'à l'École polytechnique fédérale de Lausanne et directeur du pôle de recherche national *Frontiers in Genetics*, fait partie de la promotion de Pâques de la Légion d'honneur, qui comprend 563 décorés. Instituée en 1802 par Napoléon Bonaparte pour distinguer les mérites des civils et des militaires, la Légion d'honneur est une des plus hautes distinctions décernées par l'Etat français.

## CARNET NOIR

## DÉCÈS DE L'ANCIEN RECTEUR JEAN-CLAUDE FAVEZ

Historien et recteur de l'Université de Genève de 1988 à 1991, Jean-Claude Favez est décédé le 17 mars dernier à l'âge de 75 ans. Grand spécialiste de l'histoire de la Suisse contemporaine, Jean-Claude Favez est né à Lancy (GE) en 1938. Historien rigoureux engagé dans les débats du temps présent, il consacre son premier ouvrage à l'occupation de la Rhur au début des années 1920 avant d'être nommé professeur d'histoire à la Faculté des lettres, poste qu'il occupera jusqu'à sa retraite en 2000.

Successivement directeur du Département d'histoire générale, vice-doyen, puis doyen de la Faculté des lettres (1974-1980), vice-recteur et recteur de l'Université (1983-1991), Jean-Claude Favez a dirigé l'Institut européen de l'Université dès 1992.

Auteur de nombreuses publications, il a notamment présidé le comité de la *Nouvelle Histoire de la Suisse et des Suisses*, un ouvrage collectif de référence publié dans les trois langues nationales. Il est aussi connu pour sa monographie sur le Comité international de la Croix-Rouge, sortie en 1988 et qui est depuis devenue un classique de l'historiographie contemporaine. Au cours de sa carrière, Jean-Claude Favez a dirigé



140 mémoires et une vingtaine de thèses en histoire contemporaine, il a publié près de 80 travaux scientifiques et environ 300 articles pour le *Journal de Genève*. En 2007, Jean-Claude Favez a reçu le Prix de la Ville de Genève pour l'ensemble de son travail d'historien.

### COOPÉRATION ENTRE L'UNIGE ET L'OMPI

Jean-Dominique Vassalli, recteur de l'Université de Genève, et Francis Gurry, directeur général de l'Organisation mondiale de la propriété intellectuelle (OMPI), ont signé en mars un accord de coopération visant à renforcer la collaboration entre les deux institutions en matière de formation en propriété intellectuelle. C'est le premier accord de coopération entre l'OMPI et une université suisse dans ce domaine.

### LE PRIX LEENAARDS À CHRISTIAN VAN DELDEN

Professeur associé à la Faculté de médecine et aux Hôpitaux universitaires de Genève, Christian van Delden a été distingué par la Fondation Leenaards en compagnie d'Oscar Marchetti, professeur à l'Université de Lausanne (UNIL) et au Centre hospitalier universitaire vaudois (CHUV) et des docteurs Pierre-Yves Bochud (UNIL et CHUV) et Zoltan Kutalik (UNIL et Institut suisse de bioinformatique). Les lauréats ont été distingués pour leurs travaux sur de nouvelles approches pour le diagnostic et le traitement des infections fongiques.

# ABONNEZ-VOUS À «CAMPUS»!

Découvrez les recherches genevoises, les dernières avancées scientifiques et des dossiers d'actualité sous un éclairage nouveau. Des rubriques variées vous attendent, sur l'activité des chercheurs dans et hors les murs de l'Académie. L'Université de Genève comme vous ne l'avez encore jamais lue!

Université de Genève  
Presse Information Publications  
24, rue Général-Dufour  
1211 Genève 4  
Fax 022 379 77 29  
E-mail [campus@unige.ch](mailto:campus@unige.ch)  
[www.unige.ch/campus](http://www.unige.ch/campus)

Abonnez-vous par e-mail ([campus@unige.ch](mailto:campus@unige.ch)) ou en remplissant et en envoyant le coupon ci-dessous :

Je souhaite m'abonner gratuitement à « Campus »

Nom

Prénom

Adresse

N° postal/Localité

Tél.

E-Mail

## DÉTECTION POSSIBLE DE LA MATIÈRE NOIRE

Les résultats obtenus par l'« Alpha Magnetic Spectrometer » (AMS) installé sur la Station spatiale internationale pourraient représenter la première mesure indirecte de la matière noire, cette masse qui n'a jamais été détectée mais sans laquelle il est impossible d'expliquer l'organisation de l'Univers. Le détecteur de particules construit par le CERN et l'UNIGE a en effet repéré une proportion inhabituellement importante de positrons (l'antiparticule de l'électron, chargée positivement). Cette antimatière, suggèrent les physiciens, pourrait être issue de l'annihilation de deux particules d'antimatière. Il n'est cependant pas encore exclu que cet excédent de positrons pourrait provenir d'autres sources (pulsars, quasars...).

## LA RÉALITÉ VIRTUELLE ENTRE AU « BBL »

Dédié à l'étude du cerveau, le « Brain and Behaviour Laboratory » (BBL) s'est doté d'un laboratoire de réalité virtuelle unique en son genre. Cette installation permet de plonger un individu dans un environnement artificiel dont chaque paramètre est contrôlé. Elle devrait permettre aux chercheurs de mieux comprendre certains troubles anxieux, tels que la phobie sociale, l'agoraphobie ou l'autisme.

## LA SCIENCE CITOYENNE À LA PORTÉE DE TOUS

Après une phase de test qui a attiré des milliers de participants, la plateforme open source « Crowdcrafting » a été officiellement lancée en avril dernier. Cette interface permet aux scientifiques amateurs et professionnels de développer rapidement des applications de science citoyenne en ligne. Les applications proposées vont du classement d'images de molécules magnétiques à l'analyse des tweets concernant les catastrophes naturelles. ([crowdcrafting.org](http://crowdcrafting.org))

## ASTROPHYSIQUE

# UN TROU NOIR CROQUE UNE PLANÈTE GÉANTE EN DIRECT

Ce n'est pas tous les jours que l'on peut observer un trou noir avaler un morceau de planète géante. C'est pourtant la prouesse réalisée par des astrophysiciens genevois à l'aide du satellite astronomique européen INTEGRAL spécialisé dans l'étude des rayons gamma émis par des sources telles que les trous noirs, les étoiles à neutrons et les supernovae. La découverte est publiée dans la revue *Astronomy & Astrophysics* du mois d'avril 2013.

Roland Walter, maître d'enseignement et de recherche au Département d'astronomie (Faculté des sciences), et Marek Nikolajuk de l'Université de Białystok en Pologne ont en effet été surpris par un signal lumineux très intense alors qu'ils utilisaient le télescope spatial pour d'autres observations. Préparé à ce genre d'éventualités, l'appareil a pu enregistrer toutes les données de l'émission, qui a duré plusieurs mois.

Après analyse, il s'avère que le sursaut a été provoqué par un trou noir, localisé au centre de la galaxie NGC 4845. Situé à 47 millions d'années-lumière et d'une masse 100 000 fois supérieure à celle du Soleil, ce trou noir venait d'absorber une grande quantité de matière arrachée à une planète géante quinze fois plus massive que Jupiter.

En réalité, le prédateur cosmique a d'abord joué un peu avec sa proie : il lui a fallu trois mois pour détourner la « super-jupiter » de sa trajectoire et l'avalier. Au final, seules les couches externes de la planète gazeuse ont été mangées,



soit environ 10% de la masse totale de l'objet, dont la plus forte densité est restée en orbite autour du trou noir.

Les astronomes estiment qu'il existe dans la galaxie presque autant de planètes errantes que d'étoiles. « Ces objets, éjectés lors de la formation de systèmes planétaires, ne sont rattachés gravitationnellement à aucune étoile et peuvent ainsi être avalés par des trous noirs s'ils s'en approchent trop, explique Roland Walter. Un événement similaire devrait se produire dans notre galaxie cette année encore. Il ne s'agira pas d'une planète mais d'un nuage gazeux, d'une masse deux à trois fois supérieure à celle de la Terre, qui tourne autour du trou noir supermassif situé au centre de la Voie lactée et s'en rapproche dangereusement. Grâce à INTEGRAL, nous serons en mesure d'observer cet événement. »

## BIOLOGIE

# LE DOUBLE JEU DE LA PROTÉINE TRAP1 DANS LA LUTTE CONTRE LE CANCER

Fausse piste. Fortement exprimée dans différents cancers et connue pour ses propriétés cytoprotectrices, la protéine TRAP1 a, dans un premier temps, été désignée comme cible potentielle de traitements antitumoraux. Cette vision est désormais remise en question à la suite des travaux pilotés par Didier Picard, professeur au Département de biologie cellulaire (Faculté des sciences), et Len Neckers, du National Cancer Institute, à Bethesda aux États-Unis. Les résultats des chercheurs, parus dans la revue des *Proceedings of the National Academy of Sciences*, décrivent

comment TRAP1 perturbe le métabolisme des cellules malignes et révèle que la quantité de cette protéine diminue lors de leur progression vers un stade plus agressif. La suppression de TRAP1 entraîne un transfert d'une voie métabolique à une autre, plus performante, ainsi qu'une forte augmentation de la motilité et du pouvoir invasif des cellules. Dans certaines situations, une thérapie visant à inhiber TRAP1 pourrait donc, en fait, stimuler la progression tumorale vers un état métastatique.



EXPOSITION

# TRÉSORS LITTÉRAIRES ET MUSÉOGRAPHIE D'AVANT-GARDE À LA FONDATION BODMER

Discipline émergente, les *Digital Humanities* s'interrogent sur la meilleure manière d'intégrer à la recherche en sciences sociales le phénomène massif de numérisation des productions intellectuelles et de leur circulation sur Internet auquel nous assistons aujourd'hui. Proposée à la Fondation Martin Bodmer jusqu'au 25 août, l'exposition *Le Lecteur à l'œuvre* apporte une forme de réponse en mariant trésors du patrimoine littéraire et nouvelles technologies. Fruit d'une collaboration entre l'UNIGE et l'EPFL, cette présentation interactive vise à montrer qu'un texte écrit, loin d'être figé, est un objet qui évolue à chaque fois qu'un lecteur, au sens large du terme, le prend en main.

«*Il existe une sorte de loi darwinienne à propos de la vie d'un texte*, explique Michel Jeanneret, professeur au Département de langue et de littérature françaises modernes (Faculté des lettres) et initiateur du projet. *Elle pourrait s'exprimer ainsi: toute œuvre qui, faute de s'adapter, n'est plus reçue comme quelque chose de signifiant et d'actuel à une époque donnée est condamnée à mort.*»

Pour illustrer cette capacité évolutive qui fait la spécificité des grands écrits, les trois commissaires de l'exposition (Michel Jeanneret, Frédéric Kaplan, directeur du *Digital Humanities Lab* de l'EPFL et Radu Suci, assistant-docteur au Département de médecine de l'Université de Fribourg) ont puisé dans le catalogue de la collection Bodmer et de la Bibliothèque de Genève quelque 80 documents illustrant les différents rôles que peut endosser un lecteur agissant: corriger, expliquer, éditer, traduire, illustrer, annoter ou encore manipuler. Au fil du parcours proposé, le visiteur aura ainsi l'occasion de découvrir la splendide première édition du poème de la *Prose du transsibérien* de Blaise Cendrars, les hésitations de Proust



MICHEL BUTOR

concernant le titre de *A la recherche du temps perdu* ou le singulier cheminement du *Neveu de Rameau*, qui, pendant près d'un siècle, a été connu en France à travers une traduction de la version allemande établie par Goethe.

Sont présentées également diverses formes de textes interactifs allant des créations de Michel Butor, comme ce livre-objet, *Feuilleter le globe*, qui se lit comme un carnet de voyages (photo ci-contre), au génial *Cent mille milliards*

*de poèmes* de Raymond Queneau, en passant par un étonnant ouvrage du XVIII<sup>e</sup> siècle énumérant une liste de péchés sur des languettes détachables.

Au-delà du caractère exceptionnel de ces documents, l'originalité du projet tient surtout aux moyens déployés pour accompagner leur présentation. Depuis son ordinateur domestique ou muni d'une tablette tactile (fournie à l'entrée), le visiteur trouvera ainsi, sur une application novatrice spécialement développée par l'équipe du professeur Kaplan, des parcours exploratoires à travers la thématique de l'exposition, ainsi que des commentaires contextuels et la possibilité de feuilleter les œuvres concernées. Autre innovation majeure: des vitrines «intelligentes» également créées à l'EPFL, qui sont non seulement capables de faire «flotter», au moyen d'hologrammes, des informations concernant un document donné, mais aussi d'en isoler ou d'en agrandir certaines parties.

«Le Lecteur à l'œuvre», exposition à la Fondation Martin Bodmer, jusqu'au 25 août, route Martin-Bodmer 19-21, Cologny (Genève).[www.boocs.ch/fr](http://www.boocs.ch/fr)

QUAND LA LUMIÈRE S'EST LIBÉRÉE DE LA MATIÈRE

# COUP D'ŒIL DANS L'ENFANCE DE L'UNIVERS

## LE SATELLITE

EUROPÉEN PLANCK  
A PRODUIT L'IMAGE  
LA PLUS PRÉCISE  
DU RAYONNEMENT  
COSMOLOGIQUE,  
TÉMOIN D'UNE  
ÉPOQUE REMONTANT  
À 380 000 ANS  
APRÈS LE BIG BANG.  
DES PHYSICIENS  
GENEVOIS FONT PARTIE  
DE L'AVENTURE

**C'**est un peu comme avec l'art conceptuel: sans explications, il est difficile de s'émouvoir devant l'image du ciel produite en mars dernier par l'Agence spatiale européenne grâce aux données du satellite Planck. Pourtant, il s'agit là d'une photo de l'Univers tel qu'il était dans sa toute petite enfance, la photo la plus nette qui existe d'un gros bébé d'à peine 380 000 ans, sur laquelle on aperçoit la moindre de ses irrégularités. Ces dernières font d'ailleurs la joie des physiciens qui, ressemblant à des voyantes penchées sur un marc de café bleu-orange, tentent d'y lire les secrets les mieux gardés du cosmos: sa composition (matière ordinaire, matière noire, énergie sombre), sa dynamique (vitesse d'expansion, le phénomène d'inflation), sa vie (formation des premières étoiles et galaxies) et, bien entendu, son avenir. Pour l'instant, le marc cosmologique n'a pas contredit la théorie actuellement en vigueur, le modèle standard cosmologique. Il l'a plutôt conforté même s'il apporte quelques corrections importantes. Concrètement, l'image montre le rayonnement cosmologique, un flux de photons qui nous parvient de toutes les directions. Ces grains de lumière, invisibles à l'œil nu, sont des micro-ondes guère différentes de celles émises par les fours du même nom. Sauf que, dans ce cas, elles ont été produites il y a 13,8 milliards d'années, au moment où l'Univers est devenu transparent. «*A ses débuts, l'Univers est très chaud et très dense,* explique Martin Kunz, maître d'enseignement et de recherche au Département de physique théorique (Faculté des sciences) et l'un des chercheurs impliqués dans l'analyse et l'interprétation des données fournies par le satellite

Planck. *Les électrons sont alors tellement excités qu'ils ne peuvent pas se lier aux noyaux atomiques et circulent donc librement dans l'espace. Ils interagissent cependant très fortement avec les photons qu'ils diffusent sans cesse. Cet état de la matière, un mélange dense d'électrons, de protons et de photons, s'appelle un plasma. On peut le voir aussi comme un épais brouillard qui empêche de distinguer quoi que ce soit.* »

**Le brouillard se dissipe** Tandis que l'Univers poursuit son expansion, la température diminue graduellement. A l'âge de 380 000 ans (après le big bang), celle-ci passe sous un seuil (2700°C environ) qui autorise la formation des atomes les plus simples, ceux d'hydrogène. C'est alors comme si le brouillard se dissipait progressivement, sur une période couvrant plusieurs millénaires. Les électrons étant piégés dans les atomes, les photons sont libérés et produisent un «*éclair de lumière*» indescriptible. Cet événement est tellement brillant que, 13,8 milliards d'années plus tard, on le mesure encore. «*Entre-temps, l'Univers a beaucoup grandi,* précise Marc Türlér, chercheur au centre ISDC rattaché à l'Observatoire astronomique (Faculté des sciences) et responsable de la conception d'un logiciel permettant de réceptionner, trier et archiver les données envoyées par l'un des deux instruments de mesure (LFI pour Low Frequency Instrument) montés sur le satellite Planck. *Le rayonnement qui nous parvient aujourd'hui a parcouru un très long chemin et sa température est passée de 2700°C à -270,4°C.* »

Ce qui aurait dû être un rayonnement parfaitement homogène quelle que soit la direction

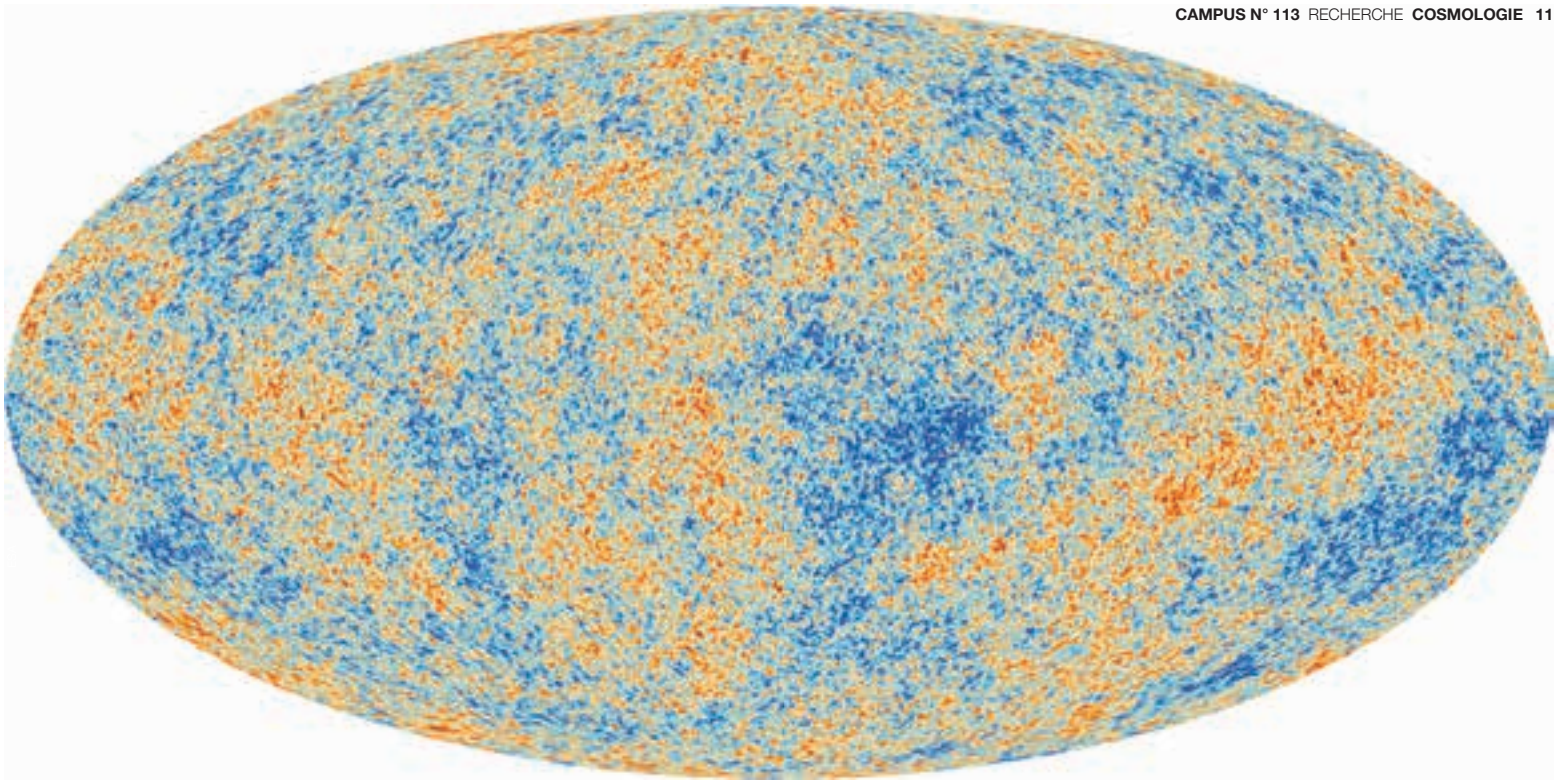
**LE RAYONNEMENT COSMOLOGIQUE DIFFUS A ÉTÉ DÉCOUVERT PAR HASARD EN 1964 PAR DES RADIOASTRONOMES DES LABORATOIRES DE BELL TELEPHONE.**



**LE SATELLITE COBE, LANCÉ EN 1989 PAR LA NASA, EN A DRESSÉ UNE PREMIÈRE CARTE.**

**EN 2001, LA NASA LANCE UN DEUXIÈME SATELLITE, WMAP QUI AMÉLIORE LA QUALITÉ DES OBSERVATIONS.**

**EN 2009, L'ESA LANCE LE SATELLITE PLANCK, ENCORE PLUS PRÉCIS. SA MISSION S'EST TERMINÉE EN JANVIER 2012.**



de provenance (dans une vision d'un Univers idéal) est en réalité truffé d'imperfections. Les différences de couleur sur l'image indiquent de légères différences de fréquence et donc de température entre les photons. Après une route longue de 13,8 milliards d'années-lumière, ces derniers ont indéniablement rencontré un grand nombre d'obstacles ayant perturbé leur trajectoire, voire parfois leur énergie. En plus, de nombreuses sources ponctuelles (radio galaxies, nuages froids, quasars...), émettant dans la même gamme de longueur d'onde, viennent perturber le signal vu de la Terre, sans même parler de la tranche de la Voie lactée qui bouche hermétiquement quelque 3% du ciel. Mais les scientifiques sont en mesure de soustraire la plupart de ces contributions parasites. Et même après correction, l'aspect granuleux persiste.

*« Ces irrégularités, parfaitement aléatoires, proviennent en fait des fluctuations quantiques qui se manifestent normalement à une échelle très petite, poursuit Marc Türler. Celles-ci jouaient un rôle important dans les premières fractions de seconde de l'Univers. Elles ont ensuite été amplifiées par un phénomène très violent qu'on appelle l'inflation cosmique et qui a vu la taille de l'Univers être multipliée par au moins  $10^{26}$  en un clin d'œil. Grâce à ce processus, on retrouve finalement l'empreinte de ces fluctuations quantiques dans le rayonnement cosmologique. »*

Ces petites zones de photons plus froids ou plus chauds reflètent en réalité des zones de

densité de matière ordinaire plus ou moins élevées. Avec le temps (des centaines de millions voire des milliards d'années), les régions plus denses verront les nuages de gaz qu'ils abritent s'effondrer pour donner naissance à des étoiles et des galaxies. Les physiciens pensent ainsi voir, dans l'image de Planck, la distribution des super-amas de galaxies d'un Univers en devenir. En d'autres termes, si les astronomes continuaient à observer cette région, située à 13,8 milliards d'années-lumière de la Terre, durant un milliard d'années supplémentaires – ce qui est évidemment de la science-fiction – ils verraient

## LES PHYSICIENS PENSENT VOIR DANS L'IMAGE DE PLANCK LA DISTRIBUTION DES SUPER-AMAS DE GALAXIES D'UN UNIVERS EN DEVENIR

petit à petit se former les grandes structures de l'Univers selon l'arrangement visible aujourd'hui dans le rayonnement cosmologique.

En attendant, les scientifiques essaient de tirer le maximum d'informations des irrégularités de l'image de Planck. *« A partir des milliers de milliards de données fournies par le satellite, nous avons fabriqué neuf cartes du ciel qui ont été, à leur tour, compilé en une seule carte de quelques*

*millions de pixels, explique Martin Kunz. Et de cette carte, nous avons calculé la valeur pour seulement six paramètres relatifs au modèle standard cosmologique. »*

**Univers plus lent que prévu** Il ressort de l'article à paraître dans la revue *Astronomy & Astrophysics* que le satellite, lancé en 2009, confirme les prédictions du modèle standard cosmologique. Il apporte néanmoins quelques corrections, notamment sur les proportions de matière ordinaire, de matière noire et d'énergie sombre. Selon Planck, la première contribue toujours pour 5% seulement à la masse totale de l'univers, alors que la deuxième (dont la nature est inconnue) est légèrement augmentée à 27% et la troisième (tout aussi mystérieuse) diminuée à 68%. Autre ajustement: la vitesse d'expansion de l'Univers est sensiblement plus lente que prévu.

Fondamentalement, cela ne change pas grand-chose. Les physiciens savent juste avec beaucoup plus de précision qu'avant l'étendue de leur ignorance. Il n'en reste pas moins que les résultats de Planck deviennent automatiquement la nouvelle référence en la matière.

*« J'ai également fait des recherches sur d'éventuelles limites de l'Univers, précise encore Martin Kunz. Le fond cosmologique est ce que l'on peut observer de plus lointain. Si l'Univers était fini alors il aurait été possible de mesurer une signature de cette frontière dans les données de Planck. Je n'en ai pas trouvé. »*

Anton Vos

«BETTO TATOUÉ (PALEFRENIER)», ATTRIBUÉ À FELICE BEATO, VERS 1870, COLLECTION ALFRED BERTRAND, MUSÉE D'ETHNOGRAPHIE DE GENÈVE.

EXPOSITION AU PARC BERTRAND

# DE LA BEAUTÉ TOXIQUE DU «CLICHÉ EXOTIQUE»

## LA VISION DU MONDE

DES EUROPÉENS A ÉTÉ PROFONDÉMENT INFLUENCÉE PAR LES PREMIÈRES PHOTOGRAPHIES QUE DES GRANDS VOYAGEURS COMME LE GENEVOIS ALFRED BERTRAND ONT RAMENÉES DES QUATRE COINS DE LA PLANÈTE AU COURS DE LA SECONDE PARTIE DU XIX<sup>E</sup> SIÈCLE

**A**lfred Bertrand, ancien propriétaire du parc de Champel qui porte aujourd'hui son nom, n'a pas ramené que des graines de séquoia de ses périples autour du globe. Le géographe-explorateur genevois, qui compte parmi les premiers privilégiés à avoir eu la chance de s'offrir deux tours du monde à une époque où le tourisme était encore balbutiant, a également rassemblé une imposante collection comprenant près d'un millier d'objets hétéroclites et des photographies réalisées au cours de son voyage au pays des Ba-Rotse dans la région du Haut-Zambèse. Il a surtout laissé à la postérité un ensemble unique de 1700 «clichés exotiques». Ces images produites entre 1860 et 1890 par des studios professionnels figurent des scènes typiques, étranges ou pittoresques (portraits, monuments, curiosités botaniques ou géologiques). Elles sont au centre d'une exposition comprenant 55 panneaux et 250 photographies qui est présentée jusqu'au 30 septembre au parc Bertrand, grâce au soutien d'un fonds Agora du Fonds national suisse de la recherche scientifique (FNS). Et elles tiennent également une place de premier plan dans les travaux menés depuis trois ans par l'équipe de Jean-François Staszak, professeur au

Département de géographie (Faculté des SES) dans le cadre d'un projet également soutenu par le FNS.

«Ces objets n'ont jusqu'ici jamais été constitués en corpus de recherche ni fait l'objet d'une étude synthétique», explique le professeur. Nous avons d'ailleurs dû inventer ce terme de «cliché exotique» pour les qualifier. Ils ont pourtant joué un rôle essentiel

## LE GÉOGRAPHE-EXPLORATEUR GENEVOIS COMPTE PARMIS LES PREMIERS PRIVILÉGIÉS À AVOIR EU LA CHANCE DE S'OFFRIR DEUX TOURS DU MONDE

*«dans la construction de la culture visuelle occidentale et en particulier dans les représentations de ce que nous qualifions d'exotique. C'est à ce point vrai que, pour vanter les mérites de telle ou telle destination, l'industrie du tourisme continue à utiliser les mêmes lieux, les mêmes valeurs et les mêmes compositions que les photographes de l'époque.»*



**LES PORTRAITS DE «TYPES HUMAINS»** SONT UN MOTIF RÉCURRENT DU «CLICHÉ EXOTIQUE». CES IMAGES VISENT À CLASSER LES DIFFÉRENTES POPULATIONS HUMAINES SELON DES CRITÈRES MORPHOLOGIQUES OU CULTURELS.

REPOSANT SUR L'ÉTUDE SYSTÉMATIQUE DES CARACTÈRES PHYSIQUES, LES THÉORIES «SCIENTIFIQUES» SUR LES RACES SE DÉVELOPPENT DANS LA SECONDE PARTIE DU XIX<sup>e</sup> SIÈCLE, DANS LE CADRE DE DISCIPLINES TELLES QUE L'ANTHROPOLOGIE, L'ANTHROMÉTRIE OU LA CRANIOMÉTRIE. ELLES ONT CONNU LEUR APOGÉE SOUS LE RÉGIME NAZI, QUI S'EN EST LARGEMENT SERVI POUR JUSTIFIER SA POLITIQUE D'EXTERMINATION.

DÉPUIS LES ANNÉES 1950, LES PROGRÈS DE LA GÉNÉTIQUE ONT PERMIS DE DÉMONTRER QUE LE CONCEPT DE «RACE» N'EST PAS PERTINENT DANS LA MESURE OÙ LA VARIABILITÉ GÉNÉTIQUE ENTRE INDIVIDUS D'UNE MÊME POPULATION EST PLUS IMPORTANTE QUE LA VARIABILITÉ GÉNÉTIQUE MOYENNE ENTRE DES POPULATIONS ÉLOIGNÉES GÉOGRAPHIQUEMENT.



MEG. COLL., ALFRED BERTRAND



**LA «FILLE DES PREANGER»**  
(JAVA, VERS 1880)  
A ÉTÉ RHABILITÉE  
POUR L'EXPOSITION  
«CLICHÉS EXOTIQUES».

OBJECTIF : INCITER LE SPECTATEUR À S'INTERROGER SUR LE SENS DE CE QU'IL VOIT, SACHANT QUE LA SCÈNE ORIGINALE N'A RIEN D'AUTHENTIQUE ET QUE LA JEUNE FILLE A PROBABLEMENT ÉTÉ PAYÉE POUR SE DÉVÊTIR DEVANT L'OBJECTIF DU PHOTOGRAPHE.

Cette étonnante continuité, qui fait que ces images nous hypnotisent aujourd'hui pour les mêmes raisons qu'elles fascinaient hier, s'explique en partie par leur diffusion relativement large.

**Apparence trompeuse** Produites par des ateliers spécialisés qui pouvaient regrouper plus de 50 personnes et compter jusqu'à 70000 références dans leur catalogue (c'est notamment le cas des frères Alinari installés à Florence), elles étaient destinées en premier lieu à des voyageurs fortunés comme Alfred Bertrand, qui les collectionnaient dans des albums une fois rentrés chez eux. Mais elles ont également été utilisées par la communauté scientifique pour illustrer des articles, des ouvrages ou des conférences ainsi que par les marins et les soldats qui se trouvaient en garnison loin de leur foyer.

Pour le chercheur, le phénomène mérite réflexion pour deux raisons au moins. La première est que ces images ne sont pas ce qu'elles ont l'air

d'être au premier regard. Sous leur apparence documentaire, que personne ne conteste à une époque où la photographie a valeur de preuve, elles relèvent en effet du faire-semblant, puisque dans leur immense majorité, elles ont été mises en scène, retouchées ou carrément truquées.

«*La lourdeur du matériel et ses limites techniques imposaient parfois un travail en studio*, explique Lionel Gauthier, assistant au Département de géographie où il consacre une thèse aux «clichés exotiques» et co-commissaire de l'exposition présentée au parc Bertrand. *Mais ce qu'il ne faut pas perdre de vue, c'est que ce qui importait aux studios, c'est que ces images, relativement chères à produire, correspondent à ce qui était supposé être le goût du public. Un public sur lequel elles avaient un impact énorme puisque, pour beaucoup d'Occidentaux, ces photographies ont constitué le seul contact visuel avec le vaste monde jusqu'au développement des appareils portatifs dans les dernières années du XIX<sup>e</sup> siècle.*»

FAMILLE MALAISE  
AUTEUR NON IDENTIFIÉ  
VERS 1875, TIRAGE  
SUR PAPIER ALBUMINÉ.

Le second motif d'intérêt des « clichés exotiques » réside dans le fait qu'au-delà d'une qualité formelle parfois remarquable, ils ont une toxicité certaine. Porté par l'idéologie coloniale, le discours qu'ils véhiculent allie en effet racisme, misogynie et relation de domination.

« Dans certains cas, poursuit Jean-François Staszak, l'aspect stéréotypé de ces images est relativement facile à repérer. C'est par exemple le cas pour les images représentant des « types raciaux » (lire en page 13), pratique qui paraît totalement dépassée aujourd'hui. Cependant, si le travail de déconstruction sur la notion de « race » a été fait depuis près d'un demi-siècle maintenant, il existe d'autres matrices de domination qui n'ont peut-être pas la même évidence et pour lesquelles ce travail n'a pas été achevé. »

**Légitimer la présence occidentale** L'attrait pour la cruauté, la misère ou la barbarie dont témoignent nombre de ces photographies est ainsi loin d'être innocent. Montrer une Chinoise aux pieds bandés, un Japonais décapité au sabre ou une famille en guenilles est en effet un moyen assez efficace d'affirmer la légitimité de la présence occidentale auprès de ces populations

qui n'ont pas eu la chance d'être éclairées par la Divine providence.

« Certains observateurs estiment que la violence qui s'est manifestée dans la politique étrangère américaine au lendemain du 11 septembre, notamment à Abu Ghraib, ne vient pas de nulle part, mais qu'elle a été ren-

## MONTRER UNE CHINOISE AUX PIEDS BANDÉS EST UN MOYEN EFFICACE D'AFFIRMER LA LÉGITIMITÉ DE L'ACTION ÉDUCATRICE CHRÉTIENNE

due possible par la réactivation de vieux fantasmes sur le comportement des populations arabes, complète Jean-François Staszak. Des idées qui se sont précisément cristallisées dans la seconde partie du XIX<sup>e</sup> siècle. »

Le regard posé sur les femmes par ces clichés est, lui aussi, sujet à caution. Sur nombre d'entre eux, on voit en effet une jambe, une cuisse ou des seins dénudés dans une pose qui se veut être le reflet de la réalité.

Le problème, c'est que les modèles ont dans la plupart des cas été payés pour se dévêtir devant l'objectif quand ils n'ont pas été tout simplement recrutés parmi les prostituées. « Parce qu'on désire souvent ce qui est différent, la dimension érotique est une composante importante de l'exotisme, observe Jean-François Staszak. Elle se retrouve aussi bien dans les toiles de Gauguin que dans la littérature coloniale qui regorge d'aventures sensuelles avec de belles indigènes. Ce qui est extrêmement gênant dans le cas présent, c'est l'hypocrisie qui consiste à condamner moralement ce type de comportement en Europe et à le tolérer lorsqu'il est le fait de populations jugées à demi-sauvages. Cela revient à dédouaner totalement les clients occidentaux de leur désir voyeuriste pour faire porter toute la culpabilité sur ces femmes qui, en fin de compte, sont d'abord et surtout des victimes. »

« Clichés exotiques. Le tour du monde en photographies (1860-1890) », exposition jusqu'au 30 septembre, parc Bertrand, Champel (Genève)  
[www.unige.ch/cliches-exotiques](http://www.unige.ch/cliches-exotiques)

## ALFRED BERTRAND, L'EXPLORATEUR BIEN-PENSANT



C'est probablement avec le sentiment du devoir accompli qu'Alfred Louis Bertrand (1856-1924) présentait, à qui voulait la voir, la collection d'images exotiques de son musée privé. Pour un homme de son état et de son époque, ces photographies étaient en effet moins choquantes que révélatrices du bien-fondé de la mission civilisatrice de la colonisation. Une idée que le Genevois a défendue avec vigueur tout au long de sa vie à grand renfort de conférences, de livres et de campagnes de soutien en faveur des missions protestantes. Devenu très tôt orphelin, fortuné,

mais sans situation, Alfred Bertrand commence par visiter les Alpes et le reste de l'Europe, avant de participer, en 1878, à l'un des tout premiers tours du monde organisé. Il a alors 22 ans et poursuit son chemin en solitaire vers l'Amérique du Nord et l'Asie lorsque la croisière du « Junon » est interrompue par une épidémie de fièvre jaune. Chose rare pour l'époque, l'explorateur et géographe effectuera un second périple autour du globe en compagnie de son épouse à l'occasion de son voyage de noces en 1907. Composée de plus de 900 objets à caractère

ethnographique et de 1700 images provenant d'une quarantaine d'ateliers de photographie, la collection constituée par ce « colon sans empire » est unique en son genre, à la fois de par sa très grande cohérence et de par son importance quantitative. Elle a été confiée au Musée d'ethnographie de Genève par la veuve de l'explorateur à la mort de ce dernier, en 1924. La propriété familiale et le parc qui l'entourait (aujourd'hui le parc Bertrand) ont, quant à eux, été cédés à la Ville de Genève après le décès d'Alice Bertrand, survenu le 7 septembre 1941.

PLANETSOLAR DEEPWATER

# ENQUÊTE

## DANS LES PROFONDEURS DU GULF STREAM

**PARTI** DU PORT DE LA CIOTAT LE 8 AVRIL DERNIER, LE MS « TÛRANOR PLANETSOLAR » SE LANCE DANS L'EXPÉDITION « DEEPWATER ». ENTRE MIAMI ET BERGEN EN NORVÈGE, LES SCIENTIFIQUES AMASSERONT DES DONNÉES INÉDITES SUR LES COURANTS OCÉANIQUES AINSI QUE SUR LES ÉCHANGES ENTRE L'ATMOSPHÈRE ET LES OCÉANS

LES 29 000 CELLULES PHOTOVOLTAIQUES INSTALLÉES SUR SON TOIT PERMETTENT AU MS « TÛRANOR PLANETSOLAR » D'ATEINDRE LA VITESSE RECORD DE 14 NOEUDS.





**L**e MS *Türanor PlanetSolar* est né d'un rêve. Celui d'un jeune Neuchâtelois, Raphaël Domjan, qui n'avait qu'une idée en tête : faire le tour du globe en utilisant le minimum d'énergie. Ce rêve s'est réalisé en mai 2012, après dix-neuf mois de navigation. Depuis, le plus grand bateau solaire jamais construit au monde – dont le nom signifie « Puissance du soleil » dans le langage inventé par J.R.R. Tolkien, l'auteur du *Seigneur des Anneaux* – s'est mis au service d'une autre quête, scientifique cette fois.

Lancée le 8 avril avec le départ de *PlanetSolar* du port de La Ciotat, près de Marseille, l'expédition *DeepWater* a pour objectif de mieux comprendre le fonctionnement du Gulf Stream, ce courant atlantique dont l'influence est prépondérante pour le climat du continent européen.

Il s'agira notamment d'étudier les caractéristiques biophysiques des *eddies*, ces tourbillons qui se forment sur les marges du courant et qui, selon leur sens de rotation, remontent des eaux froides des profondeurs ou font plonger des masses d'eau chaude vers le fond. Les scientifiques de l'Institut Forel porteront aussi une attention particulière aux zones dites de formation d'eaux profondes, ces lieux très au nord où le dernier prolongement du Gulf Stream plonge vers les grands fonds marins, alimentant ce qu'on appelle la circulation thermohaline – un « tapis roulant océanique » en trois dimensions qui relie tous les bassins océaniques de la planète.

A l'aide de la Biobox, un outil développé par les chercheurs du Groupe de physique appliquée, l'équipe embarquée à bord s'intéressera également aux émissions de particules (sels, bactéries, phytoplancton...) par l'océan dans l'atmosphère. Les scientifiques savent en effet que les aérosols sont impliqués de plusieurs manières dans les mécanismes climatiques. Suivant

leur nature, ils réfléchissent différemment les rayonnements solaires et les infrarouges thermiques, modulant ainsi l'effet de serre de notre planète. Ils constituent aussi des noyaux de condensation indispensables à la formation des nuages.

Malgré ce rôle critique, les aérosols sont encore peu étudiés et il existe une grande incertitude quant à l'ampleur de leur influence dans l'équilibre thermique de notre planète. Une interrogation à laquelle l'expédition *DeepWater* entend apporter des éléments de réponse.

## NÉ D'UN RÊVE, LE PLUS GRAND BATEAU SOLAIRE AU MONDE S'EST MIS AU SERVICE D'UNE QUÊTE SCIENTIFIQUE

VUE DEPUIS  
LA TIMONERIE  
DU MS « TÜRANOR  
PLANETSOLAR »

## UN BATEAU SOLAIRE ENQUÊTE EN EAUX PROFONDES

EMBARQUÉ À BORD DU PLUS GRAND CATAMARAN SOLAIRE DU MONDE, UN GROUPE DE CHERCHEURS DE L'UNIVERSITÉ SE LANCE DANS UNE ÉTUDE SCIENTIFIQUE INÉDITE PORTANT SUR LE GULF STREAM ET LES AÉROSOLS. PRÉSENTATION AVEC MARTIN BENISTON, INITIATEUR DU PROJET.

### Comment est né le projet « PlanetSolar DeepWater » ?

J'ai rencontré l'équipe du MS *Türanor PlanetSolar* à l'issue du tour du monde qu'elle a effectué entre 2010 et 2012. Nous nous sommes rapidement aperçus que nous avions des intérêts communs.

### C'est-à-dire ?

D'une part, cette expédition offre une seconde vie au bateau imaginé par Raphaël Domjan (lire en page 24). De l'autre, elle nous permet d'étudier de manière innovante des processus qui se situent à l'interface entre l'océan et l'atmosphère et qui sont impliqués dans la régulation climatique.

### Pouvez-vous préciser ?

En tant que spécialiste du climat, je suis responsable de la partie de l'étude qui concerne le Gulf Stream et d'autres courants froids qui lui sont associés dans l'Atlantique Nord. L'idée est de mieux comprendre comment fonctionne ce courant océanique complexe qui joue un rôle essentiel dans la régulation du climat européen.

### A ce propos, on a souvent évoqué ces dernières années l'hypothèse d'un arrêt de ce courant si le réchauffement climatique se poursuivait. Est-ce un scénario vraisemblable ?

Le Gulf Stream est un système réglé de manière très fine, qui est sensible aux moindres perturbations. À partir d'un certain seuil, une augmentation de la température en surface pourrait ainsi enrayer la mécanique en empêchant un refroidissement suffisant des eaux dans la partie septentrionale de



l'Atlantique Nord. En diminuant leur taux de salinité par une augmentation de l'effet de la fonte de la calotte polaire, les eaux ne seraient plus assez denses pour couler en profondeur et maintenir en place ce qu'on appelle communément le « tapis roulant océanique » (un système de courants en surface et en profondeur qui relie tous les bassins océaniques de la planète). C'est un scénario qui est possible, mais que nous ne devrions pas connaître au XXI<sup>e</sup> siècle, selon les résultats de recherches récentes.

### Que se passerait-il sous nos latitudes si un tel changement devait survenir ?

Près des deux tiers des masses d'air qui nous affectent viennent de l'Atlantique. L'évolution des courants parcourant cet océan est donc déterminante pour le climat de la Suisse. Si le Gulf Stream devait fortement ralentir ou ne plus atteindre des latitudes élevées, Genève se retrouverait avec des conditions proches de celles de la ville de Québec, avec des températures de moins 40 en hiver et des étés plus chauds qu'actuellement.

### Que cherchez-vous à démontrer en particulier dans le cadre du projet « PlanetSolar DeepWater » ?

Le fonctionnement du Gulf Stream et des courants associés est encore relativement mal connu. Au moment où ce courant quitte les côtes d'Amérique du Nord, il commence à faire des méandres dans lesquels des tourbillons peuvent se former. On sait que ces tourbillons véhiculent de la chaleur vers d'autres parties de l'océan, mais on a encore peu d'informations sur leur fonctionnement à échelle fine. Dans un premier temps, nous allons donc tenter de voir si ces vortex peuvent être caractérisés et localisés grâce à une signature biologique ou chimique particulière.

### Vous allez également étudier les zones de formation d'eaux profondes que l'on rencontre à partir du nord de l'Islande et du Groenland. De quoi s'agit-il ?



Ce sont des lieux stratégiques, puisque c'est là que les eaux de surface plongent vers les abysses pour alimenter les courants froids et denses situés à grande profondeur et permettre la circulation des eaux entre les différents bassins océaniques. Notre but est d'identifier des changements abrupts dans les composants chimiques et organiques à l'interface entre l'océan et l'atmosphère, attestant la présence de masses d'eau différentes. Nous aurons également la possibilité de faire des mesures dans l'atmosphère et en profondeur dans l'océan, ce qui nous permettrait d'obtenir une vue des processus sur le plan vertical tout au long du parcours du navire. Ce travail de documentation pourra ensuite servir à l'installation d'outils de mesure en continu afin de traquer d'éventuels changements dans le comportement du système. Il devrait aussi fournir des informations utiles pour l'amélioration des modèles de climat

#### **L'équipe scientifique est également composée de physiciens et de biologistes. Quel est leur rôle ?**

Ils seront chargés d'effectuer des mesures en continu dans l'eau et dans l'air tout au long du parcours du bateau afin d'étudier des paramètres clés de la régulation du climat, comme les fluctuations des aérosols atmosphériques et le phytoplancton.

#### **En quoi était-il nécessaire de recourir à un bateau solaire pour mener à bien ce projet ?**

Outre l'intérêt du projet pour ce qui est du dialogue entre la science et le public, le MS *Türanor PlanetSolar* n'émet aucune substance polluante. C'est capital dans la mesure où les émissions émises par le carburant d'un bateau conventionnel pourraient contaminer les observations. Dans le cas présent, à moins de nous trouver à proximité d'un autre bateau, ce qu'il sera facile de vérifier par radar, nous serons sûrs que nos mesures sont d'origine naturelle et non anthropique. *PlanetSolar* a également l'avantage d'être plus maniable qu'un voilier, qui peut être difficile à positionner

avec précision par gros temps. Il est aussi plus stable, ce qui devrait amener un petit supplément de confort aux scientifiques embarqués à bord, qui n'ont pas forcément tous le pied marin.

#### **Outre l'utilisation d'un bateau solaire, en quoi cette étude est-elle innovante ?**

L'un des instruments installés à bord, la Biobox, développée par le Groupe de physique appliquée de l'UNIGE, est actuellement le seul appareil permettant une analyse poussée des aérosols à l'aide d'une technologie laser. Elle sera testée pour la première fois dans des conditions maritimes à bord du MS *Türanor PlanetSolar*. Les aérosols jouent un rôle complexe dans la régulation climatique, mais on a relativement peu d'informations sur les quantités et la nature des particules émises par les océans.

#### **Y aura-t-il une suite à cette expédition ?**

À l'issue de notre projet, le bateau poursuivra sa route vers la mer Baltique pour une mission dont le but est de ramasser des déchets dans des filets dérivant derrière le bateau afin de montrer à quel point les mers sont aujourd'hui polluées. Dans la même optique, l'Institut Forel souhaiterait pouvoir profiter de cet outil pour réaliser des mesures en relation avec ces fameux continents de plastiques repérés à la surface des océans. L'Université de Genève a signé avec l'équipe de *PlanetSolar* un accord de partenariat sur cinq ans qui devrait permettre de prolonger pour cette durée au moins l'utilisation du bateau comme plateforme scientifique. Nous pourrions ainsi avoir la possibilité de reconduire l'expédition *DeepWater* au moins une fois afin de voir s'il y a une évolution temporelle dans le comportement des divers mécanismes à l'interface océan-atmosphère.



**LE MS «TÜRANOR PLANETSOLAR»**  
TENTERA DE BATTRE SON PROPRE RECORD DE 26 JOURS POUR LA TRAVERSÉE TRANSATLANTIQUE.

**L'EXPÉDITION «DEEPWATER»**  
RELIERA MIAMI À BERGEN EN NORVÈGE, SOIT UNE NAVIGATION DE PLUS DE 8000 KM.

**DÈS L'ÉTÉ, LE NAVIRE**  
CONTINUERA SON ITINÉRAIRE EN PRENANT PART À UNE CAMPAGNE DE NETTOYAGE DES EAUX EUROPÉENNES, ORGANISÉE PAR LA FONDATION WASTE FREE OCEANS.

**PLANET SOLAR  
EN QUELQUES DATES**

**2004** RAPHAËL DOMJAN  
A L'IDÉE DE CONSTRUIRE  
UN BATEAU SOLAIRE  
ET DE RÉALISER AVEC  
LUI UN TOUR DU MONDE.

**JANVIER 2009**  
LA CONSTRUCTION  
DU BATEAU COMMENCE  
DANS LES CHANTIERS  
NAVALS KNIERIEM  
YACHTBAU À KIEL.

**MARS 2010** LE MS  
« TÜRANOR PLANETSOLAR »  
EST MIS À L'EAU

**27 SEPTEMBRE 2010**  
LE VAISSEAU PROPRE  
ET SILENCIEUX QUITTE  
LE PORT DE MONACO.

**4 MAI 2012** RETOUR  
À MONACO APRÈS  
AVOIR BOUCLÉ LE TOUR  
DU MONDE.

**8 AVRIL 2013** DÉPART  
DE « PLANETSOLAR »  
DEPUIS LA CIOTAT  
POUR L'EXPÉDITION  
« DEEPWATER ».

**AOÛT 2013** ARRIVÉE  
PRÉVUE À BERGEN  
EN NORVÈGE.

REPORTAGE À LA CIOTAT

## VISITE À BORD DU BATEAU SOLAIRE REMIS À NEUF

«**PLANETSOLAR**» A PASSÉ L'HIVER DANS LE CHANTIER NAVAL DE LA CIOTAT, PRÈS DE MARSEILLE AVANT D'ÊTRE REMIS À L'EAU EN MARS DERNIER. LES TRAVAUX ONT PERMIS D'AMÉLIORER LES INÉVITABLES IMPERFECTIONS DU PROTOTYPE ET DE PRÉPARER LA VENUE DE SCIENTIFIQUES DANS LE CADRE DU PROJET « DEEPWATER »

**A**vec ses 95 tonnes, le MS *Türanor PlanetSolar* n'est pas un poids plume. Pourtant, comparé aux mégayachts qui se font refaire un lifting à ses côtés dans le chantier naval de La Ciotat près de Marseille, le navire solaire battant pavillon suisse fait figure de nain. Il surclasse ses voisins géants sur une seule dimension : la largeur, imposée par le besoin de déployer un maximum de panneaux solaires sur son toit. Avec sa silhouette trapue, il occupe sur la jetée la place que pourraient prendre (et payer) deux navires privés. Il est d'ailleurs temps de vider les lieux. La dernière couche de peinture antifouling (qui empêche les organismes aquatiques de se fixer sur la coque) est sèche. Le gigantesque chariot d'acier sur lequel est posé *PlanetSolar* s'est mis en branle et sort lentement le bateau de son parking. L'opération de mise à l'eau est menée sans précipitation mais il n'est pas question de traîner non plus. Les conditions météorologiques risquent de changer et si le vent et les vagues se lèvent, cela pourrait compliquer considérablement les activités des ouvriers du chantier. Principalement fabriqué en fibres de carbone, *PlanetSolar* est en effet vulnérable tant qu'il n'est pas en pleine mer. Le moindre choc contre le béton de la jetée pourrait percer un de ses deux flotteurs et compromettre le projet.

**Monte-charge** Au moment où le lourd véhicule s'engage en direction du monte-charge destiné à remettre le navire à flots, les ouvriers se rendent d'ailleurs compte que les hélices

toutes neuves de *PlanetSolar* (lire en page 23) risquent, en passant, de toucher une bête d'amarrage. Pour remédier à ce problème inattendu, il faut au dernier moment rajouter des plots en bois pour surélever le bateau de 40 centimètres. Un fois installé sur la plateforme de l'ascenseur, la descente du vaisseau s'amorce enfin. Elle va durer une heure. Les immenses treuils s'arrêtent plus d'une fois par précaution : l'espace libre entre le bateau et les piliers de bétons situés de part et d'autre n'excède pas une dizaine de centimètres.

### L'OPÉRATION DE MISE À L'EAU EST MENÉE SANS PRÉCIPITATIONS MAIS IL N'EST PAS QUESTION DE TRAÎNER NON PLUS

Lors d'une de ces pauses, les gros flotteurs arrivent à la hauteur du quai. En un pas, on peut alors accéder à un petit escalier escamotable qui mène à l'intérieur. C'est l'occasion ou jamais d'effectuer une visite.

On entre dans le MS *Türanor PlanetSolar* par un vaste carré. Malgré le désordre lié aux travaux de réfection, on sent que l'équipage ne manquera pas d'espace. Il y a un coin pour manger,

un autre pour se détendre et visionner un film, un autre pour travailler, etc. A un endroit se dresse une armoire vitrée. Elle est vide mais contient en temps normal de la vaisselle, comme dans n'importe quel salon.

«*PlanetSolar est un catamaran*, explique Pascal Goulpié, directeur et cofondateur de la société PlanetSolar SA. *Il est très stable même par gros temps. Il n'y a pas de gîte et quasiment pas de tangage. Du coup, contrairement à ce qui se passe sur des monocoques, rien n'est attaché.*»



**PLANET SOLAR**  
À LA CIOTAT LORS  
DE SA MISE À L'EAU  
EN MARS 2013.

Au cours de son tour du monde entre 2010 et 2012, le bateau expérimental a essuyé de nombreux grains. Maintes fois, il a dû supporter des vents de 40 nœuds de moyenne, avec des rafales à 55. Des déferlantes ont par moments submergé le pont supérieur, situé tout de même à une hauteur de 6 m. Le navire n'a pas bronché et, à l'intérieur, aucune assiette ne s'est brisée. « *Le bateau ne se soulève pas avec les vagues mais rentre dedans*, précise Pascal Goulpié. *La nacelle centrale, en forme de V, prend alors le relais de la flottaison.* »

**Coussins confortables** En sortant du lieu de vie, on arrive dans la « marina », le pont arrière quasiment toujours situé à l'ombre de l'imposant toit sur lequel sont installés les panneaux solaires. Agrémenté de grands coussins confortables, c'est l'endroit de la détente et des réceptions officielles. Plusieurs trappes s'ouvrent dans le plancher et dans la plateforme arrière. L'une d'elles mène à un petit atelier équipé pour réparer des pièces en fibres de carbone. Une autre est destinée à recevoir les poubelles (pas question pour un bateau écologique de polluer davantage une mer déjà saturée de déchets plastiques). Au milieu du pont, sous un panneau en carbone s'ouvre un grand trou béant. C'est l'endroit où se trouvait l'ancien gouvernail central, aujourd'hui remplacé par deux autres, plus petits, situés derrière chaque flotteur (lire ci-contre). A cette place viendra se fixer un des instruments de mesure prévus dans le cadre du projet *DeepWater*. Les cabines, elles, sont installées dans la partie avant. Il y en a six, capables d'héberger neuf personnes à la fois. L'espace à disposition a été optimisé afin d'offrir aux scientifiques qui monteront à bord des bureaux pour travailler au calme. La plus grande chambre – celle du capitaine – dispose de sa

propre salle de bains. Les autres sont plus modestes mais, selon les normes de la marine, demeurent spacieuses. Pas de climatisation (trop gourmande en électricité) pour rafraîchir l'air mais des ventilateurs. Et comme *PlanetSolar* s'est trouvé un sponsor spécialisé dans les matelas haut de gamme qui épousent le corps du dormeur, toutes les cabines en sont équipées. Etre écologique n'implique pas forcément de devoir se priver d'un certain confort.

Dans un local coincé entre deux chambres se trouve un désalinisateur. L'appareil est gourmand (entre 2000 et 4000 Watts) et risque d'entamer les réserves d'énergie. « *Nous disposons à bord de 1500 litres de réserves d'eau douce*, note Pascal Goulpié. *Le désalinisateur ne fonctionnera qu'épisodiquement, lors des longs trajets.* »

Les eaux usées sont également gérées de façon raisonnable. Les eaux grises (issues des douches et des lavabos) sont séparées des eaux noires (issues des toilettes) et stockées dans des compartiments distincts. Leur vidange doit obéir à une réglementation stricte.

**Entorse au principe énergétique** La cuisine, elle, est banale. A l'exception d'un détail, toutefois, l'unique entorse à l'esprit énergétique du projet : la cuisinière est le seul appareil non branché aux panneaux solaires. Elle est alimentée au gaz, source d'énergie non durable. Une seule bouteille de propane a été utilisée durant le tour du monde.

« *Nous avons également à bord deux moteurs thermiques de secours*, avoue Pascal Goulpié. *Ils nous ont été imposés par les assureurs, au cas où. Ils sont scellés et n'ont jamais servi.* »

Une autre exception, datant du tour du monde, a, quant à elle, pu être corrigée. « *En 2010, nous sommes en effet partis*

## UNE NOUVELLE PAIRE D'HÉLICES



La principale raison de la mise en chantier du MS «Türanor PlanetSolar» est le changement de son mode de propulsion.

L'ancien système utilisait, au bout de chaque flotteur, des hélices de surface qui n'étaient qu'en partie submergées.

Un dispositif expérimental assez compliqué à gérer dans des conditions réelles. Cette configuration obligeait le bateau à disposer d'un grand gouvernail central, peu commode à manœuvrer car situé hors du flux des hélices et générant une trainée dans l'eau.

Ce système est également à l'origine des deux seuls accidents mécaniques sérieux survenus durant le tour du monde bouclé en 2010-2012. C'est pourquoi les responsables du projet ont décidé

de revenir à une technologie classique, moins chère et plus fiable, à savoir des hélices entièrement submergées. Pour cela, il a fallu changer les arbres, installer un gouvernail derrière chaque flotteur et monter les hélices situées désormais en dessous des flotteurs et non plus derrière. L'ensemble du dispositif de propulsion est désormais plus simple qu'avant. Il devrait permettre à PlanetSolar d'atteindre les mêmes performances que durant le tour du monde, voire de les dépasser.

*avec un petit bateau d'appoint muni d'un moteur diesel, explique Pascal Goulpié. Il était prévu d'installer un moteur électrique, mais il n'était pas prêt. Il faut dire que nous avons dû précipiter notre départ.»*

A l'époque, une équipe française concurrente était en effet sur le point de réaliser un tour du monde avec leur propre bateau solaire. Pour être sûr de ne pas se faire coiffer au poteau, les responsables de PlanetSolar ont donc décidé de lever l'ancre dès la première fenêtre météo favorable, c'est-à-dire en septembre 2010, au lieu d'attendre la seconde, en avril 2011.

Cette précipitation n'a finalement servi à rien car, par manque de financement, les Français ne sont pas partis du tout. Aujourd'hui, les choses sont rentrées dans l'ordre puisqu'un propulseur électrique, rechargeable via les panneaux solaires, a remplacé le moteur au diesel de l'annexe.

**Dans le cerveau** Par un escalier raide, on monte enfin dans le cerveau de PlanetSolar: la timonerie. La vue sur le vaste toit solaire, pièce maîtresse du vaisseau, est imprenable. Les cellules photovoltaïques tapissent toute la surface à l'exception d'un étroit passage qui mène vers un puits descendant dans la marina. *«Nous avons aménagé ce couloir pour améliorer la circulation des personnes dans cet endroit vite surpeuplé, note Pascal Goulpié. Les gens étaient parfois forcés de marcher sur les panneaux, ce qui n'est pas conseillé.»*

Les panneaux ont d'ailleurs très bien tenu le choc du tour du monde. Ni l'eau ni le sel ne les ont détériorés. La seule casse a été causée par la chute d'objets ou d'êtres humains. Heureusement, il existe un stock à bord pour remplacer les modules cassés.

Le poste du pilote est muni de tout le matériel de navigation classique ainsi que d'écrans montrant toutes les données concernant l'ensoleillement, la production d'électricité par les modules solaires et le niveau de charge des batteries en lithium-ion situées dans les flotteurs et la nacelle centrale. En se plaçant à la barre, on se met à rêver de croiser en pleine

## «LE BATEAU NE SE SOULÈVE PAS AVEC LES VAGUES MAIS RENTRE DEDANS. LA NACELLE PREND ALORS LE RELAIS DE LA FLOTTAISON.»

**PASCAL GOULPIÉ, DIRECTEUR ET COFONDATEUR DE PLANETSOLAR SA**

mer, sans à-coups, propulsé par la seule énergie silencieuse du soleil et des moteurs électriques. Tout à coup, comme si le songe se réalisait, une légère ondulation se propage dans les jambes, le pont vient de perdre sa stabilité. Un sentiment imperceptible mais qui ne laisse aucun doute sur sa cause: le MS Türanor PlanetSolar s'est dégagé de son support d'acier et flotte librement sur l'eau, bercé par un léger clapotis. Il est temps de retourner à terre.

## FICHE TECHNIQUE DE L'EXPÉDITION

# LES SECRETS DE LA « PUISSANCE DU SOLEIL »

**PROPULSÉ** GRÂCE À L'ÉNERGIE PRODUITE PAR SES 29 000 CELLULES PHOTOVOLTAÏQUES, LE MS « TÛRANOR PLANETSOLAR » PEUT EMBARQUER NEUF PASSAGERS ET DISPOSE D'UNE AUTONOMIE DE TROIS JOURS EN CAS DE MAUVAIS TEMPS. LE TOUT SANS AUCUNE ÉMISSION DE CO<sub>2</sub>

**M**ars 2010, chantier naval Knierim Yachtbau, Kiel: après quatorze mois et 64 000 heures de travail, le MS *Tûranor PlanetSolar* pose pour la première fois ses flotteurs sur l'eau. Il est prêt à relever le défi que ses concepteurs lui ont fixé: être le premier bateau solaire à effectuer un tour du monde.

Ce projet a priori un peu fou est né de la rencontre entre deux hommes. Le premier, Raphaël Domjan est un jeune Neuchâtelois qui, après avoir été alpiniste, spéléologue, ambulancier, pilote et skipper, se définit aujourd'hui comme un « eco-explorateur ». Son objectif: traverser les océans en respectant l'environnement. Pour y parvenir, il songe d'abord à un ULM amphibie avant de jeter sur le papier les premiers croquis de ce qui deviendra *PlanetSolar*.

Le second, Immo Ströher est un homme d'affaires allemand. La soixantaine passée, passionné de longue date par les questions liées à l'environnement et plus particulièrement pour les technologies solaires, domaine dans lequel la société qu'il a fondée est active, il a les moyens nécessaires à financer une telle opération.

Parti le 27 septembre 2010 de Monaco, le catamaran retourne à la Principauté le 4 mai 2012 après avoir traversé les océans Atlantique, Pacifique et Indien et avoir franchi le canal du Panama et celui de Suez.

L'histoire aurait pu en rester là. L'équipe de *PlanetSolar* et Immo Ströher en ont cependant décidé autrement. Plutôt que de servir de yacht pour touristes fortunés, le MS *Tûranor*

a ainsi été reconverti en plateforme scientifique pour les besoins de l'expédition *DeepWater*.

Capable d'accueillir neuf personnes, le navire a donc repris la mer le 8 avril dernier sous la conduite de Gérard d'Aboville. Connu pour avoir été le premier navigateur à traverser l'océan Atlantique en solitaire à la rame dans le sens ouest-est, le capitaine français est assisté de trois hommes d'équipage (un second, un ingénieur électricien et un matelot). Son travail consiste pour l'essentiel à optimiser la vitesse et le cap du bateau de manière à arriver à destination dans les meilleures conditions. Pour ce faire, Gérard d'Aboville dispose d'un logiciel de routage spécialement développé pour *PlanetSolar*. Outre les prédictions traditionnelles sur cinq jours concernant les vents, les courants et les vagues, ce dernier intègre aussi celles de l'ensoleillement. Connaissant ces données, ainsi que tous les paramètres du bateau (production et consommation d'électricité), le capitaine peut dès lors anticiper les différents scénarios possibles.

Les places étant comptées à bord, les scientifiques se relaieront, quant à eux, à chaque escale en fonction de leurs objectifs spécifiques dans une sorte de jeu des chaises musicales.



**Pascal Goulpié**

42 ans, France

**Profession:** directeur et cofondateur de la société PlanetSolar SA.

**Rôle dans la mission:** direction générale. Ce physicien fait partie de l'aventure depuis le tour du monde réalisé en 2010-2012. Il a également supervisé l'optimisation du MS « Tûranor PlanetSolar » à La Ciotat.



**Gérard d'Aboville**

67 ans, France

**Profession:** navigateur.

Gérard d'Aboville est connu pour avoir traversé d'ouest en est l'Atlantique à la rame et en solitaire en 1980. Exploite qu'il a réédité dans l'océan Pacifique en 1991.

**Rôle dans la mission:** capitaine du MS « Tûranor PlanetSolar »



**Christophe Keckeis**

68 ans, Suisse

**Profession:** militaire.

**Rôle dans la mission:** responsable de la sécurité. Cet ancien chef de l'armée suisse a notamment assuré la sécurité du MS « Tûranor PlanetSolar » en 2012 au cours de la traversée du golfe d'Aden, haut lieu de la piraterie.



**Martin Beniston**

59 ans, Suisse

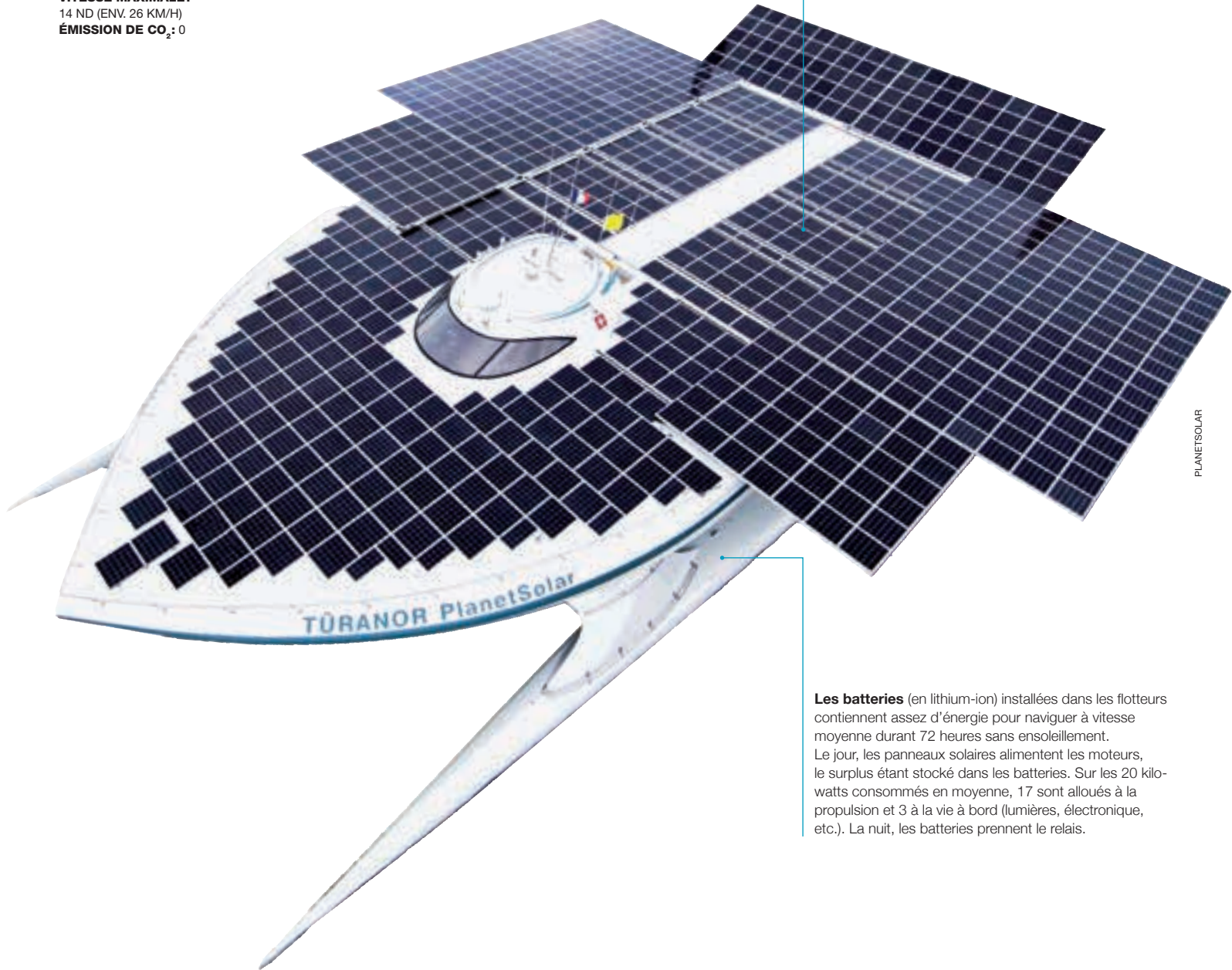
**Profession:** professeur ordinaire et directeur de l'Institut des sciences de l'environnement (Faculté des sciences)

**Rôle dans la mission:** leader de l'expédition « DeepWater PlanetSolar » et conception de ses aspects scientifiques.



**LONGUEUR:** 35 M.  
**LARGEUR:** 23 M.  
**HAUTEUR:** 6,3 M.  
**POIDS:** 89 T.  
**TIRANT D'EAU:** 1,5 M.  
**SURFACE DE MODULES SOLAIRES:** 516 M<sup>2</sup>  
**PUISSANCE MAXIMALE:** 120 KW  
**VITESSE MOYENNE:** 5 ND (ENV. 10 KM/H)  
**VITESSE MAXIMALE:** 14 ND (ENV. 26 KM/H)  
**ÉMISSION DE CO<sub>2</sub>:** 0

Le toit du MS «Tûranor PlanetSolar» compte **29 160 cellules photovoltaïques** en silicium monocristallin, couvrant plus de 500 m<sup>2</sup> et affichant un rendement de près de 20%. Les panneaux solaires sont actionnables à la main à l'aide d'un winch, deux « ailes » peuvent se déployer de part et d'autre du navire pour augmenter la surface exposée au soleil. Le panneau arrière, lui, est muni d'un système hydraulique qui permet de l'incliner de façon à suivre la course du soleil.



PLANETSOLAR

**Les batteries** (en lithium-ion) installées dans les flotteurs contiennent assez d'énergie pour naviguer à vitesse moyenne durant 72 heures sans ensoleillement. Le jour, les panneaux solaires alimentent les moteurs, le surplus étant stocké dans les batteries. Sur les 20 kilowatts consommés en moyenne, 17 sont alloués à la propulsion et 3 à la vie à bord (lumières, électronique, etc.). La nuit, les batteries prennent le relais.



**Bastiaan Ibelings**

51 ans, Pays-Bas

**Profession:** professeur ordinaire d'écologie microbienne à l'Institut Forel (Faculté des sciences)

**Rôle dans la mission:** étude du phytoplancton en milieu marin. Spécialiste des instruments de mesures biophysiques de l'eau qui seront utilisés à bord du MS «Tûranor PlanetSolar».



**Christel Hassler**

39 ans, Suisse

**Profession:** professeure ordinaire à l'Institut Forel (Faculté des sciences)

**Rôle dans la mission:** sélection des instruments de mesures océanographiques et des protocoles de navigation adaptés. Elle est chargée également d'effectuer les mesures au-dessus des zones de formation d'eau profonde.



**Jean-Pierre Wolf**

52 ans, France

**Profession:** professeur ordinaire au Groupe de physique appliquée (Faculté des sciences)

**Rôle dans la mission:** Mise au point, avec Denis Kiselev, assistant, de la Biobox, un instrument qui permet de mesurer la concentration, la taille et la composition des aérosols générés par l'océan.



**Jérôme Kasparian**

40 ans, France

**Profession:** chercheur au Groupe de physique appliquée (Faculté des sciences)

**Rôle dans la mission:** installation des instruments de mesures atmosphériques et organisation du traitement des données. Il est également investi dans la mise sur pied des activités didactiques

UN LONG FLEUVE TRANQUILLE

# LE GULF STREAM: DES BAHAMAS AU GRAND PLONGEON

**LE COURANT CHAUD** DE L'ATLANTIQUE NORD MODÈRE LE CLIMAT EUROPÉEN ET, EN PLONGEANT DANS LES ABYSSES EN MER DE NORVÈGE, ENVOIE PAR LE FOND DE GRANDES QUANTITÉS DE CARBONE FIXÉ PAR LE PHYTOPLANCTON

**L**e Gulf Stream est un long fleuve tranquille. Bien que son nom évoque le golfe du Mexique, ce courant marin n'y puise que peu d'énergie. L'essentiel de sa chaleur vient de l'Atlantique tropical et de la mer des Caraïbes. Après avoir suivi deux routes de part et d'autre des Antilles, les courants chauds du sud se regroupent à l'est de la pointe de la Floride en un point qui ne varie que très peu d'une année à l'autre. C'est là que naît le Gulf Stream. Le courant y est poussé vers le nord par les vents dominants. Il se laisse entraîner aussi par les forces induites par la rotation de la Terre. Mais son véritable moteur se situe plus au nord, dans la mer du Groenland et celle du Labrador. Là-bas, devenus froids et salés, en un mot plus denses que les eaux avoisinantes, les ultimes prolongements du Gulf Stream plongent dans les profondeurs de l'océan, entraînant à sa suite tout le fleuve marin. Commence alors une ronde planétaire qui passe par les abysses de tous les océans du monde. En fin de course, une partie de cette circulation remonte à la surface dans l'océan Atlantique au niveau de l'équateur et rejoint le début du Gulf Stream pour se payer un autre tour de carrousel. Ce carrousel, les océanographes lui ont donné un nom : la circulation thermohaline qui joue un rôle dans les échanges de chaleur à l'échelle planétaire et donc dans le contrôle du climat global. Entraînée par ce mouvement continu, une goutte d'eau met des millénaires à en boucler un seul tour.

**AVEC SA CENTAINE DE KILOMÈTRES DE LARGE ET SES 800 MÈTRES DE PROFONDEUR, CE COURANT MARIN REMPLIRAIT LE LÉMAN EN VINGT MINUTES**

*«Le Gulf Stream ne représente qu'une portion de ce parcours mais son impact en Europe est considérable, explique Christel Hassler, professeure assistante à l'Institut Forel, Faculté des sciences, et membre de l'expédition DeepWater qui vise, à bord du bateau solaire Tūranor PlanetSolar, à étudier le fameux courant. Par évaporation et contact avec l'atmosphère, il apporte de la chaleur des tropiques vers les côtes de l'Europe. C'est grâce à lui, par exemple, que nous passons à Genève des hivers modérés qui n'ont rien à voir avec les conditions rudes que l'on peut rencontrer à Ottawa (température moyenne de -10°C en janvier), la capitale du Canada étant pourtant située à peu près à la même latitude.»*

L'influence de ce courant se fait sentir jusque sur les côtes norvégiennes de la mer du Nord. Le cap Nord demeure en effet libre de glaces toute l'année alors qu'en hiver la banquise recouvre une grande partie de la mer Baltique pourtant bien plus au sud.

En plus d'être chaud, le Gulf Stream est aussi très puissant. Au large des États-Unis, lorsqu'il oblique vers l'Europe, il possède une vitesse atteignant les 9 km/h. Avec sa centaine de kilomètres de large et ses 800 m de profondeur, ce courant marin remplirait le Léman en 20 minutes. Pas étonnant qu'il ait été repéré dès le XVI<sup>e</sup> siècle par les conquistadors espagnols qui l'ont ensuite régulièrement exploité lors de leurs voyages de retour en Europe (tout en l'évitant dans l'autre sens). Cette stratégie



**TORTUE CAOUANNE.**  
EN FLORIDE, LES BÉBÉS  
DE CETTE ESPÈCE  
RETOURNENT À L'EAU ET  
SE FONT SOUVENT HAPPER  
PAR LE GULF STREAM.

ON PENSAIT QU'ILS  
SE LAISSAIENT ALORS  
PORTER PAR LE COURANT  
VERS LE NORD, PUIS VERS  
L'EST À TRAVERS L'ATLAN-  
TIQUE, VERS LE SUD LE  
LONG DE L'AFRIQUE AVANT  
DE RETOURNER, À L'ÂGE  
ADULTE, EN FLORIDE.

UNE ÉTUDE (« SCIENCE »,  
21 JANVIER 2011)  
A MONTRÉ QUE LES  
TORTUES SORTENT  
SOUVENT DU COURANT,  
PASSENT DU TEMPS DANS  
LES TOURBILLONS FOR-  
MÉS EN MARGE (« EDDIES »)  
ET VISITENT MÊME  
LES BERMUDES, AVANT  
DE REJOINDRE  
LE GULF STREAM

ELLES Y RECHERCHENT  
PROBABLEMENT  
DES ZONES PLUS RICHES  
EN NOURRITURE.

a amené au cours des siècles de nombreux navires chargés de trésors à longer les Keys, un chapelet d'îles au sud de la Floride, pour rejoindre le tapis roulant. Nombre d'entre eux y ont fait naufrage sur des récifs, offrant leur riche cargaison aux habitants des îles. Au point de créer une véritable industrie locale de naufrageurs au XIX<sup>e</sup> siècle.

En remontant la côte américaine, le Gulf Stream finit par rencontrer un autre courant circulant en sens contraire : le glacial courant du Labrador, venu de l'océan Arctique. Le résultat est un fléchissement du Gulf Stream vers l'est, laissant à l'autre le loisir de refroidir les côtes du Canada et de la Nouvelle-Angleterre. Le voisinage des deux courants que tout sépare (température, salinité, direction...) provoque des frictions. C'est en partie à cause d'elles que le Gulf Stream, en s'enfonçant dans l'Atlantique, commence à serpenter et à former de majestueux méandres qui évoluent lentement avec le temps. Des grands remous, aussi appelés vortex ou *eddies* en anglais, apparaissent et disparaissent en marge du courant chaud. Certains engendrent des remontées d'eau froide venue des profondeurs, d'autres, au contraire, provoquent des descentes d'eau chaude.

« En règle générale, l'eau froide venue des profondeurs est riche en minéraux comme le fer, les nitrates et les phosphates, autant de nutriments essentiels pour le phytoplancton, poursuit Christel Hassler. Ce dernier a donc tendance à proliférer rapidement dans ces vortex d'eau froide. L'un de nos objectifs scientifiques consiste à localiser et à étudier des *eddies* dont certains peuvent mesurer quelques centaines de kilomètres de diamètre et persister plusieurs mois. Nous aimerions réaliser des séries de profils de température, de salinité mais aussi d'activité biologique jusqu'à 250 m de profondeur (lire ci-contre). »

## MESURE DU COURANT

A bord du bateau solaire *Tûranor PlanetSolar*, un radar à effet Doppler mesure en continu la force du courant et sa direction depuis sa surface jusqu'à une centaine de mètres de profondeur.

A partir de Miami, toutes les minutes, un appareil pompe un peu d'eau de mer et en analyse les propriétés.

Celles-ci comprennent la salinité, la température et le taux d'oxygène mais aussi la quantité de chlorophylle « a », de phycocyanine et de phycoérythrine.

Le premier composé est un pigment photosynthétique présent dans l'ensemble du phytoplancton et qui renseigne sur l'importance de son stock. Les deux autres sont utilisés par les cyanobactéries. Cyanobactéries et phytoplancton prolifèrent dans des régions aux conditions (température, salinité) différentes et ne partagent pas les mêmes nutriments mais jouent tous les deux un rôle considérable dans la fixation du gaz carbonique présent dans l'atmosphère et donc dans le climat global.

Deux fois par jour, matin et soir, les chercheurs réalisent un sondage jusqu'à 250 m de profondeur, effectuant les mêmes mesures qu'en surface et en y ajoutant celle de la luminosité. Dans les remous du Gulf Stream, appelés *eddies*, et éventuellement dans la zone de formation d'eau profonde, les sondages seront plus fréquents. Ces données, alliées à celles sur les aérosols (lire en page 30), fourniront un tableau inédit du Gulf Stream, rassemblant les caractéristiques physiques et biologiques non seulement du courant mais aussi de l'air qui le surplombe.



Carte du Gulf Stream par Benjamin Franklin, vers 1770 (NOAA photo library)

1513

**LE GULF STREAM EST DÉCRIT POUR LA PREMIÈRE FOIS PAR LE CONQUISTADOR JUAN PONCE DE LEÓN. SON JOURNAL DE BORD ÉVOQUE UN COURANT QUI FAIT RECULER SON NAVIRE MALGRÉ LE VENT.**

1519

ANTON DE ALAMINOS, ANCIEN PILOTE DE JUAN PINCE DE LEÓN, EXPLOITE LA FORCE DU COURANT POUR RENTRER EN EUROPE.

1768

BENJAMIN FRANKLIN, RESPONSABLE DES POSTES DES FUTURS ÉTATS-UNIS, TENTE DE SAVOIR POURQUOI LES NAVIRES VENUS D'EUROPE METTENT PLUSIEURS SEMAINES DE PLUS À TRAVERSER L'ATLANTIQUE QU'EN SENS INVERSE. IL FOURNIT LA PREMIÈRE EXPLICATION CORRECTE DE L'ORIGINE DU GULF STREAM. IL EST ÉGALEMENT LE PREMIER À LE CARTOGRAPHIER.

En poursuivant sa route vers l'est, le Gulf Stream se divise en deux à la hauteur des Açores et perd son nom. Une branche continue vers l'Espagne, descend vers le sud, longe les côtes de l'Afrique et retransverse l'Atlantique vers l'équateur avant de rejoindre les Antilles et de fermer la boucle au large de la Floride. C'est le gyre subtropical de l'Atlantique Nord qui entoure la mer des Sargasses et qu'empruntent, entre autres, les tortues marines.

L'autre branche, appelée le courant Nord-Atlantique, est déviée vers le nord et l'Islande où elle se divise encore, direction la Norvège d'un côté, et la pointe du Groenland de l'autre. Après ce long trajet, l'eau s'est considérablement refroidie. Elle a transmis l'essentiel de sa chaleur à l'atmosphère qui l'a à son tour apportée au continent européen. L'évaporation a été telle que l'eau restante est également devenue très salée. En arrivant dans les régions polaires, elle subit un dernier brusque coup de froid. La combinaison de la salinité et du froid fait que la densité du courant dépasse subitement celle de la mer environnante qui, pour sa part, reçoit un apport important d'eau douce (et donc légère) issue de la fonte des glaces.

L'eau finit donc par plonger. Cette formation d'eau profonde est un phénomène qui n'existe, à cette échelle du moins, qu'en Atlantique Nord. Le phénomène se déroule essentiellement en mer de Norvège et, dans une moindre mesure, en mer du Labrador et en mer du Groenland. A ces endroits, et de manière assez variable selon la saison, l'eau descend à pic de plusieurs kilomètres, parfois assez rapidement. Une fois en bas, elle alimente alors ce qu'on appelle l'Eau Atlantique Profonde (*North Atlantic Deep Water*). Cette dernière forme une rivière d'eau très salée à 2000-3000 mètres de profondeur qui descend l'océan Atlantique jusqu'en Antarctique. Elle recueille au passage diverses contributions, dont celle de la Méditerranée dont une partie de l'eau salée plonge aussi au sortir du détroit de Gibraltar. La rivière sous-marine rejoint finalement le courant circumpolaire antarctique, encore plus puissant que le Gulf Stream.

De là, l'eau est distribuée dans les trois océans, Pacifique, Indien et Atlantique. Dans chaque cas, elle remonte environ au niveau de l'équateur et des côtes continentales pour alimenter les gyres subtropicaux des hémisphères Nord et Sud dont fait partie le Gulf Stream.

«*Notre espoir est d'identifier l'endroit où l'eau plonge, annonce Christel Hassler. Malheureusement, en été, la zone concernée est très petite. Il n'est pas sûr que nous la trouvions. Avec PlanetSolar, nous allons donc quadriller la région au nord de*

*l'Islande, là où nous aurons le plus de chance de succès. Je serai à bord du bateau pour cette partie du voyage. Il faudra suivre sans cesse le résultat de nos mesures de salinité et de température grâce auxquelles nous pourrions peut-être reconnaître et étudier de manière approfondie ce phénomène.* »

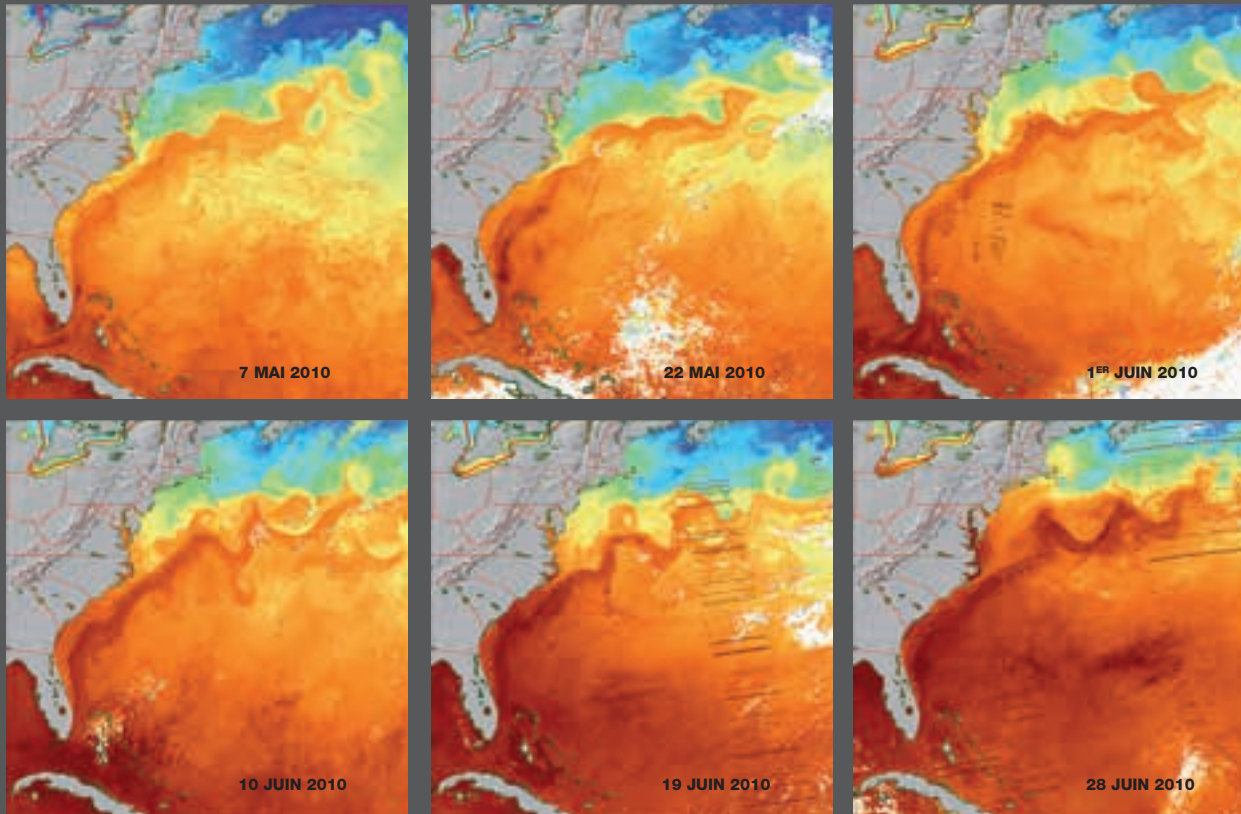
Un phénomène unique et précieux. Car non seulement il contribue à alimenter le Gulf Stream et donc à modérer le climat européen. Mais en plus, il envoie régulièrement par le fond, sans possibilité de retour, d'énormes quantités de carbone soustraites à l'atmosphère par le phytoplancton et les cyanobactéries, aussi appelées algues bleues-vertes, ce qui atténue l'émission des gaz à effet de serre due aux activités humaines.

Ces petits organismes sont en effet aussi efficaces que l'ensemble des prairies et des forêts pour fixer le gaz carbonique. A lui seul, le phytoplancton produit la moitié de l'oxygène que nous respirons. Phytoplancton et bactéries se régénèrent

**«NOTRE ESPOIR EST D'IDENTIFIER L'ENDROIT OÙ L'EAU PLONGE. MALHEUREUSEMENT, EN ÉTÉ, LA ZONE CONCERNÉE EST TRÈS PETITE.»**

**CHRISTEL HASSLER, PROFESSEURE ASSISTANTE À L'INSTITUT FOREL, FACULTÉ DES SCIENCES**

aussi très rapidement (leur population peut doubler en quelques jours) tout en étant sensibles aux conditions environnementales. Ils représentent donc d'excellentes sentinelles pour mesurer la pression anthropique sur la nature. C'est pourquoi les chercheurs genevois étudieront de manière intensive leur distribution le long du Gulf Stream ainsi qu'en profondeur.



**LE GULF STREAM**  
PHOTOGRAPHIÉ DEPUIS L'ESPACE ENTRE LE 7 MAI ET LE 28 JUIN 2010 PAR LE RADIMÈTRE AVHRR (ADVANCED VERY HIGH RESOLUTION RADIO-METER), UN INSTRUMENT EMBARQUÉ SUR LE SATELLITE POES DU « NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION ».

**LA COULEUR** INDIQUE LA TEMPÉRATURE DE L'EAU DE SURFACE. LES ZONES ROUGES SONT LES PLUS CHAUDES ET LES BLEUES LES PLUS FROIDES.

**DES TOURBILLONS** (« EDDIES ») SE FORMENT SUR LES MARGES DU COURANT.

NOAA

## LA MISSION OUBLIÉE



En juillet 1969, le monde entier a les yeux rivés sur le ciel pour suivre l'attente haletante de l'équipage d'Apollo 11 en partance pour la Lune. Qui se souvient qu'au même moment, entre 100 et 700 m sous la surface de l'Atlantique, une autre capsule tout aussi hermétique se laisse porter tranquillement par le Gulf Stream ? Le 16 juillet, à bord du sous-marin PX-15 Ben Franklin, l'océanographe et explorateur suisse Jacques Piccard, fils d'Auguste et père de Bertrand, admire le plancton qui l'entoure au travers d'un des 29 hublots du submersible qu'il a lui-même conçu. Il n'est qu'à 60 miles de Cap Canaveral au moment du lancement d'Apollo 11. Quatre jours plus tard, les deux

premiers hommes de l'histoire marchent sur la Lune. Dans un article qu'il écrira dans le *New York Times* le 20 août, Piccard note que « mis à part les 800 millions de Chinois et Albanais », lui et ses cinq compagnons sont probablement les seuls êtres humains sur Terre à avoir manqué la retransmission de l'événement à la télévision. Jacques Piccard, qui a étudié l'économie à l'Université de Genève, est alors déjà connu du grand public pour avoir été le premier, en 1960, à toucher le fond de la fosse des Mariannes à 10 916 m de profondeur à bord du Trieste. Il est également le constructeur du mésoscaphe Auguste Piccard qui emportera plus de 30 000 personnes admirer le fond du Léman entre 1963 et 1965. Construit par l'entreprise Giovanola à Monthey, le Ben Franklin est dessiné spécialement pour sa mission: l'étude du Gulf Stream. Parfaitement silencieux, il est emporté par le puissant courant à une vitesse moyenne de 2 nœuds. A l'aide d'une multitude de détecteurs, l'équipage effectue des millions de relevés de température, de salinité et de composition de l'eau, notamment en chlorophylle et en sels minéraux. Suivi en surface par le navire océanographique

Privateer qui déclenche régulièrement des explosions en surface, le submersible mesure aussi les échos et la vitesse du son dans l'eau. L'ingénieur suisse **Erwin Aebersold (photo prise en 1969)** est également à bord du Ben Franklin. Il rédige un journal précis et richement illustré de l'expédition. Ironiquement, la compagnie américaine Grumman Corporation qui a financé le projet, convaincue par Jacques Piccard de l'importance d'étudier le Gulf Stream, est la même qui a construit le module lunaire (LEM) de la mission Apollo. L'agence spatiale des Etats-Unis, la Nasa, joue elle aussi sur les deux tableaux puisqu'un de ses scientifiques est à bord du Ben Franklin pour étudier les conditions de vie prolongée (des humains et des microbes) dans un espace confiné en vue de la construction d'une station spatiale habitée (Skylab sera mise en orbite de 1973 à 1979). En tout, le périple sous-marin durera 31 jours. Parti au large de Palm Beach en Floride, le submersible de 130 tonnes parcourt 1500 miles nautiques. Après s'être fait enlacer par un calmar et attaquer par un espadon agressif, il refait surface au large de la Nouvelle-Ecosse le 14 août.

UNE MACHINE À TRAQUER LES AÉROSOLS

# COUP DE LASER SUR LES EMBRUNS AVEC LA BIOBOX

**UN APPAREIL** MIS AU POINT PAR LES PHYSICIENS DE L'UNIVERSITÉ DE GENÈVE PERMET D'IDENTIFIER LE CONTENU DES AÉROSOLS ÉMIS PAR LES OCÉANS. CE PHÉNOMÈNE JOUE UN RÔLE IMPORTANT DANS LE CLIMAT DE LA PLANÈTE MAIS IL EST ENCORE TRÈS MAL CONNU

**U**ne gouttelette d'eau de mer arrachée à l'océan qui s'évapore et relâche son contenu microscopique dans l'atmosphère, cela arrive tout le temps et ce n'est sans doute pas ça qui va changer la face du monde. Mais si l'on considère ce petit phénomène à l'échelle de la Terre entière, couverte à 70% d'eau, on obtient l'un des problèmes les plus épineux auxquels sont confrontés les climatologues. En effet, les aérosols émis par les océans exercent une influence sur le climat de la planète. Personne n'en doute mais personne ne sait exactement comment ni à quelle hauteur.

Embarqué sur le MS *Türanor PlanetSolar*, le bateau solaire parti étudier le Gulf Stream, un appareil mis au point par des chercheurs de l'Université de Genève devrait aider à y voir plus clair dans ces insaisissables embruns. Baptisé Biobox, le dispositif a été initialement développé pour mesurer le pollen sur la terre ferme. Il a été adapté de façon à résister aux secousses incessantes d'un navire et à identifier les particules émises par les océans.

**Des millions de particules** En y regardant de près, que ce soit sur terre ou sur mer, l'air n'est jamais vraiment pur. Chaque mètre cube de l'atmosphère contient, en moyenne, des centaines de millions de particules.

«*Notre méconnaissance concernant ces aérosols, leur concentration, leur nature et leur effet, est à l'origine de la plus grande incertitude dont souffrent les modèles climatologiques actuels*», précise Jean-Pierre Wolf, professeur au Groupe de physique appliquée (Faculté des sciences) et responsable du projet Biobox.

**L'APPAREIL  
A ÉTÉ ADAPTÉ  
DE FAÇON  
À RÉSISTER AUX  
SECOUSSES  
INCESSANTES  
D'UN NAVIRE ET  
À IDENTIFIER  
LES PARTICULES  
ÉMISES PAR  
LES OCÉANS**

En effet, dans les deux derniers rapports du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), les modèles du «forçage radiatif» sont entachés d'une erreur importante (+/- 60%). Et la quasi-totalité de cette incertitude est attribuée aux aérosols.

Le forçage radiatif est le bilan entre l'énergie lumineuse du Soleil reçue par le système terrestre (planète et atmosphère) et le rayonnement que la Terre émet vers l'espace. Si cette

grandeur est positive, le soleil apporte plus de chaleur que la Terre ne peut en évacuer. Dans ce cas, un effet de serre excessif produit un réchauffement global, situation qui semble être celle qui prévaut aujourd'hui.

L'inverse, qui pourrait survenir en cas de couverture nuageuse très importante réfléchissant la quasi-totalité des rayons du soleil, entraînerait un refroidissement au niveau du sol. Entre les deux, c'est l'équilibre.

Qu'il s'agisse des gaz à effet de serre (CO<sub>2</sub>, méthane, oxydes d'azote, etc.), de l'ozone, de la vapeur d'eau stratosphérique, de la nature du sol (eau, terres,

neige, roches, forêts...) ou encore des aérosols (nuages ou particules), de nombreux éléments entrent en ligne de compte dans le calcul du forçage radiatif.

Alors que la contribution des gaz à effet de serre est clairement positive, celle des aérosols est négative. Cela signifie que ces derniers ont, dans l'ensemble, tendance à réfléchir les rayons du soleil de manière directe, par les poussières ou autres composés chimiques, mais aussi de manière indirecte par les nuages. Les aérosols servent en effet de noyau de condensation pour la vapeur d'eau et se trouvent ainsi à l'origine de la formation des nuages. Ces derniers, surtout

**LES OCÉANS** COUVRENT PLUS DE 70% DE LA SURFACE DE LA PLANÈTE.

**LE VENT**, LES VAGUES ET L'ÉVAPORATION GÉNÈRENT L'ÉMISSION DE PARTICULES QUI RESTENT EN SUSPENSION DANS L'AIR.

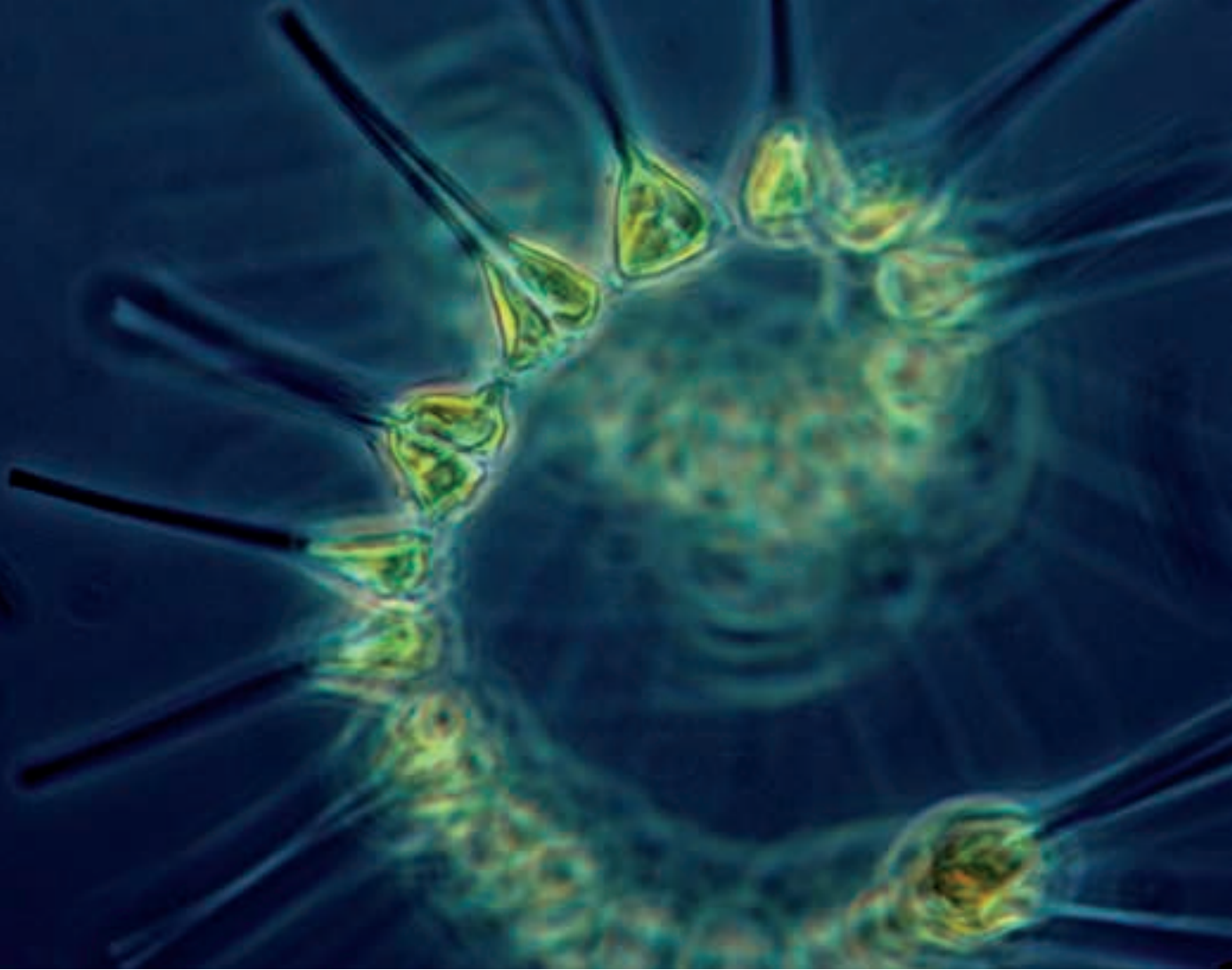
**LES AÉROSOLS** PRÉSENTS AU-DESSUS DES OCÉANS REFLÈTENT PROBABLEMENT LES CONDITIONS PHYSIQUES ET L'ACTIVITÉ BIOLOGIQUE DANS L'EAU.



**LE PHYTOPLANCTON**  
EST UN GROUPE DE  
PETITS ORGANISMES  
PEUPLANT LES OCÉANS.

IL VIT DE LA PHOTO-  
SYNTHÈSE, FIXE  
LE CARBONE ET PRODUIT  
DE L'OXYGÈNE.

IL SE TROUVE ÉGALEMENT  
À LA BASE DE  
LA CHAÎNE ALIMENTAIRE  
DES ANIMAUX MARINS.



DR

## UNE BOÎTE À BIEN «PLAIR»



DR

Météosuisse cherche à automatiser son système de détection des pollens et des spores. Il était temps : la technique actuelle consiste à exposer à l'air un ruban adhésif, à attendre un laps de temps précis avant d'observer et de compter les particules qui y sont collées. Parmi les différentes options envisagées par le service météorologique et climatologique national pour se moderniser se trouve la Biobox, mise au point par des chercheurs du Groupe de physique appliquée (GAP).

«Cet appareil aspire de l'air qu'il souffle ensuite sous la forme d'un jet étroit dans une petite chambre, explique Denis Kiselev, assistant au GAP qui a terminé sa thèse sur la conception de la Biobox. Le jet passe exactement au point de croisement de deux rayons laser rouge. Si une particule passe par là, elle diffuse cette lumière. Deux détecteurs permettent ensuite de mesurer cette diffusion et son intensité, ce qui permet de déduire la taille de l'impureté.» Dès qu'une particule est détectée, elle est bombardée par un autre laser, émettant de la lumière ultraviolette. Elle absorbe alors les UV et réémet immédiatement de la lumière visible : c'est la fluorescence. Un autre détecteur analyse ce signal et en tire un spectre qui fournit une idée de la composition chimique de chaque particule. Cette information est essentielle dans le cas, fréquent, où l'on veut faire la différence entre des pollens d'espèces différentes mais dont la taille est identique.

La Biobox embarquée sur le MS *Tûranor PlanetSolar* fonctionne sur le même principe. Très compacte, de la taille d'un carton de bananes, elle a été adaptée à la détection des

aérosols marins : bactéries ou planctons, bref, tout ce qui mesure plus d'un micron et qui émet de la fluorescence. Autre avantage, surtout par rapport à la technique du ruban adhésif également en vogue en océanographie : la Biobox, reliée à un ordinateur, fonctionne en continu. Les perspectives commerciales intéressantes de l'appareil ont convaincu Denis Kiselev, Jean-Pierre Wolf, professeur au GAP, et Svetlana Afonina, étudiante, de fonder une start-up. Baptisée Plair, celle-ci devrait voir le jour cette année encore. L'équipe a d'ores et déjà marqué un bon point en parvenant en finale du concours suisse Venture 2012 organisé par McKinsey qui prime les 20 meilleurs business plan qui lui sont soumis.

Dans un premier temps, le succès de Plair dépendra beaucoup de la décision de Météosuisse puisque l'agence souhaite moderniser toutes les stations météorologiques du pays. La Biobox n'est pas seule sur les rangs mais ce qui est sûr, c'est qu'elle aura un avantage certain sur ses concurrents puisqu'elle aura passé un sacré test en se faisant balloter à bord d'un navire durant trois mois.



ceux qui flottent à très haute altitude, reflètent le soleil de manière très efficace, privant les terres situées en dessous de sa chaleur.

Il existe plusieurs sources d'aérosols. La pollution générée par les activités humaines en émet de grandes quantités, notamment par la combustion du bois, du diesel ou du mazout, l'incinération des déchets ou encore l'activité de certaines usines et des centrales thermiques au charbon. De nombreuses études au sol, dans les villes notamment, ou en ballon, permettent de quantifier de manière assez précise ce type d'émissions de particules.

Les feux de forêts, les tempêtes de sables et les volcans sont aussi des producteurs importants de particules quoique de manière plus ponctuelle. Leurs émissions, particulièrement denses, sont souvent aisées à mesurer par satellite.

Et puis, il y a les particules émises par les océans : sel, virus, bactéries, plancton ou encore les composés sulfatés. Les chercheurs ont en effet découvert, depuis peu, que les océans émettent entre un quart et un tiers des aérosols sulfatés présents dans l'atmosphère. Ces molécules, dont on pensait qu'elles étaient exclusivement produites par les volcans, la consommation d'énergie fossile et la combustion de biomasse par l'homme, sont probablement aussi générées par l'activité biologique marine.

**Donnée essentielle** Le problème, pour les scientifiques, consiste à savoir à quelle hauteur ces aérosols, en particulier ceux des océans, contribuent, négativement, au forçage radiatif. Cette donnée est essentielle pour la mise au point de leurs modèles sur lesquels se basent nombre de décideurs politiques. Si l'effet est important, les prévisions climatiques (hausse de la température globale et du niveau des mers) pourraient être beaucoup moins funestes que prévu. Dans le cas contraire, c'est le scénario catastrophe qui prévaudrait. *«La quantité de particules relâchées dans l'atmosphère par mètre carré d'océan n'est pas bien grande, admet Jean-Pierre Wolf. Et même si, à l'échelle planétaire et en raison de la prédominance des mers, l'effet devient plus que significatif, la densité d'aérosols dans l'air reste localement trop faible pour être détectable précisément depuis l'espace.»*

Il faut donc se rendre sur place pour se faire une idée plus précise du phénomène. Et pour ce genre d'expéditions, *PlanetSolar*, fonctionnant exclusivement à l'énergie solaire, est le moyen de transport idéal. Non seulement il ne contribue pas, en naviguant, à l'effet de serre que le chercheur s'applique à étudier, mais, en plus, il n'émet aucune particule dans l'air susceptible de fausser les mesures, contrairement aux navires océanographiques traditionnels propulsés avec des moteurs diesels.

L'appareil destiné à l'analyse des aérosols, la Biobox (lire

ci-contre), est installé à l'intérieur du bateau, dans une des cabines de l'avant. Un tuyau relié à l'extérieur via le système d'aération permet d'aspirer de l'air pour les besoins de la mesure. Cette dernière est réalisée à l'aide de lasers et de détecteurs dont le résultat permet de reconnaître la taille des particules contenues dans l'échantillon de gaz et, surtout, de se faire une idée de leur composition chimique. Cette information est essentielle pour distinguer les aérosols de même grandeur mais de nature différente.

## MIEUX ON CONNAÎT CE PARAMÈTRE, PLUS ON POURRA RÉDUIRE LES INCERTITUDES DONT SOUFFRENT LES MODÈLES CLIMATIQUES

JEAN-PIERRE WOLF, PROFESSEUR AU GROUPE DE PHYSIQUE  
APPLIQUÉE, FACULTÉ DES SCIENCES

L'instrument ne fonctionne toutefois que pour les particules mesurant entre 1 et 100 micromètres. Les chercheurs se borneront à mesurer la taille des aérosols plus petits et à les compter à l'aide d'un autre appareil plus classique trouvé dans le commerce.

*«Le premier objectif est de quantifier et d'identifier la nature des aérosols émis par les océans, précise Jean-Pierre Wolf. Mieux on connaît ce paramètre, plus on pourra réduire les incertitudes dont souffrent les modèles climatiques. Ensuite, nous tenterons de tisser des liens entre le taux d'émission de ces aérosols et ce qui se passe dans la colonne d'eau en dessous : température, salinité, intensité et profondeur de l'activité biologique. Il est prévu de mesurer ces paramètres presque en continu en surface et deux fois par jour jusqu'à 250 m de profondeur (lire en page 26).»*

En naviguant en bordure du Gulf Stream, là où se rejoignent des courants d'origine différente, ainsi que sur la zone où ce même Gulf Stream, devenu froid, est censé plonger dans les profondeurs océaniques (au nord de l'Islande), les chercheurs rencontreront des conditions physico-chimiques suffisamment variées. *«Afin de suivre les éventuels changements dans le temps, note Jean-Pierre Wolf, l'idéal serait, bien entendu, de pouvoir répéter régulièrement les mêmes mesures à l'avenir.»*

**LES PARTICIPANTS**  
 AU CAMP DE VACANCES  
 PLANIFIÉ EN MARGE  
 DE L'EXPÉDITION  
 «DEEPWATER PLANET-  
 SOLAR» ORGANISERONT  
 EUX-MÊMES LEUR  
 PÉRIPLE JUSQU'À  
 L'ESCALE DE BERGEN  
 EN NORVÈGE.

CAMPAGNE DE SENSIBILISATION

# «PLANETSOLAR DEEPWATER» L'AVENTURE PÉDAGOGIQUE

**UNE EXPOSITION** AQUATIQUE, DEUX CAMPS DE VACANCES ET DE NOMBREUSES ACTIVITÉS PÉDAGOGIQUES NOURRIRONT LE DIALOGUE AVEC LE PUBLIC DURANT TOUTE L'EXPÉDITION «PLANETSOLAR DEEPWATER»

**B**ateau propre, le MS *Türanor PlanetSolar* permettra aux chercheurs de l'UNIGE mobilisés dans le cadre de l'opération *DeepWater* d'effectuer des mesures qui seraient impossibles à obtenir avec un voilier ou un navire à moteur conventionnel. Mais ce n'est pas son seul avantage. Plus grand bateau solaire jamais construit au monde, le catamaran développé par Raphaël Domjan est aussi une spectaculaire attraction médiatique, comme l'a montré le très fort engouement suscité par le tour du monde achevé l'an dernier. D'où l'idée d'accompagner le volet recherche de l'expédition d'une large campagne destinée à sensibiliser le grand public aux enjeux climatiques et plus généralement à la démarche scientifique. Au programme: une exposition aux Bains des Pâquis, deux camps de vacances (à Versoix et en Norvège), ainsi qu'une foule d'activités destinées aux élèves du primaire et du secondaire non seulement en Suisse, mais également dans chaque ville où le bateau fera escale.

Le moment est bien choisi. Mise en avant, notamment par les travaux du Groupe d'experts intergouvernemental sur le climat (GIEC), depuis la fin des années 1990, la problématique du changement climatique s'est peu à peu imposée comme une priorité dans l'agenda politique mondial. Depuis quelques années, elle a cependant été reléguée au second plan pour cause de crise économique, de guerre ou d'accident nucléaire majeur. A l'heure où la calotte glaciaire du Groenland s'est réduite dans des proportions inconnues jusqu'ici, ce recul est jugé de plus en plus alarmant par la communauté scientifique. Toute

action susceptible de contribuer à remettre le sujet à l'ordre du jour est donc la bienvenue.

Par ailleurs, le récent désaveu subi par les chercheurs du Programme national de recherche 59 («L'utilité et les risques de la dissémination des plantes génétiquement modifiées») devant le Parlement, qui a reconduit le moratoire sur les OGM alors que leur innocuité était démontrée, pose également de nombreuses questions sur le hiatus existant entre

savoir scientifique et décision politique.

Pour faire évoluer les choses, deux axes ont été privilégiés dans le cadre du projet *DeepWater*: l'information au grand public et la sensibilisation des jeunes. Dès le coup d'envoi de l'expédition, tout un chacun pourra ainsi suivre quotidiennement la vie à bord du bateau par le biais de contenus rédactionnels et vidéo diffusés sur un blog en trois langues (français, allemand, anglais) et les réseaux sociaux. «L'idée, explique Candice Yvon, coordinatrice du projet pour l'Université, est de permettre à un public aussi large que possible de s'immerger

ger dans une démarche scientifique: comment monte-t-on une expérimentation, comment gère-t-on les résultats obtenus, les aléas liés à la navigation maritime ou les contraintes induites par le milieu?»

Pour compléter le propos et toucher une audience qui n'est pas forcément acquise à la cause scientifique, un partenariat

**«COMMENT MONTE-T-ON UNE EXPÉRIMENTATION, COMMENT GÈRE-T-ON LES RÉSULTATS OBTENUS, LES ALÉAS LIÉS À LA NAVIGATION MARITIME OU LES CONTRAINTES INDUITES PAR LE MILIEU?»**



CHADHLERS/WFP

avec les Services industriels de Genève (SIG) donnera lieu à une présentation sur la gestion de l'énergie au niveau individuel, tandis qu'une exposition prendra ses quartiers du 15 juin au 1<sup>er</sup> septembre sur le site des Bains des Pâquis. Signalée par un faux iceberg placé devant la jetée des Bains, elle comprendra une quinzaine de panneaux didactiques dont certains seront immergés dans le lac. Pour découvrir cette scénographie originale, il ne faudra donc pas oublier d'emporter avec soi masque et tuba.

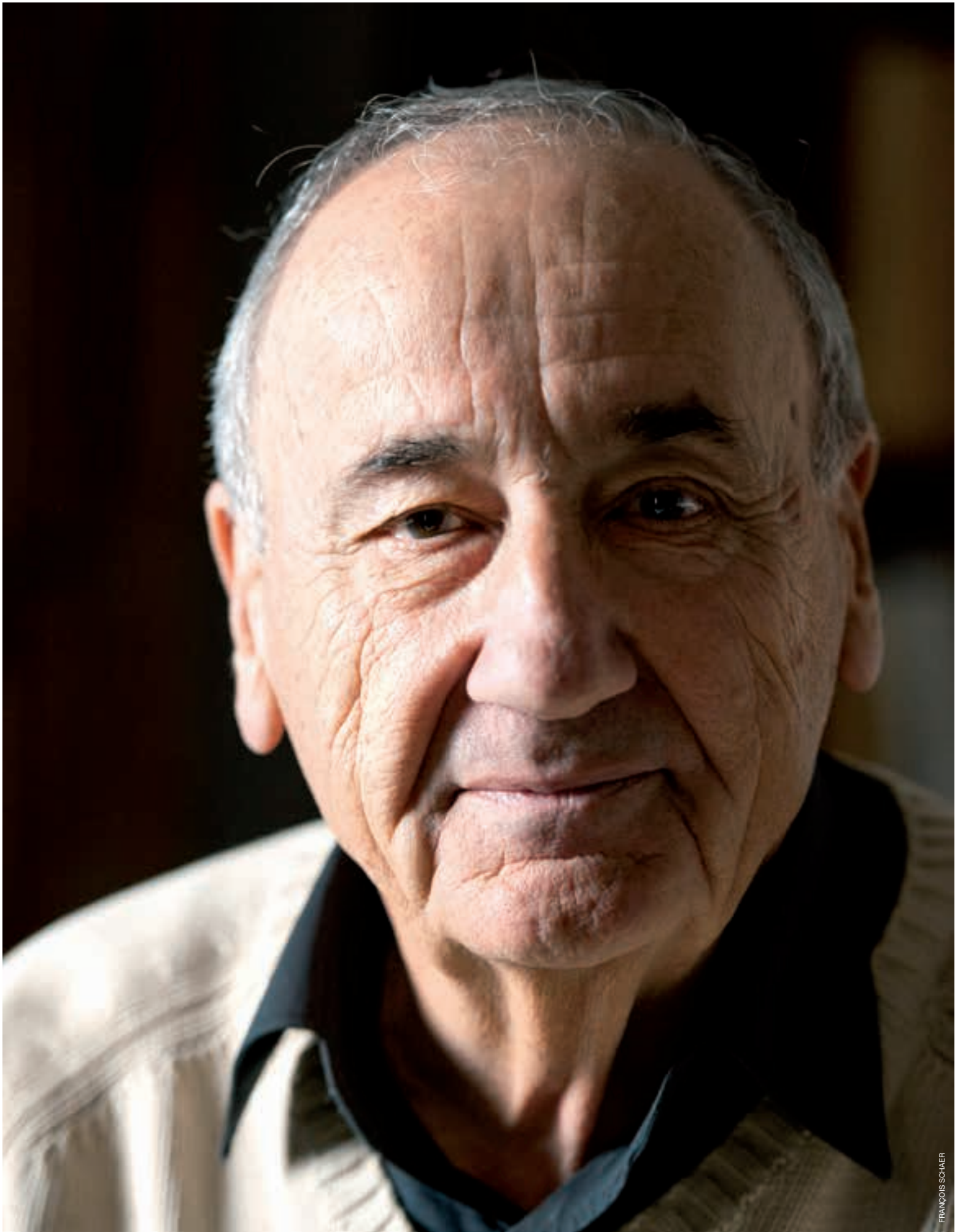
Du côté des classes, de nombreuses interventions sont prévues au niveau du primaire et du secondaire. Avec l'appui de ressources pédagogiques spécialement conçues pour l'occasion, les enseignants auront notamment la possibilité de proposer à leurs élèves des séquences de travail de plusieurs semaines sur un certain nombre de thématiques liées au changement climatique. Ces modules seront couronnés par la visite de scientifiques en classe ainsi que par un échange par vidéoconférence avec l'équipage de *PlanetSolar*.

Deux camps de vacances sont par ailleurs proposés au jeune public durant l'été. Le premier, sous la forme d'un centre aéré à l'Institut Forel, permettra à des enfants de 10 à 12 ans

de réaliser sur le lac des expériences similaires à celles effectuées par l'équipe de *PlanetSolar* (circulation des courants, étude du phytoplancton, impact des changements climatiques sur les milieux lacustres). Des contacts sont également prévus avec les membres de l'expédition.

Le second, destiné aux 15 à 18 ans et organisé en collaboration avec le Centre protestant de vacances, verra un groupe d'adolescents rejoindre l'escale de Bergen sac au dos après un périple de trois semaines. Les participants auront à charge d'organiser eux-mêmes l'itinéraire et la logistique du voyage tout en réalisant une série de petites expériences scientifiques en lien avec les travaux menés à bord du bateau solaire. Là encore, des échanges réguliers auront lieu avec l'équipage.

Enfin, diverses manifestations incluant la visite du bateau par des classes sont, en outre, prévues à chaque escale (Miami, New York, Boston, Saint John's, Reykjavik et Bergen) selon le modèle éprouvé lors du tour du monde.



# CHARLES BONNET, LE PHARAON NOIR DE SATIGNY

## DE LA RESTAURATION

DE LA CATHÉDRALE  
SAINT-PIERRE À LA  
DÉCOUVERTE DES  
PHARAONS NOIRS,  
CHARLES BONNET  
ŒUVRE DEPUIS  
CINQUANTE ANS POUR  
RENDRE AUX VIVANTS  
UNE PARTIE DE LEUR  
PASSÉ. UN PARCOURS  
EXEMPLAIRE QUE  
VIENT AUJOURD'HUI  
SALUER LE PRIX DE  
LA FONDATION POUR  
GENÈVE

---

**Issu d'une famille de viticulteurs de Satigny, vous avez d'abord été formé au métier de vigneron. Pourquoi avoir troqué votre séca-teur contre une truette d'archéologue ?**

Mon intérêt pour l'archéologie remonte assez loin. Tout jeune, je suivais les conférences données par Louis Blondel sur l'époque romaine et j'ai sans doute aussi été influencé par ma mère qui s'intéressait beaucoup aux princesses bourgondes et qui pensait que je devais en retrouver les traces. Cependant, mon père tenait à ce que j'apprenne un « vrai » métier. J'ai donc fait une école d'agriculture puis une haute école de viticulture afin de reprendre le domaine familial. Puis, dès que j'en ai eu l'occasion, je suis parti pour l'Amérique latine où j'ai passé pas mal de temps à visiter les grands sites précolombiens. J'en suis revenu avec l'intention de me spécialiser dans ce domaine.

**Vous avez cependant rapidement déchanté...**

Le seul enseignement précolombien qui existait dans la région était le cours donné à Lyon par Jacques Soustelle, qui était alors ministre du général De Gaulle. Il m'a convaincu qu'il était impossible de travailler sur l'archéologie précolombienne sans s'installer de l'autre côté de l'Atlantique, ce qui n'était pas vraiment compatible avec la gestion d'un domaine viticole. En 1961, je me suis donc inscrit à l'Université de Genève pour y accomplir un Certificat en études orientales.

**A quand remonte votre première fouille ?**

J'étais encore à l'Université lorsqu'un de mes cousins m'a invité à examiner des blocs de pierre qu'il avait retrouvés dans son champ et qui lui semblaient étranges. Avec quelques collègues de cours, sans méthode particulière, nous avons creusé un trou et nous avons mis au jour un

ensemble de bains romains relativement bien conservé.

**Vous dites souvent que vous appartenez à une génération dorée d'archéologues. Pourquoi ?**

J'ai assisté à l'invention d'un nouveau métier. Aujourd'hui, l'archéologie de terrain a ses règles, ses principes, ses spécialistes. Dans les années 1960, ce n'était pas le cas. Tout était à faire. A titre d'exemple, Marc-Rodolphe Sauter, qui dirigeait le Service d'archéologie cantonale à l'époque, disposait d'un budget annuel de 4000 francs, ce qui, disait-il, ne suffisait pas à payer la benzine de sa voiture. Aujourd'hui, on parle en millions. D'autre part, j'ai fait presque

**« AUJOURD'HUI,  
L'ARCHÉOLOGIE DE  
TERRAIN A SES RÈGLES,  
SES PRINCIPES,  
SES SPÉCIALISTES.  
DANS LES ANNÉES 1960,  
TOUT ÉTAIT À FAIRE »**

toute ma carrière dans un contexte de prospérité générale (les Trente Glorieuses) qui a permis de lancer un énorme mouvement de restauration des monuments historiques.

**Expert au sein de la Commission fédérale des monuments historiques et archéologue cantonal, vous avez ensuite supervisé de très nombreux chantiers en vous fondant sur une méthode novatrice, l'« archéologie du bâti ». En quoi consiste-t-elle ?**

L'idée générale est que lorsqu'on aborde un site archéologique, il ne faut pas se précipiter pour

creuser des trous, mais prendre le temps de comprendre de quoi sont faits les restes encore visibles. Avec un peu de savoir-faire, on peut en effet lire sur un mur comme dans un livre. Un autre élément important tient à la restauration qui, jusque dans les années 1960, signifiait souvent la destruction pure et simple du bâtiment concerné. Il a fallu du temps et de la persuasion pour faire comprendre aux architectes que l'on ne pouvait pas utiliser du béton pour intervenir sur une église du Haut Moyen Age.

**Vous avez également toujours été très attentif à rendre vos découvertes accessibles au public, pourquoi ?**

Si l'archéologie consiste à se précipiter dans le passé pour ne plus en sortir, cela n'a aucun intérêt. Notre travail consiste à tisser des liens entre le monde des morts et le monde des vivants et donc à présenter les vestiges que nous retrouvons à un public élargi.

**De ce point de vue, Genève dispose de nombreux sites importants, dont celui de la cathédrale sur lequel vous avez travaillé pendant près de trente ans et qui compte aujourd'hui parmi les sites les plus importants d'Europe de par sa taille et le nombre de visiteurs. Il reste cependant beaucoup à faire...**

Ces dernières années ont en effet été marquées par toute une série de découvertes sensationnelles : une tête de pont du XII<sup>e</sup> siècle à Carouge, une église et une nécropole du IV<sup>e</sup> siècle à Saint-Antoine, un four à métal à Saint-Gervais et un four à pain du I<sup>er</sup> siècle de notre ère sur le site du Théâtre de l'Alhambra. Ce dernier élément est particulièrement important dans la mesure où il confirme l'hypothèse selon laquelle la ville comptait depuis très longtemps des aménagements conséquents non seulement sur la colline, mais également le long du lac.

**La plupart de vos campagnes se sont soldées par des découvertes importantes. Quelle est la part de chance dans la réussite d'un archéologue ?**

Ma chance, c'est surtout de m'être d'emblée intéressé à ce que l'on pourrait appeler une sorte de contre-histoire.

**C'est-à-dire ?**

Il y a cinquante ans, le Haut Moyen Age était jugé sans intérêt. C'était une période au cours de laquelle il était supposé ne s'être rien passé. Or, plutôt que de suivre les chemins tracés par les archéologues et les historiens de l'époque, j'ai choisi de me concentrer sur ces périodes méconnues. Et cela a fonctionné au-delà de mes espérances, en Suisse, mais aussi au Soudan.

**Comment avez-vous décidé de fouiller sur le site de Kerma, dont on était loin de soupçonner l'importance à ce moment ?**

Avec quelques camarades, nous avions l'habitude de refaire le monde autour d'un café après les cours. Un jour, nous nous sommes dit que nous devrions mettre en pratique ce que nous apprenions en menant nos propres fouilles. L'idée a fait son chemin, nous avons trouvé un finance-

## «SI L'ARCHÉOLOGIE CONSISTE À SE PRÉCIPITER DANS LE PASSÉ POUR NE PLUS EN SORTIR, CELA N'A AUCUN INTÉRÊT»

ment mais nous nous sommes vite aperçus que les choses seraient très compliquées en Egypte où il y avait déjà des centaines de chercheurs. Le Soudan, au contraire, faisait figure de territoire vierge. Portés par un certain romantisme, nous nous sommes donc lancés dans l'aventure.

**Qu'avez-vous trouvé en arrivant sur place ?**

Le site de Kerma était connu à cause de la présence d'un bâtiment de briques crues d'une vingtaine de mètres de hauteur que les habitants appellent la Deffoufa. Cet édifice avait été fouillé au XIX<sup>e</sup> siècle par l'archéologue américain Reisner qui avait conclu qu'il s'agissait d'un palais égyptien.

**Sur quelles bases ?**

Dans son esprit, il semblait évident qu'un tel édifice ne pouvait être l'œuvre des populations

**TAHARQA EST LE PLUS CONNU DES CINQ PHARAONS NOIRS DE LA XXV<sup>e</sup> DYNASTIE DONT CHARLES BONNET A RETROUVÉ LES STATUES AU SOUDAN.**

CITÉ DANS LA BIBLE, IL A RÉGNÉ SUR UN IMMENSE ROYAUME COMPRENANT LA NUBIE ET L'ÉGYPTE ENTRE 690 ET 664 AV. J.-C.

EN TANT QUE CHEF MILITAIRE, IL A DÛ LUTTER CONSTAMMENT CONTRE LA MENACE ASSYRIENNE. GRAND CONSTRUCTEUR, IL A NOTAMMENT ÉRIGÉ LE TEMPLE DÉDIÉ À AMON, SITUÉ AU PIED DU GEBEL BARKAL (SOUDAN) OÙ SE TROUVE ÉGALEMENT SA PYRAMIDE.

RECONSTITUÉES DANS LEUR INTÉGRALITÉ, LES SEPT STATUES RETROUVÉES SUR LE SITE DE DOUKKI GEL, D'UNE QUALITÉ ARTISTIQUE EXCEPTIONNELLE, SONT ACTUELLEMENT EXPOSÉES AU MUSÉE DE KERMA, INAUGURÉ EN 2008 ET FINANCÉ PAR UN PARTENARIAT SOUDANO-SUISSE.

autochtones, considérées comme peu civilisées. C'était donc forcément l'œuvre du grand voisin égyptien.

**Une thèse que vous avez mis une vingtaine d'années à démentir ?**

Nous nous sommes progressivement aperçus que le site était très ancien et que la Deffoufa avait été reconstruite au moins une trentaine de fois, ce qui plaçait pour une origine ancienne et autochtone. Par ailleurs, nous avons également mis au jour certains éléments – comme des dépôts de fondation – qui indiquaient que nous étions en présence d'un lieu de culte. Cependant, malgré ces preuves, nous avons dû batailler longtemps pour faire accepter cette idée. Pour de nombreux spécialistes, il était en effet impensable que cette région ait pu donner naissance à une telle civilisation. Tout le monde pensait que le royaume de Kouch se trouvait dans un rapport de soumission à l'Égypte. Nos découvertes ont montré qu'il s'agissait en fait d'un Etat bien organisé qui résistait farouchement à l'hégémonie de son grand voisin.

**Ce n'est de loin pas la seule découverte que vous avez faite au Soudan...**

En effet, aux alentours de la Deffoufa, nous avons aussi dégagé les restes d'une ville qui était la capitale du royaume de Kouch et dont une



NICOLAS FAURE

partie du plan est aujourd'hui visible grâce à nos travaux de restauration. Une immense nécropole a également été retrouvée aux environs.

**En 2003, sur le site voisin de Doukki Gel, vous avez exhumé les statues de cinq pharaons noirs. Dix ans après cet événement, alors que vous approchez des 80 ans, qu'est-ce qui vous pousse à continuer vos recherches sur place ?**

Une énigme que je suis sans doute le seul à pouvoir résoudre aujourd'hui.

#### **De quoi s'agit-il ?**

Nous avons commencé à intervenir à Doukki Gel il y a une vingtaine d'années parce qu'une palmeraie menaçait de détruire le site. Nous y avons découvert un ensemble de temples qui suggéraient l'existence d'une cité égyptienne. Nous avons d'abord pensé que cette ville était le pendant de Kerma. Puis, en creusant un peu plus profond, nous avons retrouvé d'autres vestiges caractérisés par une architecture plus africaine et dont on ne connaît aucun autre exemple pour cette époque (environ 3500 ans avant notre ère). Nous savons aujourd'hui que cette ville comprenait deux enceintes entre lesquelles se trouvaient au moins une dizaine de palais. Mon hypothèse est que ce lieu devait servir de poste de liaison entre la capitale nubienne de Kerma et ses alliés du sud qui y amenaient les forces

nécessaires pour combattre les avancées égyptiennes. Tout le défi est maintenant d'en faire la preuve.

**Un mot sur votre rapport au Soudan, dont on parle surtout pour une actualité en général assez sombre...**

Cela fait cinquante ans que je me rends au Soudan sans interruption et je n'ai jamais eu l'impression d'y être en danger. Ce pays m'a beaucoup donné. C'est un endroit du monde merveilleux où j'ai appris une certaine sagesse. C'est pour moi un privilège de pouvoir y retourner chaque année. Cela me permet d'arrêter ma vie pendant quelques mois, de réfléchir un peu à l'évolution de notre société et de celle qui m'entoure là-bas.

**Vous avez déjà reçu de nombreux honneurs. Quel sentiment vous inspire le fait d'être reconnu aujourd'hui par votre ville natale au travers du Prix de la Fondation pour Genève ?**

Un grand honneur. Dans mon rôle d'archéologue, j'ai essayé de défendre l'image de Genève à chaque fois que j'ai pu, que ce soit en Suisse ou à l'étranger. Et aujourd'hui, j'ai le sentiment que j'ai le droit de signer ma vie.

Propos recueillis par Vincent Monnet

## Bio express

**Nom :** Charles Bonnet

**Naissance :** 15 mars 1933, Satigny

**Formation :** Après un diplôme de l'école d'agriculture à Marcelin-sur-Morges (1954), Charles Bonnet obtient un Certificat d'études orientales à l'UNIGE en 1965. Il soutient sa thèse de doctorat à Lyon en 1975.

**Parcours :** Chargé d'enseignement à la Faculté des lettres et archéologue cantonal adjoint depuis 1972, il est expert auprès de la Commission fédérale des monuments historiques suisses dès 1976. Entre 1977 et 2002, il dirige la mission archéologique de l'UNIGE au Soudan. Entre 1980 et 1998, il est nommé archéologue cantonal à Genève et entre 1988 et 1998 il est professeur associé à l'UNIGE.

**Distinctions :** Doctorat honoris causa de l'Université de Khartoum, de l'Université Paris-Sorbonne, de l'Université catholique de Louvain-la-Neuve, médaille du Collège de France, associé étranger à l'Institut de France, Académie des inscriptions et belles-lettres, lauréat du Prix de la Fondation pour Genève.



# À LA PÊCHE AUX FORAMINIFÈRES EN TERRE DE FEU

**L'AMÉRIQUE** DU SUD  
ET L'ANTARCTIQUE  
SONT SÉPARÉS PAR  
UN COURANT MARIN  
PUISSANT. L'ÉTUDE  
GÉNÉTIQUE DE PETITS  
UNICELLULAIRES  
APPELÉS FORAMINIFÈRES  
PERMET DE MESURER  
À QUEL POINT CETTE  
BARRIÈRE NATURELLE  
EST INFRANCHISSABLE

**P**ratiser la science dans un environnement militaire n'est pas ce qu'il y a de plus commode. Qui plus est dans un des endroits les plus extrêmes du globe. C'est pourtant l'expérience qu'ont vécue cet hiver en Terre de Feu chilienne Jan Pawlowski et Florian Gschwend, professeur-associé et étudiant au Département de génétique et évolution. Accompagnés d'une dizaine de collègues chiliens, russes, polonais et suédois, les deux chercheurs genevois se sont rendus à la pointe australe du continent sud-américain pour récolter et étudier des foraminifères qui sont des protozoaires unicellulaires présents dans toutes les mers du monde (lire en page 43).

«*Nous disposions d'un voilier, le Northanger\* pour effectuer nos excursions le long du canal du Beagle, un passage qui relie les océans Atlantique et Pacifique au sud du détroit de Magellan, explique Jan Pawlowski. A chaque changement d'équipage – il y en a eu plusieurs au cours des deux semaines*

*qu'a duré notre périple –, nous devions demander une nouvelle autorisation à l'armée chilienne avant de quitter Puerto Williams, le port où nous étions basés. Ces tracasseries nous ont fait perdre beaucoup de temps.*»

Il faut dire que les chercheurs genevois n'ont pas choisi le lieu le plus serein pour mener leurs investigations. La partie orientale du canal du Beagle, baptisé en l'honneur du navire qui a convoyé en 1834 Charles Darwin sous ces latitudes, marque en effet la frontière entre le Chili et l'Argentine. Son tracé à travers les îles a provoqué de vives tensions qui ont failli dégénérer en guerre en 1978. La situation est aujourd'hui officiellement apaisée notamment grâce à la médiation du pape Jean Paul II. Mais la présence militaire demeure forte: la moitié de la population de Puerto Williams, construite autour d'une base navale, est rattachée à l'armée. Forte de plus de 2000 habitants, la ville a été fondée sur la rive sud du canal du Beagle,





**PAYSAGE À BEAULIEU,**  
DANS LE FJORD PIA  
LUI-MÊME RELIÉ  
AU CANAL DU BEAGLE.

quasiment en face d'Ushuaia, ce qui en fait la localité la plus australe du monde.

**Machine à laver** L'objectif de l'expédition genevoise est pourtant pacifique : il s'agit de parvenir à une meilleure compréhension de l'évolution et de la migration des espèces à travers le passage de Drake qui résulte de la séparation il y a 35 millions d'années du continent sud-américain avec l'Antarctique. Cette ouverture a permis l'établissement du puissant courant circumpolaire antarctique, une gigantesque machine à laver qui brasse les eaux des océans Pacifique, Atlantique et Indien et qui crée une frontière naturelle que l'on suppose infranchissable, en particulier pour les espèces côtières.

*«Le but de mon travail de maîtrise universitaire est de déterminer à quel point les espèces de foraminifères d'Antarctique sont endémiques et quel est leur degré de parenté avec celles de Terre de Feu, précise Florian Gschwend. J'étudie également l'éventuel impact des activités humaines, en particulier l'essor important du tourisme dans la région, sur l'isolement des populations du continent austral.»*

Le trafic de bateaux de touristes en direction de l'Antarctique est aujourd'hui très intense. Bien qu'il existe des règles environnementales assez strictes visant à préserver l'écosystème

du pôle Sud, il n'est pas sûr que tous les navires respectent, entre autres choses, l'interdiction de vider l'eau de ballast dans les eaux antarctiques. Et il suffit de quelques algues accrochées à la coque pour emporter des milliers de foraminifères clandestins. A cela s'ajoute le réchauffement climatique qui a peut-être eu pour effet de rendre les eaux de l'Antarctique plus accueillantes pour les espèces du Nord.

## LE TRAFIC DE BATEAUX DE TOURISTES EN DIRECTION DE L'ANTARCTIQUE EST AUJOURD'HUI TRÈS INTENSE

Grâce à ses nombreuses expéditions antérieures en Antarctique, Jan Pawlowski dispose déjà pour ce continent de suffisamment de données génétiques et morphologiques pour un très grand nombre d'espèces de foraminifères. En revanche, ses informations sont beaucoup plus lacunaires en ce qui concerne la Terre de Feu, ce qui a motivé l'expédition dans le canal du Beagle.

*«Nous avons constamment une équipe à Puerto Williams qui s'occupait des analyses morphologiques et génétiques dans les locaux mis gratuitement à*



### Situation

Le canal du Beagle est un passage qui traverse la Terre de Feu.

D'une longueur de plus de 250 km, le canal du Beagle est, avec le détroit de Magellan au nord et le passage de Drake au sud, l'une des trois routes qui permettent de contourner l'Amérique du Sud et de relier les océans Pacifique et Atlantique. Son étroitesse par endroits empêche toutefois les plus gros navires marchands de l'emprunter en toute sécurité. La plus grande ville construite sur ses rives est Ushuaia, en Argentine.

**LE NORTHANGER**  
EST UN DEUX-MÂTS  
DE 16 M AVEC UNE  
COQUE EN MÉTAL  
RELEVABLE  
CONSTRUIT EN 1982  
EN ANGLETERRE.

IL EST FABRIQUÉ  
SUR LE MODÈLE DU  
DAMIEN II, UN  
VOILIER IMAGINÉ  
PAR LES NAVIGATEURS  
FRANÇAIS JÉRÔME  
PONCET ET GÉRARD  
JANICHON ET QUI  
A HIVERNÉ EN  
ANTARCTIQUE EN  
1978-1979

LE NORTHANGER  
A RÉALISÉ PLUS DE  
20 EXPÉDITIONS  
DANS LES RÉGIONS  
POLAIRES ARCTIQUES  
ET ANTARCTIQUES.



notre disposition par l'Université de Magallanes à Punta Arenas, explique Jan Pawlowski. Un autre groupe partait quelques jours sur le voilier pour prélever des échantillons de sédiments dans les différents fjords, baies et autres bras de mer. Le bateau devait revenir chaque fois à Puerto Williams pour remettre le matériel biologique – les foraminifères ne survivent que quelques jours – et pour permettre les rotations d'équipe. L'armée nous a interdit de les effectuer ailleurs que dans ce port et un autre un peu plus loin. Et, à chaque fois, il nous a fallu déposer nos passeports et payer des émoluments.»

**Organisation efficace** Malgré ces contraintes, finalement plus anecdotiques que vraiment handicapantes, l'organisation efficace des chercheurs et l'aide précieuse reçue de la part des scientifiques chiliens ont permis de réaliser près de 100 carotages dans les sédiments et de prélever plus de 70 échantillons. «Je n'avais jamais réussi à en prélever autant dans aucune de mes expéditions précédentes», avoue Jan Pawlowski.

Les chercheurs ont effectué leurs mesures sur toute la longueur du canal. Mais pas question de dévier de la route préalablement approuvée par les autorités, ni de s'aventurer dans quelque fjord de traverse.

Le *Northanger*, pour sa part, a pleinement répondu aux attentes des chercheurs. Habitué

à travailler à bord de grands navires embarquant plusieurs équipes différentes et du matériel scientifique à profusion, Jan Pawlowski a eu des doutes avant de partir en raison de la relative petite taille de l'embarcation. Mais le deux-mâts, conduit par Greg Landreth et Keri Pashuk, un couple d'aventuriers canado-néo-zélandais rompus aux mers difficiles, a fièrement rempli son rôle. En plus d'être maniable, il a l'avantage d'être moins cher à la location\*\*.

## «NOUS AVONS IDENTIFIÉ PLUSIEURS ESPÈCES JAMAIS OBSERVÉES AUPARAVANT ET D'AUTRES QUE NOUS NE CONNAISSIONS JUSQU'ALORS QUE PAR LES ARCHIVES FOSSILES»

**Minimum de stabilité** Ce qui aurait pu poser le plus de problèmes est le tangage du navire. Le prélèvement de sédiments à des profondeurs allant jusqu'à 200 m sous l'eau demande en effet un minimum de stabilité. Mais la mer dans les chenaux naturels est généralement clémente. Ce n'est qu'à proximité des embouchures que

les vagues commencent à taper sérieusement. «Nous avons repêché des milliers de spécimens appartenant à plus de 100 espèces de foraminifères, se réjouit Jan Pawlowski. Nous en avons pour au moins une année de travail de laboratoire. À l'œil, nous avons identifié plusieurs espèces jamais observées auparavant et d'autres que nous ne connaissions jusqu'alors que par les archives fossiles.»

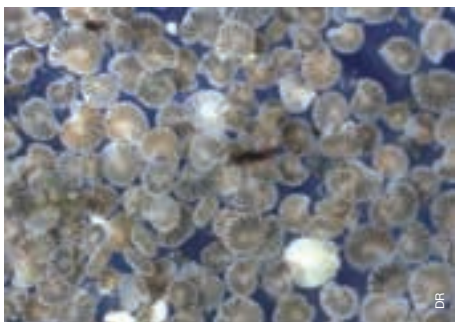
Quelques baleines, phoques et autres mammifères marins ont accompagné les scientifiques au cours de leurs pérégrinations entre les glaciers majestueux, les pics enneigés perdus dans les nuages bas et les icebergs. La météo estivale (10°C environ au plus chaud de la journée) leur a offert une pluie quotidienne et quelques rayons de soleil. De temps en temps, la beauté des lieux était interrompue par le passage d'un ferry à destination de l'Antarctique, convoyant des touristes et, qui sait, quelques foraminifères.

Anton Vos

\* [www.northanger.org](http://www.northanger.org)

\*\* assurée en partie par la Fondation Georges & Antoine Claraz, spécialisée dans le financement de missions scientifiques

## INDICATEURS BIOLOGIQUES IDÉAUX



Les foraminifères, Jan Pawlowski, professeur-associé au Département de génétique et évolution, les connaît bien. Il les étudie depuis deux décennies dans toutes les mers du monde.

Il s'agit de protozoaires unicellulaires (ci-contre des «*Elphidium macellum*») dont la plupart sont munis d'un test (squelette externe) qui peut être de nature organique, agglutinée ou calcaire. Ces organismes ont développé une diversité de formes très riche, ce qui facilite souvent leur identification et sont présents dans des fossiles vieux de plusieurs centaines de millions d'années. Les foraminifères sont aujourd'hui fréquemment utilisés comme marqueurs biostratigraphiques et comme bio-indicateurs. L'expédition en Terre de Feu (lire l'article principal) a été montée dans le cadre de la maîtrise universitaire de Florian Gschwend. En plus de l'identification morphologique des foraminifères

prélevés dans le canal de Beagle, son travail consiste à analyser le matériel génétique récolté. Son approche est la métagénétique. Au lieu d'isoler les individus d'une même espèce et d'en isoler l'ADN qui lui est spécifique, il extrait l'ensemble de l'ADN que contiennent les échantillons de sédiments, à savoir celui de toute la faune vivante qui les peuple: les foraminifères mais aussi les autres protistes, les animaux, etc. Dans cet amas de séquences ADN (et ARN), Florian Gschwend sélectionne alors ceux qui appartiennent aux foraminifères. Puis, après séquençage, il les compare avec ceux des espèces découvertes en Antarctique.

A.Vs

# JEAN SENEBIER: DE LA CONFUSION À LA LUMIÈRE

**SAVANT** AUX MULTIPLES FACETTES, LE GENEVOIS A DÉCOUVERT QUE LES PLANTES FIXENT LE GAZ CARBONIQUE ET EN TIRENT LEUR NOURRITURE. AVEC LUI COMMENCE VÉRITABLEMENT L'ÉTUDE DE LA PHYSIOLOGIE DES VÉGÉTAUX



## Jean Senebier (1742-1809): un polyglotte des sciences.

Actes du colloque international «Jean Senebier et la République des Sciences et des Lettres», Genève.

Sous la direction de Marc Ratcliff, avec la collaboration de Patrick Bungener, Manuela Canabal et Jean-Daniel Candaux, édité par la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève, 2011. Publié aussi dans «Archives des Sciences», vol. 63, 2011 (rédacteur: Robert Degli Agosti).

**A**u XVIII<sup>e</sup> siècle, on ignore encore comment les plantes se nourrissent. L'alchimiste flamand Jean-Baptiste van Helmont a posé de manière scientifique, plus d'un siècle auparavant, les bases du problème: après avoir planté un saule dans un pot et l'avoir arrosé régulièrement durant cinq ans, il a mesuré une augmentation du poids du végétal sans commune mesure avec la faible diminution du poids de la terre. Van Helmont attribue ce gain de masse à l'eau. L'air, transparent et de composition inconnue, ne pourrait à ses yeux jouer ce rôle.

C'est Jean Senebier (1742-1809), pasteur et bibliothécaire genevois, qui, le premier, suggère la bonne réponse dans son ouvrage encyclopédique *Physiologie végétale*: Selon lui, ce sont les feuilles qui, sous l'action de la lumière, capturent le gaz carbonique contenu dans l'atmosphère pour l'utiliser comme nourriture et rejettent de l'oxygène. Non content d'apporter un élément essentiel à la compréhension du processus qu'on appelle aujourd'hui la photosynthèse, il offre aussi une description du cycle du carbone: «*Les végétaux morts déposent encore dans la terre leurs débris qui forment la plus grande partie des engrais par la fermentation qu'ils éprouvent, et ils rendent ainsi à la terre et à l'air ce qu'ils lui ont pris.*»

La performance du savant genevois est d'autant plus méritoire que la chimie moderne développée par le Français Antoine Lavoisier n'a pas encore supplanté le concept de phlogistique – erroné mais très répandu dans les milieux savants – qui sert alors à décrire les différentes propriétés de l'air. Parmi les naturalistes,

l'oxygène est ainsi encore appelé «air déphlogistique» et le gaz carbonique, «air fixe». Senebier, dont la vie et l'œuvre ont donné lieu à un colloque international qui s'est tenu à Genève en décembre 2009\*, fait d'ailleurs partie des premiers à utiliser le vocabulaire de Lavoisier, encore en vogue aujourd'hui, qui traduit dans des termes plus accessibles le jargon archaïque utilisé alors dans la chimie.

Malgré ce fait d'arme et la réputation d'érudit dont il jouit de son vivant en Europe, le savant genevois est resté dans l'ombre de l'histoire des sciences. Il faut dire que, ne serait-ce qu'au niveau local, il vit à la même époque que des géants de la science genevoise comme le naturaliste Charles Bonnet (1720-1793), le géologue Horace-Bénédict de Saussure (1740-1799)

## LÀ OÙ JEAN SENEBIER EXCELLE VRAIMENT, C'EST DANS SA PROFESSION DE BIBLIOTHÉCAIRE

ou encore le botaniste Augustin-Pyramus de Candolle (1778-1841). Et même s'il apprend du premier l'art d'observer, qu'il côtoie le deuxième dans le cadre de ses fonctions de bibliothécaire et qu'il correspond durant dix ans avec le troisième, il ne rivalisera jamais avec leurs talents respectifs tant du point de vue de la méthode scientifique que de celui de la rédaction de ses œuvres. Augustin-Pyramus de Candolle résume le personnage en deux phrases: «*Senebier était un*

**HUILE SUR TOILE**  
PAR JENS JUEL  
(1745-1802).

**DATES CLÉS**

**1742:** NAISSANCE

**1769:** ÉPOUSE

JACQUELINE-HENRIETTE-  
ÉLISABETH DE MORSIER

**1770:** PASTEUR À CHANCY

**1773:** BIBLIOTHÉCAIRE  
À LA BIBLIOTHÈQUE  
DE GENÈVE

**1775:** «L'ART  
D'OBSERVER»

**1779:** «CATALOGUE  
RAISONNÉ DES MANUS-  
CRITS CONSERVÉS DANS  
LA BIBLIOTHÈQUE DE  
LA VILLE ET RÉPUBLIQUE  
DE GENÈVE»

**1783:** «RECHERCHES  
SUR L'INFLUENCE DE LA  
LUMIÈRE SOLAIRE POUR  
MÉTAMORPHOSER L'AIR  
FIXE EN AIR PUR PAR  
LA VÉGÉTATION»

**1800:** «PHYSIOLOGIE  
VÉGÉTALE» EN 5 VOLUMES

**1809:** MORT

*homme d'une instruction variée mais peu profonde, qui a fait un grand nombre de livres diffus et incohérents, sans clarté de style, sans logique serrée et d'une composition lâche et fatigante. Mais avec ses défauts [...], je reconnus aussi que sa découverte de la décomposition du gaz acide carbonique par les plantes était la base de la physiologie végétale.»*

**Défi majeur** Il faut dire que la compréhension du mécanisme de la nutrition végétale, à l'image de la reproduction des plantes, est l'un des défis majeurs de la science à l'époque des Lumières. Les premiers indices d'échange gazeux entre les végétaux et leur environnement sont révélés par un autre Genevois. Charles Bonnet observe en 1754 que des feuilles plongées dans de l'eau produisent de petites bulles de gaz. En 1771, le pasteur anglais Joseph Priestley découvre que les plantes sont capables de «régénérer» l'air vicié. Il y parvient en introduisant un pied de menthe dans un bocal fermé où une souris est morte d'asphyxie et en observant qu'il est possible d'y faire vivre de nouveau un autre rongeur.

Jan Ingenhousz, un médecin britannique d'origine néerlandaise, prolonge ces recherches et montre en 1779 que les plantes ne produisent de l'air déphlogistiqué (de l'oxygène) seulement si elles sont exposées à la lumière. Le problème, c'est que Jean Senebier parvient à la même conclusion à peu près à la même époque tout en la publiant après Ingenhousz. Commence alors une controverse acerbe et interminable entre les deux hommes. Le Genevois aura beau affirmer maintes fois qu'il a eu l'idée avant, il ne pourra jamais le démontrer. La dispute, réglée à coups d'articles dans le *Journal de physique* (les deux savants ne se rencontrent jamais), durera des années, rythmée par des accusations de vol, d'incompétence, de droit de réponse, etc.



BIBLIOTHÈQUE DE GENÈVE

Aujourd'hui, Nicolas Robin, professeur à la Haute Ecole pédagogique de Saint Gall, qui a étudié le sujet et présenté ses conclusions lors du colloque sur Senebier en 2009, estime qu'il faut reconnaître la priorité de la découverte du rôle de la lumière dans la nutrition végétale à Jan Ingenhousz. A Jean Senebier revient en revanche la découverte de la capture du gaz carbonique par les feuilles et l'émission d'oxygène. Le bibliothécaire genevois se distingue également en rédigeant en 1800 son *Physiologie végétale* en cinq volumes qui constitue une ambitieuse synthèse du savoir sur les plantes à cette époque.

Quatre ans après, un autre Genevois, Nicolas-Théodore de Saussure, démontre l'importance de l'eau dans le processus de nutrition végétale, notamment dans la production d'oxygène. Le fils d'Horace-Bénédict reprend l'ensemble du problème de la physiologie végétale et clarifie, voire corrige, les propos de Jean Senebier, ce qui contribue à reléguer encore un petit peu ce dernier dans l'ombre de ses prestigieux collègues.

**Pasteur à Chancy** En réalité, là où Jean Senebier excelle vraiment, c'est dans sa profession de bibliothécaire. Après une formation complète en théologie à l'Académie de Genève et un ministère pastoral de trois ans à Chancy,

dans la campagne genevoise, il est en effet engagé en 1773 à la direction de la Bibliothèque de Genève. Il occupera ce poste jusqu'à sa mort. Il ne l'abandonne que temporairement en 1794 lorsque, sous la pression des remous révolutionnaires, il quitte durant quelques années Genève pour Rolle. Suivant les autres conservateurs de la ville, il ne rentrera qu'en 1799.

Au cours de son mandat, qu'il remplit avec rigueur et efficacité, il publie en 1779 le *Catalogue raisonné des manuscrits conservés dans la Bibliothèque de la Ville et République de Genève*. Cet ouvrage de 478 pages est le premier catalogue imprimé de la Bibliothèque et représente l'un des ouvrages les plus connus de Jean Senebier. Une grande partie des numéros qu'il a attribués alors aux manuscrits survivent aujourd'hui encore en tant que cote.

En marge de cette activité, Jean Senebier s'éparpille. Outre ses nombreux écrits sur la physiologie végétale, il rédige sur des sujets aussi variés que la polygamie, la théologie, la morale, l'art d'observer, la digestion, l'histoire littéraire de Genève, la fabrication du savon, l'archéologie, la météorologie, le bois et les forêts, etc. Sans parler de ses nombreuses traductions, notamment celle du biologiste italien Lazzaro Spallanzani.

Anton Vos

# À LIRE

## LE CORBUSIER À L'ÂGE DE LA MATURITÉ

Après un premier tome publié en 2011 et en attendant le dernier volet du triptyque, annoncé dans les mois à venir, ce deuxième volume de la correspondance entre Le Corbusier et sa famille fait entrer le lecteur dans l'univers intime d'un architecte arrivé à l'âge de la maturité.

Sollicité aux quatre coins du monde, Le Corbusier s'engage en effet durant les deux décennies

couvertes par cet ouvrage dans la construction d'œuvres majeures parmi lesquelles la cité-jardin de Pessac, la villa Savoye, l'immeuble Molitor ou l'Unité d'habitation de Marseille. Autant de projets dont on retrouve la genèse au fil des échanges que le natif de La Chaux-de-Fonds entretient avec celle qu'il appelle affectueusement « sa chère petite maman », sa femme Yvonne, son frère Albert ou ses cousins Pierre et Louis. C'est aussi la période durant laquelle il va poser le cadre théorique de sa démarche en définissant les concepts clés d'une architecture qu'il veut résolument nouvelle : le gratte-ciel cartésien, la villa radieuse, l'unité d'habitation grandeur conforme, le musée à croissance illimitée ou encore le Modulor, en tant que norme universelle de construction.

Ces lettres, dont une grande partie sont inédites, révèlent également l'écart existant entre la personnalité publique d'un grand architecte luttant avec

acharnement pour imposer ses convictions et la fragilité d'un homme, par la force des choses souvent absent du foyer familial, qui se trouve littéralement désemparé devant la solitude morale et les maladies qui frappent son épouse.

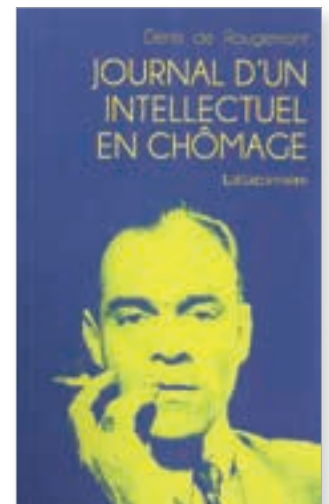
« **LE CORBUSIER. CORRESPONDANCE. LETTRES À LA FAMILLE 1926-1946** », RÉMI BAUDOUI & ARNAUD DARCELLES (ÉD.), INFOLIO, 1007 P.



## ROUGEMONT AVANT ROUGEMONT

Ecrivain mondialement connu, pionnier de l'écologie politique, instigateur du CERN et fondateur de l'Institut européen de l'Université, Denis de Rougemont est aujourd'hui considéré comme l'un des intellectuels les plus influents du XX<sup>e</sup> siècle, à l'égal d'un Sartre ou d'un Malraux. Pourtant, lorsque le Neuchâtelois pose ses valises à Paris au début des années 1930, il n'est encore qu'un jeune homme cherchant à concrétiser ses ambitions littéraires. Curieusement, c'est la faillite de son employeur, les éditions Je sers, qui va lui permettre de concrétiser ses aspirations. Entre 1933 et 1935, Rougemont se retrouve en effet au chômage. Sans ressources dans la capitale, il choisit de s'exiler sur l'île de Ré où il entame ce journal intime qui lui vaudra un début de notoriété dès sa première publication en 1937. Introspection, solitude, rapport à la culture, place de l'intellectuel dans la société sont autant de thèmes abordés au fil de ce texte qui contient en filigrane la plupart des grandes questions qui se trouveront, dans les années suivantes, au cœur de la pensée de Denis de Rougemont.

« **JOURNAL D'UN INTELLECTUEL EN CHÔMAGE** », PAR DENIS DE ROUGEMONT, LA BACONNIÈRE, 268 P.



# ARCHÉOLOGIE DU DROIT DE PUNIR

En faisant du vêtement, du mobilier ou du cheval un objet d'étude, Daniel Roche, professeur au Collège de France, a ouvert la voie à une « *histoire des choses banales* ». S'inscrivant dans ce courant, cet ouvrage cherche à redonner sens aux objets qui témoignent de la philosophie du droit de punir. Des exécutions publiques du XIV<sup>e</sup> siècle aux techniques actuelles d'identification par analyse ADN, en passant par les pièces à conviction ou les registres de la morgue, le pouvoir judiciaire s'est en effet, de tout temps, appuyé sur de multiples éléments

matériels pour affirmer la légitimité de son action et la sacralité de ses jugements. Sous l'Ancien Régime, les « bois de justice » (pilori, carcan, fourche, gibet et échafaud) déployés dans l'espace public participent ainsi à un double processus d'intimidation collective et de flétrissement du condamné. Depuis le XIX<sup>e</sup> siècle, le palais de justice, quant à lui, « *monumentalise la puissance de Thémis dans le marbre des colonnes, des pilastres et des entablements* », tandis que l'apparat des magistrats contribue à la construction de « *l'immunité de la barre* ». Plus singulièrement, dans le cas de condamnations par contumace, hommes de paille, objets de cire, mannequins de chiffon ou portraits dessinés étaient autrefois traités comme des justiciables en chair et en os. Incarcérés, jugés, fouettés puis conduits au gibet, ces effigies subissaient le sort exact du prévenu afin de démontrer aux yeux de tous que nul ne pouvait échapper à la puissance du glaive. VM



« **BOIS, FERS ET PAPIERS DE JUSTICE. HISTOIRE MATÉRIELLE DU DROIT DE PUNIR** », SOUS LA DIR. DE MICHEL PORRET, VINCENT FONTANA, LUDOVIC MAUGÉ, GEORG, 364 P.



## LA DÉPRIME AU MASCULIN

La dépression conduit quatre fois plus souvent au suicide l'homme que la femme. Destiné aux soignants, aux patients et à leurs proches, ce bref ouvrage présente la synthèse des connaissances actuelles sur les spécificités de la dépression masculine. « **LA DÉPRESSION MASCULINE. COMPRENDRE ET FAIRE FACE** », PAR THÉODORE HOVAGIMIAN, ÉDITIONS MÉDECINE & HYGIÈNE, 109 P.



## ENFANCE ET SCIENCE

Douze auteurs reviennent sur les débats pédagogiques, conceptuels et politiques qui ont accompagné l'émergence d'une science du développement de l'enfant. Au menu : Claparède, Piaget, Vigotski et un retour sur l'éphémère concept de pédologie. « **UNE SCIENCE DU DÉVELOPPEMENT HUMAIN EST-ELLE POSSIBLE? CONTROVERSES DU DÉBUT DU XX<sup>e</sup> SIÈCLE** », SOUS LA DIR. DE JANETTE FRIEDRICH, RITA HOFSTETTER, BERNARD SCHNEUWLY, PRESSES UNIVERSITAIRES DE RENNES, 230 P.



## PLUS BELLE LA VIE

Alternant souvenirs personnels et références artistiques – Sartre, Hugo, Baudelaire, pour la littérature, Le Tintoret ou Picasso, pour la peinture – Laurent Jenny interroge dans cet essai la place et l'usage de l'esthétique dans nos sociétés peuplées d'artefacts. « **LA VIE ESTHÉTIQUE. STASES ET FLUX** », PAR LAURENT JENNY, ÉDITIONS VERDIER, 139 P.



## FUMER SANS FUMÉE

Professeur de santé publique à la Faculté de médecine et fondateur du site stop-tabac.ch, Jean-François Etter vous dit tout ce que vous avez toujours voulu savoir sur la cigarette électronique. Un produit dont les ventes ont triplé aux Etats-Unis depuis leur apparition en 2007. « **THE ELECTRONIC CIGARETTE: AN ALTERNATIVE TO TOBACCO?** » PAR JEAN-FRANÇOIS ETTER, ISBN 978-1481061889, 119 P.

# THÈSES DE DOCTORAT

## DROIT

### BENHAMOU, YANIV

Dommages-intérêts sous l'angle de la méthode des redevances suite à la violation de droit de propriété intellectuelle en droit suisse et comparé

**Dir. de Werra, Jacques**

Th. UNIGE 2012, D 853 | Web\*: 23829

### CONTEL, RAPHAËL

Convention UNESCO 2005 sur la diversité des expressions culturelles

**Dir. Renold, Marc-André Jean**

Th. UNIGE 2012, D. 856 | Web\*: 26926

### LALLY, ARMEL

Contribution à l'étude de l'article 63 du statut de la Cour internationale de justice

**Dir. Boisson de Chazournes, Laurence;**

**Kolb, Robert**

Th. UNIGE 2012, D. 860 | Web\*: 26833

### LEIBENSON, JOËL PHILIPPE GÉRARD

Actes de disposition sur les titres intermédiés

**Dir. Foëx, Bénédicte; Thévenoz, Luc**

Th. UNIGE 2012, D. 858 | Web\*: 26468

## FPSE

### BUERKI, CÉLINE NADJA

Cognitive training in younger and older adults: effects on brain and behavior

**Dir. De Ribaupierre, Anik**

Th. UNIGE 2012, FPSE 513 | Web\*: 26490

### DAELE, AMAURY

Discuter et débattre pour se développer professionnellement: analyse compréhensive de l'émergence et de la résolution de conflits sociocognitifs au sein d'une communauté virtuelle d'enseignants du primaire

**Dir. Peraya, Daniel; Charlier, Bernadette**

Th. UNIGE 2013, FPSE 524 | Web\*: 27065

### DUC, BARBARA

Transition de l'école au monde du travail: une analyse interactionnelle et longitudinale des phénomènes de participation et de construction identitaire en formation professionnelle initiale

**Dir. Fillietaz, Laurent**

Th. UNIGE 2012, FPSE 511 | Web\*: 25071

### FRISTALON, ISABELLE

Mobilisation de l'expérience dans les démarches formatives se référant à l'analyse du travail

**Dir. Durand, Marc; Bronckart, Jean-Paul**

Th. UNIGE 2012, FPSE 517 | Web\*: 27066

### JACOBS, MARIE

Construction identitaire des élèves à l'épreuve de la différence à l'école: ethnographie de la sociabilité juvénile à Bruxelles et Johannesburg à la lumière des modèles d'intégration et des processus de différenciation institutionnelle à l'œuvre dans ces systèmes éducatifs

**Dir. Payet, Jean-Paul; Verhoeven, Marie**

Th. UNIGE 2012, FPSE 520 | Web\*: 26467

## LETTRES

### DOGLIA, ARNAUD

#### L'ARME BIOLOGIQUE JAPONAISE, 1880-2011: RÉALITÉS HISTORIQUES ET ANATOMIE DE LA MÉMOIRE

Sur la lancée d'un programme d'armement remontant aux années 1880, le Japon développe, entre 1919 et 1945, un arsenal biologique puis, dès 1932, un réseau d'unité de guerre bactériologique et chimique, dont la fameuse «Unité 731», qui se rend responsable d'un grand nombre d'atrocités. Cette thèse montre comment, après la guerre, la majorité des participants à ce programme seurent dans le silence et pourquoi les principaux scientifiques impliqués se réinventent comme des pionniers, totalement dénués de remords. Pourtant, dans le Japon de l'après-guerre qui tourne le dos au militarisme, certaines voix s'élèvent pour relater l'indicible. Ces discours, diffus mais continus, amèneront les Japonais à découvrir dans la période de l'après-guerre les véritables activités de l'Unité 731. Ce travail entend montrer la pluralité et les contradictions inhérentes aux mémoires concurrentielles ainsi que la manière dont elles interagissent entre elles. Une telle étude aborde donc inévitablement la question des responsabilités de guerre, jusqu'à celles des plus hauts dirigeants, y compris l'empereur lui-même.

**DIR. SOUYRI, PIERRE-FRANÇOIS**

Th. UNIGE 2012, L. 768 | Web\*: 26359

### LASAUKAITE SCHUEPBACH, RUTA

How implicit sadness and happiness influence effort mobilization: investigating mechanisms

**Dir. Gendolla, Guido H.E.**

Th. UNIGE 2013, FPSE 522 | Web\*: 26935

### LOMBARD, FRANÇOIS

Conception et analyse de dispositifs d'investigation en biologie: comment conjuguer autonomie dans la validation scientifique, approfondissement conceptuel dans le paradigme et couverture curriculaire?

**Dir. Schneider, Daniel; Betrancourt, Mireille**

Th. UNIGE 2012, FPSE 521 | Web\*: 24656

### MORAND SALVO, LOUISELLE

Contribution du traçage automatique de l'activité aux méthodes d'évaluation de l'utilisabilité d'une interface dans une tâche de recherche d'information

**Dir. Betrancourt, Mireille**

Th. UNIGE 2013, FPSE 528 | Web\*: 26720

### PIZZO, ROXANE

Impact de la prématurité sur le développement des capacités d'inhibition et de régulation émotionnelle

**Dir. Van der Linden, Martial**

Th. UNIGE 2010, FPSE 468 | Web\*: 25562

## LETTRES

### CONTIN, BENEDETTA

La version arménienne des œuvres grecques de David l'Invincible: recherches sur la formation du vocabulaire épistémologique arménien

**Dir. Calzolari Bouvier, Valentina;**

**Levon Zekiyani, Boghos**

Th. UNIGE 2011, L 723 | Web\*: 23004

### DURISCH GAUTHIER, NICOLE

Anubis et les territoires cynopolites selon les temples ptolémaïques et romains

**Dir. Labrique, Françoise**

Th. UNIGE 2002, L. 509 | Web\*: 27006

### FINCI, SARAH

Crítica y hermenéutica de los primeros textos españoles desde el año 2000 hasta nuestros días, y propuestas pedagógicas

**Dir. Alvar, Carlos**

Th. UNIGE 2012, L. 765 | Web\*: 27007

### FRISCHHUT, AKIKO MONIKA

The experience of temporal passage

**Dir. Correia, Fabrice Jean-Michel**

Th. UNIGE 2013, L. 774 | Web\*: 26613

### GARCIA, AMANDA LUDMILLA

Fiction and imagination: on the importance of the creative process in understanding the nature of fiction and related puzzles

**Dir. Correia, Fabrice Jean-Michel**

Th. UNIGE 2012, L. 762 | Web\*: 26558

### GAYE, ABDOUL AZIZ

Le wahhabisme belliqueux dans le texte: «de l'influence d'Ibn Taymiyya à sa fondation dans le premier Etat saoudien, sa consolidation dans les Etats successifs et son adoption contemporaine par le mouvement d'Al-Qaida»

**Dir. Genequand, Charles; Maroun, Aouad**

Th. UNIGE 2012, L 752 | Web\*: 24348

### GROSS, GENEVIÈVE

Pratique du ministère et terrains d'activité de deux acteurs de la Réforme:

Jean Reymond Merlin (1510-1578) et

Jean Le Comte de la Croix (1500-1572)

**Dir. Backus, Irena Dorota**

Th. UNIGE 2012, L. 766 | Web\*: 27500

### JUIN, GUILLAUME

Romain Rolland dans le contexte suisse de la Grande Guerre

**Dir. Fleury, Antoine;**

**Soutou, Georges-Henri**

Th. UNIGE 2013, L. 773 | Web\*: 26835

### LEMAIRE, DAVID MICHEL

Escalader les hauteurs difficiles de la religion: la peinture religieuse d'Eugène Delacroix

**Dir. Gamboni, Dario Libero**

Th. UNIGE 2013, L. 779 | Web\*: 27499



## MÉDECINE

**MERCIER, MARINE****IMPACT SUR LES DÉLAIS DE PRISE EN CHARGE ET LES DURÉES DE SÉJOUR AU SERVICE DES URGENCES ADULTES D'UN TANDEM MÉDICO-INFIRMIER DE SUPERVISION**

La surcharge des services d'urgence (SU) engendre un retard diagnostic, thérapeutique et des séjours prolongés. La mise en place d'un tandem médico-infirmier ayant pour rôle d'identifier les besoins des patients et d'accélérer l'orientation a permis d'améliorer le flux des patients en réduisant les durées de séjour. Ce travail a mesuré une réduction des durées de séjour dans les boxes du SU des Hôpitaux universitaires de Genève de 29 minutes. Les durées de séjour totales et en salle d'attente ont également été réduites de 32 et 24 minutes respectivement. La proportion de patients pris en charge dans les délais imposés par ce système de tri a augmenté de 17 %.

**DIR. RUTSCHMANN, OLIVIER THIERRY; SARASIN, FRANÇOIS**

Th. UNIGE 2012, Méd 10689 | Web\*:24284

**MORRESI, TIMOTEO FRANCESCO**

Carlo Donato Cossoni (1623-1700): le Messe a quattro e cinque voci concertate op. 8 e i Mottetti a due e tre voci op. 9 nell'ambito della scuola bolognese

**Dir. Darbellay, Etienne**

Th UNIGE 2012, L 751 | Web\*: 23025

**SCHERRER, YVES**

Generating Swiss German sentences from Standard German: a multi-dialectal approach

**Dir. Wehrli, Eric**

Th. UNIGE 2012, L. 770 | Web\*: 26361

**SEIDLER, KAREEN DOROTHÉE**

Shakespeare on the German Wanderbühne in the Seventeenth Century: Romio und Julieta and Der Bestrafte Brudermord

**Dir. Erne, Lukas Christian**

Th. UNIGE 2013, L. 775 | Web\*: 26539

## MÉDECINE

**ANASTAZE, KARINE**

Les fonctions glomérulaires et tubulaires chez les enfants ayant subi une transplantation hépatique et traités par tacrolimus

**Dir. Belli, Dominique Charles**

Th. UNIGE 2012, Méd 10691 | Web\*: 25803

**CRISINEL, PIERRE-ALEX**

Déterminants de l'immunité au vaccin de l'Hépatite A dans la cohorte suisse d'enfants infectés par le virus d'immunodéficience humaine

**Dir. Siegrist, Claire-Anne**

Th. UNIGE 2012, Méd. 10666 | Web\*: 27444

**DOJCINOVIC, IVAN**

Efficacité d'un propulseur mandibulaire pour le traitement du syndrome d'apnées obstructives du sommeil

**Dir. Scolozzi, Paolo**

Th. UNIGE 2012, Méd. 10684 | Web\*: 26608

**GOLDMAN, JAELE THÉRÈSE**

Les ponts collés: taux de survie en fonction du type de pont, de sa localisation, et du système de collage utilisé

**Dir. Belser, Urs Christophe; Dietschi, Didier**

Th. UNIGE 2013, Méd. dent. 712 | Web\*: 27498

**HERREN, GILLES MARC DANIEL**

L'influence d'une réaction immunologique sur le traitement de la thrombose veineuse profonde: la thrombopénie induite par l'héparine à forme retardée

**Dir. Morel, Philippe**

Th. UNIGE 2013, Méd. 10697 | Web\*: 26559

**KATHER, JENS**

Arthroscopie robotisée de la hanche dans l'anatomie humaine

**Dir. Morel, Philippe**

Th. UNIGE 2013, Méd. 10969 | Web\*: 26611

**VU CANTERO, DIEM-LAN**

Infections respiratoires virales chez le patient transplanté pulmonaire: revue et analyse critique des études cliniques

**Dir. Kaiser, Laurent**

Th. UNIGE 2013, Méd. 10695 | Web\*: 26238

## NEUROSCIENCES

**BOCKLISCH, CHRISTINA**

Inhibitory circuits of mesolimbic system involved in drug addiction

**Dir. Luscher, Christian**

Th. UNIGE 2012, Neur. 83 | Web\*: 26767

## SES

**CRETENAND, MATHIEU**

Le rôle de la presse dans la construction de la paix: le cas du conflit basque

**Dir. Viallon, Philippe**

Th. UNIGE 2012, SES 791 | Web\*: 26462

**DEVINS, GAETAN**

Les organisations ambidextres: solutions structurelles et organisationnelles

**Dir. Probst, Gilbert**

Th. UNIGE 2011, SES 748 | Web\*: 27486

**GHAFFARY, MEHRSHAD**

Une approche comparée des opinions iraniennes de la politique étrangère américaine

**Dir. Giugni, Marco Gabriele**

Th. UNIGE 2012, SES 789 | Web\*: 26686

**KARAMUSTAFA, GULDEM**

Learning through mergers and acquisitions: the processes during post-merger integration

**Dir. Schneider, Susan Carol**

Th. UNIGE 2012, SES 779 | Web\*: 27487

**KONISHI, MARIO**

Minorisations et différences de vote entre Alémaniques, Romands et Suisses italiens: analyse des votations fédérales et de la presse écrite

**Dir. Ballmer-Cao, Thanh-Huyen**

Th UNIGE 2009, SES 710 | Web\*:22520

**LULA, JONELA**

Computational methods for selecting optimal financial investment strategies

**Dir. Gilli, Manfred**

Th. UNIGE 2013, SES 796 | Web\*: 26689

**LÉVY, BERTRAND**

Géographie humaniste et littérature: l'espace existentiel dans la vie et l'œuvre de Hermann Hesse (1877-1962)

**Dir. Raffestin, Claude**

Th. UNIGE 1987, SES 326 | Web\*: 26880

**VANDEPUTTE, VIRGINIE**

Aspects institutionnels de la régulation étatique de l'enfance: Bruxelles, Genève et Montréal en perspective

**Dir. Cattacin, Sandro**

Th. UNIGE 2012, SES 793 | Web\*: 26529

**VILLESECHE, FLORENCE**

We mean business: discursive practices and collective agency of women's business networks

**Dir. Josserand, Emmanuel**

Th. UNIGE 2012, SES 778 | Web\*: 25192

## SCIENCES

**ALBERTI, INGO**

Local bioavailability of topical dermatological formulations in vivo, in Man

**Dir. Guy, Richard H.**

Th. UNIGE 2000, Sc. 3195 | Web\*: 26416

**ANCRENAZ, VIRGINIE**

Inhibiteurs des récepteurs plaquettaires P2Y12 à l'ADP: importance du métabolisme et influence des interactions médicamenteuses sur leurs paramètres pharmacocinétiques

**Dir. Desmeules, Jules Alexandre;**

**Veuthey, Jean-Luc**

Th. UNIGE 2012, Sc. 4490 | Web\*: 25208

**ANDRES BARRAO, CRISTINA**

Characterization of acetic acid bacteria and study of the molecular strategies involved in the resistance to acetic acid during oxidative fermentation

**Dir. Barja, François; Fitzpatrick, Thérèse**

Th. UNIGE 2012, Sc. 4452 | Web\*: 26413

**BEEKHOF, FOKKO PIETER**

Physical object protection based on digital micro-structure fingerprinting

**Dir. Voloshynovskyy, Svyatoslav**

Th. UNIGE 2012, Sc. 4482 | Web\*: 27354

# THÈSES DE DOCTORAT

## BELL, ALAN JAMES

Luminosity, beam monitoring and triggering for the CMS experiment and measurement of the total inelastic cross-section at  $\sqrt{s} = 7$  TeV

Dir. **Clark, Allan Geoffrey**

Th. UNIGE 2013, Sc. 4616 | Web\*: 26494

## BENOIT, EMMANUEL DAVID

Sécurisation du processus médicamenteux aux soins intensifs par les activités de pharmacie clinique hospitalière

Dir. **Borchard, Gerrit; Beney, Johnny**

Th UNIGE 2012, Sc 4413 | Web\*:23703

## BUTTAZZONI, ELENA

Characterization of the DEAD-box RNA helicase CshB from *Staphylococcus aureus*

Dir. **Linder, Patrick; Shore, David M.**

Th. UNIGE 2012, Sc. 4505 | Web\*: 26240

## CALDERON COPETE, SANDRA

Next generation sequencing bioinformatics for the analysis of whole microbial genomes

Dir. **Appel, Ron; Xenarios, Ioannis;**

**Falquet, Laurent**

Th. UNIGE 2012, Sc. 4517 | Web\*: 26680

## DAVID, FABRICE PIERRE ANDRÉ

Interfacing sequences and structures of proteins: applications to protein annotation and sequence feature visualization

Dir. **Appel, R.; Bairoch, Amos; Michielin, O.**

Th UNIGE 2009, Sc 4147 | Web\*:23831

## DE IACO, ALBERTO

HIV-1 capsid plays essential roles in the early steps of viral replication

Dir. **Halazonetis, Thanos; Luban, Jeremy**

Th. UNIGE 2012, Sc. 4481 | Web\*: 26327

## DE VALENCE DE MINARDIERE, SARRA

Synthetic biodegradable vascular grafts for the regeneration of arteries

Dir. **Gurny, Robert; Walpoth, Beat;**

**Moeller, Michael; Carrupt, Pierre-Alain**

Th. UNIGE 2012, Sc. 4496 | Web\*: 26355

## DEGLON, JULIEN

Application des spots de sang séché en pharmacologie et en toxicologie

Dir. **Staub, Christian; Hochstrasser, Denis**

Th. UNIGE 2012, Sc. 4513 | Web\*: 26253

## DJAAFAR, SOUAD

Effects of IL-15 and its specific inhibitor, the mutant IL-15/FCy2Aprotein, on bone turnover: new factors in osteo-immune context

Dir. **Picard, Didier; Dayer, Jean-Michel;**

**Ferrari-Lacraz, Sylvie**

Th. UNIGE 2008, Sc. 4005 | Web\*: 26389

## DO, THI THANH HUYEN

A unified framework for Support Vector Machines, Multiple Kernel Learning and metric learning

Dir. **Kalousis, Alexandros; Hilario, Mélanie; Pellegrini, Christian**

Th UNIGE 2012, Sc 4478 | Web\*:24004

## SCIENCES

### ANASTASSOV, JORDAN

#### VESTIGES LATÉNIENS DE BULGARIE (IV<sup>E</sup>-I<sup>ER</sup> S. AV. J.-C.): DE L'ARCHÉOLOGIE À L'HISTOIRE DE LA MIGRATION DES CELTES EN THRACE

Cette recherche porte sur la migration des Celtes dans les Balkans au cours des IV<sup>e</sup>-I<sup>er</sup> siècle av. J.-C et la création d'un royaume celtique en Thrace avec une capitale, Tylis. Autrement dit sur l'extrémité orientale, plus particulièrement sur le territoire de la Bulgarie actuelle, de la culture de «La Tène». L'analyse chrono-culturelle d'un corpus de plus de 1000 pièces inventoriées (parures, armes, harnachement, outils, vaisselle céramique...), issues de 171 unités archéologiques localisées dans 144 sites (nécropoles, habitats, sites culturels), a permis de mettre en évidence 4 phases chronologiques indépendantes et discontinues. Leur interprétation historique a débouché sur un certain nombre de scénarios qui oscillent entre migration de populations d'Europe centrale et diffusion d'objets laténiens exogènes de tradition occidentale.

Dir. **Besse, Marie; Kaenel, Gilbert; Gergova, Diana**

Th. UNIGE 2012, Sc. 4497 | Web\*: 26415

### DUMUSQUE, XAVIER

Mitigating stellar signals in the quest for other Earths

Dir. **Udry, Stéphane; Santos,**

**Nuno Cardoso**

Th. UNIGE 2012, Sc. 4504 | Web\*: 26502

### FRISCHKNECHT, CORINE

Seismic soil amplification in alpine valleys: a case study: the Rhône valley, Valais, Switzerland

Dir. **Wagner, Jean-Jacques**

Th. UNIGE 2000, Sc. 3154 | Web\*: 26879

### FUCHEY, YANNICK

Sédimentologie comparée de systèmes contouritiques fossiles (Ultraschelvétique inférieur des Préalpes externes) et actuels (Holocène du golfe de Cadix)

Dir. **Kindler, Pascal; Wernli, Roland;**

**Mulder, Thierry**

Th. UNIGE 2007, Sc. 4485 | Web\*: 26610

### GIRON, PRISCILLE

Covalent capture and chemical tagging for the isolation of N-terminal cysteine and cysteine-containing tryptic peptides and their quantitative analysis by mass spectrometry

Dir. **Hochstrasser, Denis;**

**Sanchez, Jean-Charles**

Th. UNIGE 2010, Sc. 4225 | Web\*:26134

### GREMAUD, LUDOVIC

Enantioselective copper-catalyzed conjugate addition to sensitive Michael acceptors and application to natural product synthesis use in perfumes and flavours chemistry

Dir. **Alexakis, Alexandre**

Th. UNIGE 2012, Sc. 4477 | Web\*:24425

### HERZOG, WILLIAM RENÉ RAYMOND

Transferts couplés d'électrons et de protons entre des systèmes hydroquinones/pyridines et phénols/pyridines et un métal de transition d6

Dir. **Wenger, Oliver; Hauser, Andreas**

Th. UNIGE 2012, Sc. 4493 | Web\*: 27312

### KARAGIANNIS, MARIOS

Visualization techniques for wireless sensor networks

Dir. **Rolim, Jose**

Th. UNIGE 2012, Sc. 4500 | Web\*: 26603

### KNOPPE, STEFAN

On the stereochemistry of atomically defined gold clusters: synthesis, size-selection and stereochemical characterization of thiolate-protected gold clusters

Dir. **Buergi, Thomas**

Th. UNIGE 2012, Sc. 4491 | Web\*: 26350

### LAGRAVA SANDOVAL, DANIEL WALTER

Revisiting grid refinement algorithms for the lattice Boltzmann method

Dir. **Chopard, Bastien; Latt, Jonas;**

**Malaspina, Orestis Pileas**

Th. UNIGE 2012, Sc. 4520 | Web\*: 26414

### LESUR, ANTOINE

Novel analytical strategies for the quantitative analysis of proteins by mass spectrometry

Dir. **Hopfgartner, Gerard**

Th UNIGE 2012, Sc 4476 | Web\*:23934

### MONDONICO, GIORGIO

Analysis of electromechanical properties of A15 type superconducting wires submitted to high mechanical loads

Dir. **Flukiger, René-Louis;**

**Senatore, Carmine**

Th. UNIGE 2013, Sc. 4529 | Web\*: 26700

### MORA HERRERA, MARIA CLEMENCIA ROSARIO

Measurement of the inclusive electron cross-section from heavy flavour decays and of the bottom production rate with the ATLAS Experiment

Dir. **Clark, Allan Geoffrey; Wu, Xin**

Th. UNIGE 2012, Sc. 4495 | Web\*: 26454

### MORLOT, SANDRINE

Dynamin-mediated membrane fission

Dir. **Roux, Aurélien**

Th. UNIGE 2012, Sc. 4436 | Web\*:25589

**OUN, STELLA**

Characterization of the DEAD-Box RNA Helicase CshA from *Staphylococcus aureus*  
**Dir. Linder, Patrick; Karch, François**  
 Th. UNIGE 2012, Sc. 4423 | Web\*: 26223

**PAL, PRODIPTA**

Photophysical properties of samarium (II) doped in inorganic crystals: effect of chemical environment, external pressure and temperature  
**Dir. Hagemann, Hans-Rudolf**  
 Th. UNIGE 2012, Sc. 4486 | Web\*:24868

**RECASENS VARGAS, CRISTINA**

Diatoms as indicators of hydrologic and climatic changes in Laguna Potrok Aike, Patagonia (PASADO)  
**Dir. Ariztegui, Daniel; Maidana, Nora I.**  
 Th. UNIGE 2012, Sc. 4483 | Web\*: 26765

**REITSMA, MARTJE JEL**

Reconstructing the Late Paleozoic: Early Mesozoic plutonic and sedimentary record of south-east Peru: Orphaned back-arcs along the western margin of Gondwana  
**Dir. Schaltegger, Urs; Spikings, Richard Alan**  
 Th UNIGE 2012, Sc 4459 | Web\*:23095

**RONDI, ARIANA**

Coherent discrimination of biomolecules in the Deep Ultraviolet: developments and results  
**Dir: Wolf, Jean-Pierre**  
 Th UNIGE 2011, Sc 4398 | Web\*:23100

**RYAN, PATRICK**

Etude de podants pour la complexation des lanthanides: Approche thermodynamique et structurale  
**Dir. Piguët, Claude**  
 Th. UNIGE 2012, Sc. 4422 | Web\*: 27501

**SAHLMANN, JOHANNES**

Observing exoplanet populations with high-precision astrometry  
**Dir: Queloz, Didier**  
 Th UNIGE 2012, Sc 4441 | Web\*:22848

**STRATMANN, MARKUS**

Molecular mechanisms underlying the circadian transcription of Dbp, a clock-controlled gene  
**Dir: Schibler, Ulrich**  
 Th UNIGE 2010, Sc 4213 | Web\*:23269

**TISSOT, MATTHIEU**

Copper catalyzed conjugate addition to polyconjugated Michael acceptors  
**Dir. Alexakis, Alexandre**  
 Th. UNIGE 2012, Sc. 4484 | Web\*:24382

**TSUNEMATSU, KAE**

New numerical solutions for the description of volcanic particle dispersal  
**Dir. Bonadonna, Costanza; Chopard, Bastien**  
 Th. UNIGE 2012, Sc. 4521 | Web\*: 26675

**VACHER, GAËLLE**

Virus-like particle-based vaccines for mucosal application  
**Dir. Borchard, Gerrit; Gurny, Robert**  
 Th. UNIGE 2012, Sc. 4515 | Web\*: 26493

**VON SUSANI, ODORICO**

Managing evolution risk of cross-organizational services  
**Dir. Buchs, Didier; Dugerdil, Philippe**  
 Th. UNIGE 2011, Sc. 4375 | Web\*: 26222

**VUIGNIER, KARINE**

Analytical strategy to characterize drug-protein interactions: from high throughput to in-depth analysis  
**Dir. Carrupt, Pierre-Alain; Veuthey, Jean-Luc**  
 Th. UNIGE 2012, Sc. 4489 | Web\*:26163

**VALENTA, NINO**

Concepts, components and implementations for quantum key distribution over optical fibers  
**Dir. Zbinden, Hugo | Web\*: 26776**  
 Th. UNIGE 2013, Sc. 4523

Publicité



En tant qu'étudiant tu ne profites pas seulement de l'abonnement d'essai offert d'une valeur de CHF 70 mais aussi de l'abonnement annuel que tu peux avoir pour CHF 70 au lieu de CHF 290.

Des véhicules à louer dès CHF 2.80 de l'heure et CHF 0.54 par kilomètre (tout inclus: carburant, assurances, services et bien plus encore)

[mobility.ch/etudiants](http://mobility.ch/etudiants)



More information for English-speaking students:  
[mobility.ch/students](http://mobility.ch/students)

**mobility**  
 car sharing

# à toi la liberté

y compris  
toute la musique  
que tu aimes sur

Spotify

appels,  
musique & SMS illimités,  
plus 1 Go de surf

Orange Young Star

29.-  
/mois

Orange Young.  
L'abonnement avec musique  
pour tous les moins de 27 ans

orange™

L'offre s'applique en cas de conclusion d'un nouveau contrat ou de renouvellement de contrat pour un abonnement Orange Young Star avec minutes illimitées vers le réseau Orange et le réseau fixe suisses/SMS illim./1 Go (CHF 29.-/mois) sur une période de 24 mois. Hors carte SIM (CHF 40.-). Spotify Premium est gratuit les 12 premiers mois avec abonnement Orange Young Star, Galaxy ou Universe de 12/24 mois, CHF 12.95/mois seront facturés par la suite. L'avantage gratuit Spotify peut être activé une seule fois uniquement et expire dans tous les cas au moment du transfert ou de l'expiration de l'abonnement Orange Young. Le trafic de données permettant d'accéder à Spotify est gratuit depuis votre téléphone mobile. Orange se réserve le droit d'interrompre cet avantage à tout moment. Prestations illimitées dans le cadre d'un usage normal, conformément aux conditions générales et aux informations produit.

Changez pour Orange  
0800 078 078 | orange.ch/shop