

SCIENCES

Ouest

RECHERCHE ET INNOVATION EN BRETAGNE N°202

Métrologie

L'art de faire bonne mesure

SEPTEMBRE 2003 / 3€



Facture d'eau en braille,

La liberté de pouvoir lire

Edition braille : Association



"donne-moi tes yeux"

La facture en braille est proposée à l'ensemble de nos clients non-voyants.

Elle leur permet de connaître et gérer leur budget Eau de façon autonome.

Sur demande, les documents d'information sur l'eau (courriers, brochures,...) peuvent également être traduits en braille. Ce nouveau service vient compléter ceux adaptés aux personnes à mobilité réduite ou mal-entendantes, disponibles sur notre site internet www.generale-des-eaux.com et par téléphone en contactant Générale des Eaux Direct.

Pour obtenir la facture
en braille, contactez :

Agences Générale des Eaux

Générale des Eaux Direct
0811 904 904*

Agences Compagnie des Eaux
et de l'Ozone

Générale des Eaux Direct
0811 904 905*

* Prix d'un appel local

GÉNÉRALE
des **eaux**

SCIENCES *Quest*

Découvrir
à la découverte des sciences

La voie de son... mètre



La science de la mesure

Métrologie... Du grec *metron*, la mesure. Nous y sommes tellement habitués, nous trouvons cela tellement "naturel", que nous avons oublié que les notions de mètre, litre et kilogramme ont à peine 300 ans d'âge ! Elles sont le fruit d'une incroyable collaboration scientifique, initiée en France, qui s'est lentement répandue dans (presque) tous les pays. Histoire d'une belle invention. ●

Ordo ab chaos !

L'ordre naît du désordre... Cela pourrait être la morale de toute cette histoire ! Imaginez le royaume de France, vers 1750. L'unité la plus utilisée pour la mesure des longueurs, parmi des dizaines d'autres, était le *pied*. Mais ce pied mesurait 358 mm à Bordeaux, 341 mm à Lyon, 325 mm à Paris et 270 à Aix ! Une autre mesure, la *perche*, faisait 18 pieds sur la rive gauche de Paris et 20 pieds sur la rive droite. L'*aune*, qui servait à mesurer la longueur des étoffes, faisait 1,97 m en Dauphiné et 0,52 m à Strasbourg !

Dans ce chaos, imaginez les problèmes pour réaliser une carte routière, régler les litiges commerciaux ou réaliser une préparation pharmaceutique rédigée dans un autre

département... Le grain de blé était mesuré en *setier*, *minot* et *boisseau*, mais d'une ville à l'autre, le setier pouvait valoir de 12 à 20 boisseaux ! Une pièce de tissu de soie, achetée à Grenoble, doublait son prix en arrivant à Strasbourg, même en tenant compte des frais de transport. Beaucoup de gens se sont ainsi enrichis, en achetant une "unité" là où elle était la plus grande, pour la revendre où elle était la plus petite. Les gens les plus pauvres étaient les premières victimes de cette situation. Autre conséquence de ce désordre, comment calculer un impôt juste et identique pour tous ? Impossible !

Ajoutons que seuls les "savants" calculaient en base 10. Le peuple utilisait des

fractions et des multiplications par 12 ou 16 - la vente des huîtres ou les œufs à la douzaine sont d'ailleurs une réminiscence de cette époque. Alors que la France s'unifiait, cette diversité fut progressivement perçue comme une "pagaille" dommageable, avec ses cortèges d'injustices et de désordres économiques, qui seront l'un des facteurs de la Révolution de 1789. Pour s'en convaincre, il suffit de lire les *cahiers de doléances* des communes de France. La demande d'une unification des unités de mesure est récurrente : tout le monde la réclame. D'autant que le marché national et international se développe, d'une province ou d'un pays à l'autre. ●

QU'EST-CE DONC
QUE LA
MÉTROLOGIE ?

MAINTENANT
VOYONS VOIR "METRO":
CHEMIN DE FER URBAIN
À TRACTION ÉLECTRIQUE
PARTIELLEMENT OU
TOTALEMENT
SOUTERRAIN.

JE ME
DEMANDE SI
LA "R.E.R. LOGIE"
EXISTE !!!

"LOGIE":

DU GREC LOGIA "THÉORIE"
ET LOGOS "DISCOURS",



La légende des lius

En Chine, on prétend que la musique est la mère des poids et mesures... Vers 3000 avant notre ère, un maître de musique fut chargé par l'empereur d'établir l'uniformité des tubes musicaux (*lius*). Ayant coupé un bambou et soufflé dedans, il découvrit qu'il obtenait la note exacte de la source du Fleuve Jaune. Il appela son tube *Houang tchong* (la cloche jaune). Peu après, un couple de faisans chanta six notes à proximité. Le maître reconnu dans la première note *Houang tchong* et s'empressa de couper onze autres bambous qu'il accorda sur les notes qu'il entendait. C'est ainsi que naquirent les 12 lius de l'échelle musicale chinoise. Pour étalonner de façon précise chaque liu, le maître prit des grains de millet (*chou*) et compta 81 grains pour la longueur de *Houang tchong*. Dans l'histoire des Han, écrite au 1^{er} siècle de notre ère, il est rappelé que les mesures de longueur, de capacité et de masse, sont toutes issues de la fabuleuse cloche jaune. ●

Quelle(s) unité(s) ?

En 1789, la recherche d'une unité commune n'est pourtant pas une nouveauté. La Chine (voir encadré) s'était dotée d'un système unifié, dès 3000 avant notre ère. Charlemagne, en 789, avait imposé un système unique qui ne lui surviva pas. Les Romains avaient le leur, basé sur le pas du légionnaire !

Mais toutes ces unités avaient un défaut majeur : elles n'étaient pas "universelles". C'est-à-dire reposant sur une donnée calculable par tous les hommes, partout. Le premier à avoir imaginé une solution fut l'abbé Gabriel Mouton. En 1670, il proposa une unité de mesure "géométrique", basée sur les dimensions de la Terre. L'unité de base était "la longueur d'un arc d'une minute de méridien terrestre". Un méridien est un cercle imaginaire, passant par les deux pôles, découpé en 360° (degrés) de chacun 60' (minutes). Connaissant le diamètre du cercle, il est aisé de déterminer cette longueur, baptisée *milliaire* par Mouton, et qui deviendra notre mètre. Pour simplifier, Mouton proposa de diviser son milliaire en 10 *decuria* et 100 *centuria*. Mais toute la difficulté était de connaître avec précision la circonférence du méridien. D'autant que l'on croyait alors que la Terre était une sphère parfaite ! Or la Terre est aplatie aux pôles, comme le prouva Charles Marie de la Condamine en 1744, par des calculs complexes. ●

Quand la politique s'en mêle...

Le 9 mars 1790, Talleyrand a relancé l'idée plus ou moins oubliée de Mouton : "L'innombrable variété de nos poids et mesures et leurs dénominations bizarres (...) est un piège de tous les instants (...)". Il proposa la création d'une commission de scientifiques, chargés de réaliser une mesure fiable : un mètre, calculé à partir d'une fraction de la longueur du méridien, et un poids, dérivé de la pesée d'un volume d'eau. Le 8 mai, l'Assemblée nationale créa ladite commission, dont la composition était confiée à Condorcet. Il réunit Charles de Borda, Coulomb, Lagrange, Laplace, Lavoisier et Tillet, tous mathématiciens, physiciens et astronomes. L'Assemblée engagea la commission à contacter le gouvernement britannique, pour s'assurer de l'aspect "universel" des mesures déterminées.

Après moins d'un an de travail, le 19 mars 1791, Condorcet a présenté officiellement le mètre, qui est "égal à la dix millionième partie du quart du méridien terrestre". Restait à calculer avec précision cette distance. Deux astronomes, Pierre-François Méchain et Jean-Baptiste Delambre ont été chargés de mesurer non pas tout le méridien, mais l'arc de 9° et demi qui va de Dunkerque à la banlieue de Barcelone. Six années, pleines de dangers et d'aventures burlesques, leur seront nécessaires. Une étonnante aventure à découvrir dans l'excellent livre *La méridienne*, de Denis Guedj (Éd. Seghers).

Le mètre permettait de calculer les volumes et surfaces, mais il fallait aussi choisir une unité de poids. Sur les conseils de Lavoisier, ce sera un volume d'eau connu (un décimètre cube d'eau distillée) qui donnera cette unité baptisée alors *grave*. Un décret du 1^{er} août 1793 imposa à tous le mètre, divisé en décimètres, centimètres et millimètres, pour les longueurs. L'*are* (carré de 100 m de côté, soit notre hectare actuel) divisé en déciare et centiare. Le *pinte* est devenu l'unité de volume (cube de 1 dm de côté). Le mètre cubique est le *cade*. Enfin, l'unité de poids est le *grave*, qui est la millièmième partie d'un mètre cube d'eau.

Mais les habitudes ont persisté ! Dans le contexte d'une France encore fort diversifiée, par exemple pour les heures locales et les langues, le peuple renâclait à utiliser les nouvelles mesures - malgré des tableaux de conversion distribués dans tout le pays ! Et les chamboulements politiques, à Paris, ont fait un peu oublier le projet. Oubli encore renforcé par l'arrivée d'une série de nouvelles mesures précises : l'heure de 60 mn, le degré d'angle, la température en degré Celsius (qui était inversé : 100 correspondant au début de fonte de la glace et 0 au point d'ébullition de l'eau), le calendrier décimal... Il faudra attendre un décret du 4 juillet 1814 pour que le système métrique soit imposé officiellement en France



- plus de cinquante ans s'écouleront encore, avant qu'il n'entre réellement dans les mœurs. Même si certaines unités locales ont survécu plus longtemps, avec des adaptations ou des abandons. Du moins jusqu'en 1930, quand la scolarisation a contribué à imposer le mètre.

Système métrique (SM) et Système international (SI)

En 1875, le Bureau international des poids et mesures (BIPM) est créé à Sèvres, près de Paris. C'est là que sont conservés les étalons destinés à servir de référence à tous les pays du monde. Ils sont enterrés à 9 m sous terre, sous des cloches de verre dans lesquelles on a fait le vide le plus poussé possible. Ces étalons n'ont été sortis que quatre fois de leur étui, la dernière remontant à 1946, pour éviter toute altération : une rayure pourrait "arracher" quelques millièmes de milligramme au kilo étalon !

Le personnel du BIPM, qui regroupe environ 70 personnes, est originaire des 51 pays membres. Ils ont le statut diplomatique et disposaient, en 1999, d'un budget de près de 9 millions d'euros. C'est le BIPM qui réalise les prototypes qui sont envoyés dans tous les pays. Le mètre, par exemple, est réalisé dans un alliage de platine et d'iridium, pour éviter les déformations dues aux changements de température et lui donner une très grande dureté. Il développe aussi toutes les nouvelles mesures nécessaires : pression atmosphérique (1885), thermométrie (1888), radioactivité (1960), échelle de temps (1988)...

Mais si l'étalon d'origine du mètre est toujours conservé à Sèvre, la définition du mètre a beaucoup changé ! En 1960, il est devenu "la longueur égale à 1 650 763,73 longueurs d'onde dans le vide de la radiation correspondant au saut d'un électron entre les niveaux 2p10 et 5d5 de l'atome de krypton 86". Puis, en 1983, "la longueur du trajet parcouru dans le vide par la lumière pendant une durée de 1/299 792 548 seconde" ! Car la plus grande précision est désormais nécessaire pour réaliser des expériences scientifiques, des préparations pharmacologiques, des opérations chirurgicales complexes, pour l'envoi de sondes dans l'espace ou le positionnement de robots dans l'industrie... Toutes ces mesures sont redéfinies régulièrement dans ce que l'on appelle le Système international (SI) et qui comprend sept unités de base : le **mètre** pour les longueurs, le **kilogramme** pour les masses, le **seconde** pour le temps, l'**ampère** pour le courant électrique, le **Kelvin** pour les températures, la **mole** pour la quantité de matière et le **candela** pour l'intensité lumineuse. À cela s'ajoutent 64 unités dérivées, comme le volt et le watt. Cela peut paraître compliqué, mais qu'est-ce que ce serait si nous utilisions encore la toise, le grain ou le pouce, reliés par des coefficients 12, 16, 20... !

Ainsi en Provence, le *pan* mesurait 24 cm et il en fallait 8 pour faire 1 *cane* : le *pan* passa à 25 cm, la *cane* à 2 mètres et le tour était joué ! En revanche, la *liéuro* (livre) provençale, d'environ 400 grammes, fut abandonnée et aujourd'hui la seule unité équivalente usitée dans la région est le *demi-kilo* - le mot *livre* y est obsolète. Les noms des anciennes unités survivent parfois dans des expressions figurées ("six pieds sous terre").

En 1847, la commission française des poids et mesures, qui poursuit toujours son travail, adressa aux principales puissances du monde "trois étalons de cuivre, un mètre, un kilogramme et un litre, renfermés dans une boîte d'acajou, garnie de velours et fermant à clé". Ce seront les expositions universelles (Londres en 1851, Paris 1855 et 67) qui joueront le rôle de promoteurs auprès des pays étrangers. Tout le monde convenait, il est vrai, de la nécessité d'une mesure unique. Dès 1848, l'Espagne adopta le système métrique. L'année suivante, le Chili et la République Dominicaine. Le Portugal suivit en 1852... La Grande-Bretagne attendra 1965 et l'Australie... 1970 ! Il ne "reste" aujourd'hui que trois pays à refuser le système métrique : le Nigeria, le Myanmar (Birmanie) et... les États-Unis, qui auraient voulu imposer leur système de yards, miles et autres gallons d'origine britannique. ●



Musées

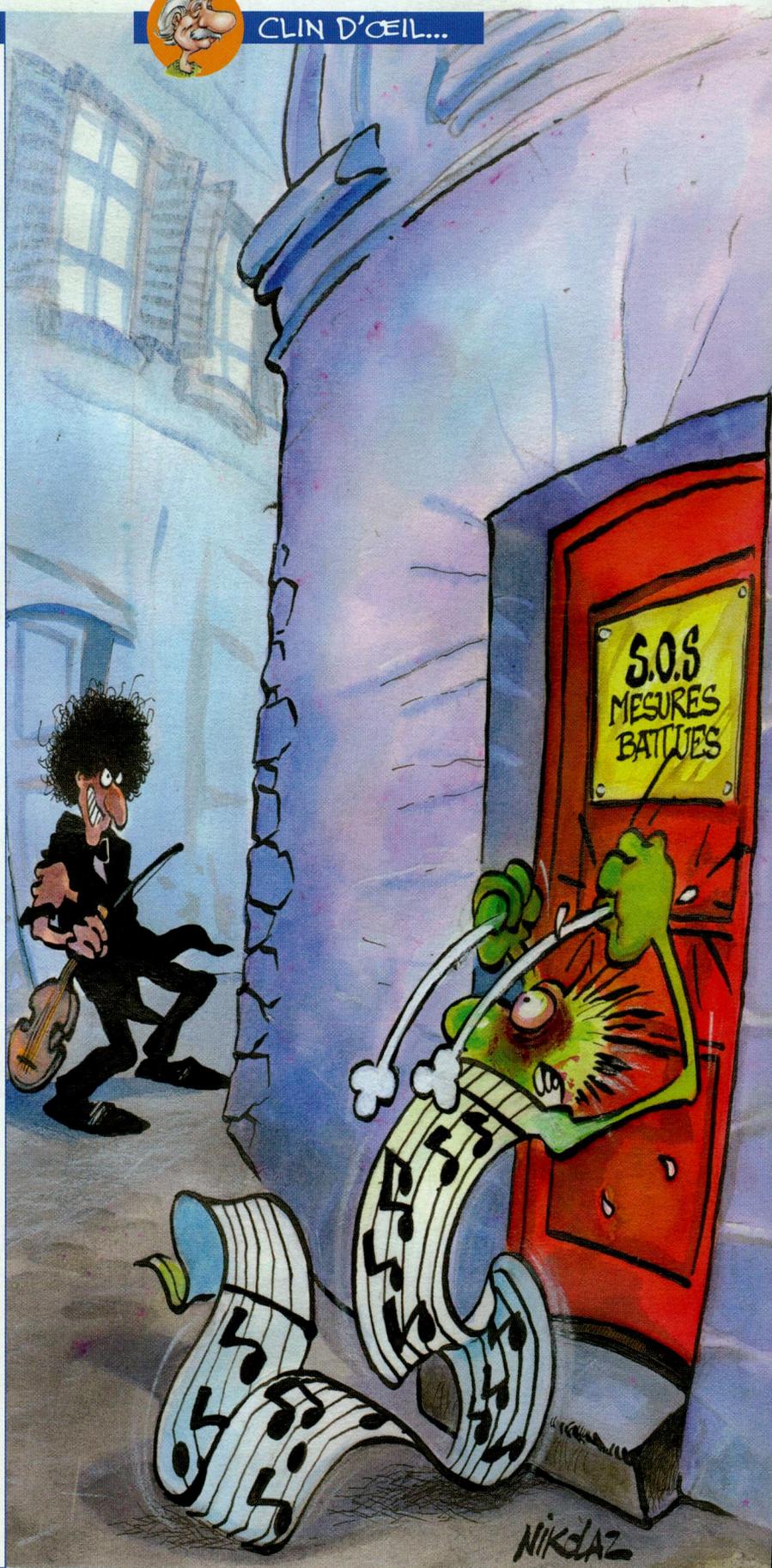
Si le Pavillon de Breteuil, qui abrite le BIPM, ne se visite pas, il ne faut pas manquer les extraordinaires collections du Conservatoire national des arts et métiers (292, rue Saint-Martin, 75003 Paris), qui consacre une large part à la métrologie. À voir notamment, le laboratoire de Lavoisier.

Livres

- **La méridienne**, Denis Guedj, Seghers : l'histoire du calcul du méridien entre Dunkerque et Barcelone. Un livre drôle et passionnant.
- **Le mètre du monde**, Denis Guedj, Seuil. Une source inépuisable d'informations sur l'histoire du mètre.
- **La métrologie historique**, J.-C. Hoquet, PUF, Que sais-je ? Un petit livre qui a le mérite d'être clair.
- **Histoire universelle de la mesure**, de Franck Jedrzejewski, Ellipses. Un gros livre, un peu cher (35 €), un peu difficile, mais qui détaille et explique les multiples unités de mesures utilisées de tous les temps et par les différentes civilisations.

Internet

- <http://www.cfmetrologie.com>
Ce site est celui du Collège français de métrologie. Nous ne le citons ici que pour l'aspect informatif sur les applications industrielles quotidiennes de la mesure précise.
- <http://perso.club-internet.fr/stanb/Metrologie/metrologie.htm>
Ce site est un peu difficile, mais il montre très bien les problèmes rencontrés quotidiennement par les laboratoires et les entreprises en matière de métrologie.
- http://smdsi.quartier-rural.org/metrologie/s_i.htm
Le site officiel du SI. Pour tout savoir sur les mesures du Système international, notamment les dernières définitions officielles de chaque mesure.
- <http://www.metrodiff.org/>
Un site très intelligent, conçu pour les élèves et les enseignants, avec tout ce qu'il faut pour fêter les 20 ans du "mètre lumière", lors de la Fête de la science. De nombreux exposés et des adresses de toutes sortes. Un travail exceptionnel et une mine de renseignements à placer dans vos signets favoris.
- <http://www.bipm.fr>
Le site du Bureau international des poids et mesures.
- http://www.bipm.fr/fra/1_Convention/foreword.html
Le site de la Convention du mètre : le texte officiel régissant l'emploi du mètre dans le monde entier.
- <http://members.aol.com/flagardesse/rayonnerre>
Un joli site, pour refaire les nombreuses expériences qui ont servi à mesurer le rayon de la Terre.



Prochain Découvrir : L'histoire des sciences (suite)

UN MONDE SUR MESURES

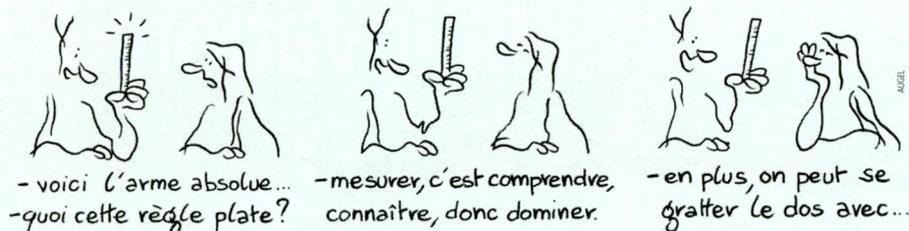
Depuis les balances commerciales jusqu'aux pompes à essence, pour calculer une distance ou ajuster la température, la métrologie, ou science des mesures, est aujourd'hui partout. Découvrez ce mois-ci cette science invisible et ses histoires bretonnes : saviez-vous, par exemple, que le niveau zéro de l'océan est mesuré par le Shom⁽¹⁾, à Brest ? Des mesures, extrêmement précises, permettent d'y observer l'élévation du niveau des mers, liée au réchauffement de la planète - dont la récente canicule nous a donné un aperçu.

Au XVIII^e siècle, en même temps que le mètre et les premières mesures universelles en France, une autre invention naissait en Italie. Elle aussi règle notre quotidien et passe inaperçue, sauf lors d'une panne d'électricité géante comme celle qu'ont vécue les États-Unis : la pile électrique ! Découvrez son histoire dans notre nouvelle exposition "Volta, de l'étincelle à la pile", inaugurée le 9 septembre, à Rennes. Conçue et réalisée par le Musée des arts et métiers du Cnam⁽²⁾, elle est présentée pour la première fois en région.

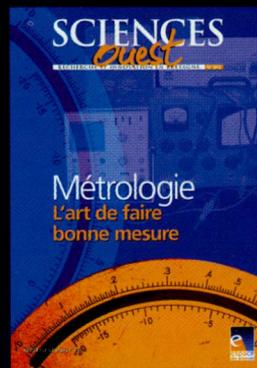
Bonne rentrée à tous ! ■

⁽¹⁾ Shom : Service hydrographique et océanographique de la marine.

⁽²⁾ Cnam : Conservatoire national des arts et métiers.



SCIENTES OUEST est rédigé et édité par l'Espace des sciences, Centre de culture scientifique technique et industrielle (Association) ■ Espace des sciences, 6, place des Colombes, 35000 Rennes - nathalie.blanc@espace-sciences.org - http://www.espace-sciences.org - Tél. 02 99 35 28 22 - Fax 02 99 35 28 21 ■ Président de l'Espace des sciences : Paul Trehen. Directeur de la publication : Michel Cabaret. Rédacteur en chef : Nicolas Guillas. Rédaction : Jean François Collinot, Vincent Derrien, Valérie Terrien. Comité de lecture : Gilbert Blanchard (biotechnologies-environnement), Philippe Blanchet, Michel Branchard (génétique-biologie), Christian Willaime (physique-chimie-matériaux). Abonnements : Béatrice Texier. Publicité : AD Media - Alain Diard, tél. 02 99 67 76 67, e-mail info@admedia.fr ■ Sciences Ouest est publié grâce au soutien de la Région Bretagne, des départements du Finistère et d'Ille-et-Vilaine et des Fonds européens ■ Édition : l'Espace des sciences. Réalisation : Pierrick Bertot création graphique, 35510 Cesson-Sévigné. Impression : TPI, 35830 Betton.



Tirage du n°202
4 500 ex.
Dépôt légal n°650
ISSN 1623-7110

EN BREF 4/5

GROS PLAN Laboratoire
TDF invente la radio d'après-demain 7

GROS PLAN Entreprise
Voile : Proteus anticipe la casse 8

DOSSIER
Quand la métrologie bat la mesure 9
L'histoire du mètre à mesurer 10/11
Le métier de métrologue 12
Océan : il est où le niveau zéro ? 13
CRT Morlaix : au service des industriels... 14
La métrologie mise... aux normes 15
La grande métrication 16
Pour en savoir plus 17

GROS PLAN Comment ça marche ?
La métrologie pour les médicaments 18

ESPACE DES SCIENCES
Des expos pour comprendre et rêver 19

AGENDA 20/21

Supplément
Découvrir
La voie de son mètre



Les échos de l'Ouest

● Brest : un accord pour préserver l'Antarctique



L'Institut polaire français Paul-Émile-Victor et Veolia environnement (ex-Vivendi) ont signé, le 11 juillet à Brest, un accord de partenariat pour la sauvegarde de l'environnement dans l'Antarctique. L'objectif, sur dix ans, est de lever les verrous technologiques dans le traitement des eaux usées, les transports et la gestion des déchets. Un véritable "savoir Antarctique" devrait en résulter, qui profitera aux 44 nations présentes sur le continent blanc. Ce rapprochement a eu lieu à l'occasion du Conseil international des directeurs de programmes polaires antarctiques, lors des entretiens Science et éthique, à Brest. Face au développement des activités scientifiques et touristiques dans l'Antarctique, des actions sont nécessaires pour maintenir des conditions expérimentales uniques. Le continent représente 20% des terres immergées et deux tiers des réserves d'eau douce : sa sauvegarde est essentielle pour l'avenir de la planète.

→Rens. : 3B Conseils, tél. 01 40 51 83 87.

● Décrypter notre monde plurilingue

Douze équipes de chercheurs en sociolinguistique se donnent rendez-vous, les 18 et 19 septembre, à l'Université de Rennes 2. À l'initiative du Réseau français de sociolinguistique, fondé notamment par des équipes de Tours, Grenoble 3, Lyon (ENS-LHS) et Rennes 2, ces journées d'étude contribuent à renouveler le positionnement épistémologique de la sociolinguistique (méthodes, modèles théoriques, objets, fondements, enjeux). Cette réflexion autour d'une "linguistique de la complexité", distincte des premières linguistiques (structurales, générativistes), doit permettre de mieux analyser et comprendre les pratiques d'un monde contemporain multilingue. Un renouveau de la réflexion sur les langues, leurs systèmes et leurs usages, qui trouvera ses applications dans les politiques linguistiques ou l'enseignement des langues.

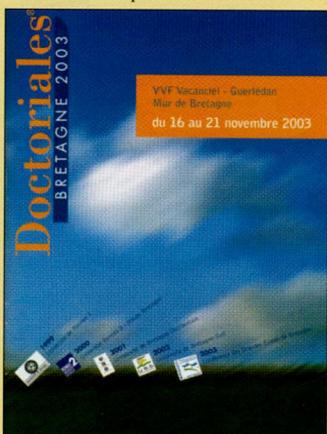


Philippe Blanchet

→Rens. : Philippe Blanchet, Université de Rennes 2, tél. 02 99 14 15 67. Site Web : www.uhb.fr/alc/erellif/credilif/agenda

● Cent doctorants qui sauront convaincre

Les cinquièmes Doctoriales de Bretagne se dérouleront, du 16 au 21 novembre, à Mur-de-Bretagne (22). Une centaine d'étudiants en thèse dans toutes les disciplines, venus des 4 universités et 21 grandes écoles bretonnes, rencontreront des chefs d'entreprises, des acteurs de la valorisation des technologies et des représentants des universités et de la Région. L'objectif est d'apprendre à valoriser ses recherches en abordant les aspects juridiques, économiques et techniques d'un projet innovant. Réunis en groupes, les étudiants réalisent des dossiers de start-up, concoctent des business-plans et sont récompensés par des prix décernés par deux jurys de professionnels et de doctorants. Des visites d'entreprises et des tables rondes avec des DRH sont au programme, ainsi que l'initiation aux pièges du recrutement. Pour devenir des pros de la com, les doctorants présentent même leurs travaux sur un plateau de télévision.



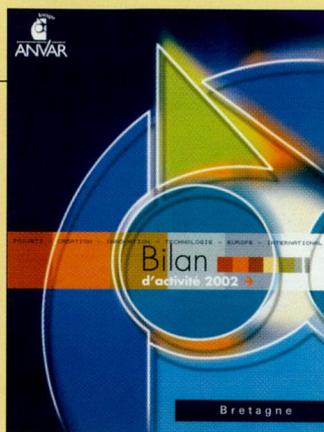
Cette 5^e édition est organisée par l'ENS Cachan, sous l'égide de la Conférence des directeurs des grandes écoles de Bretagne. Parmi la dizaine de Doctoriales en France, l'originalité de celle-ci est d'être multidisciplinaire et de réunir un grand nombre d'étudiants.

→Rens. : Alexandrine Brunel, tél. 02 99 05 93 19.

Site Web : www.bretagne.ens-cachan.fr/doctoriales2003

● L'Anvar a soutenu 69 projets d'entreprises en 2002

La délégation régionale de l'Agence française de l'innovation a publié, en juillet dernier, son rapport d'activité. En 2002, 256 interventions ont été menées en Bretagne, dont 211 sur le budget de l'Anvar (8,33 millions d'euros). Les projets d'entreprises (26 en Ile-et-Vilaine, 17 dans les

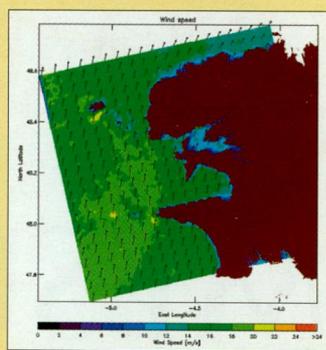


Côtes-d'Armor, 16 dans le Morbihan, 10 dans le Finistère) ont reçu un soutien de 6,77 millions d'euros. Les aides au recrutement pour la R&D ont bénéficié de 820 000 euros (29 aides en Ile-et-Vilaine, 21 dans le Morbihan, 14 dans le Finistère, 4 dans les Côtes-d'Armor). En 2002, contrairement à l'année précédente, les projets d'innovation ont d'abord concerné les technologies de l'information (électronique-informatique, services aux professionnels, télécommunications) devant les sciences de la vie (agriculture, agroalimentaire, biomédical, parapharmacie). Le bilan d'activité est en ligne sur le site de l'Anvar.

→Rens. : Karine Latimier, tél. 02 99 38 45 45, www.anvar.fr

Du côté des entreprises

● Boost voit la mer en haute résolution



La jeune entreprise Boost technologies a reçu, le 17 juillet, le label Réseau national terre et espace, du ministère de la Recherche. Une reconnaissance pour la société brestoise, née en décembre 2002, spécialisée dans la surveillance océanique par satellite radar haute résolution. L'aide financière qui accompagne le label va servir pour la valorisation des données d'observations de l'environnement marin, issues d'images satellites, de bouées et de modèles numériques. L'ensemble des données sera consultable sur une plate-forme

TELECOMMUNICATIONS

Soyez Là où se crée l'innovation

Rennes Atalante
TECHNOLOGIE

Soyez là où le futur se prépare, où les technologies de demain se créent.

Nous sommes là pour vous accueillir et vous accompagner dans vos activités de haute technologie.

Ils sont déjà là : France Télécom R&D, Thomson Multimédia R&D, Mitsubishi Electric R&D, Transpac/Equant, Cegetel SI, Canon Research Centre, Philips Semiconductors, Alcatel CIT, Cap Gemini Ernst & Young...

15 RUE DU CHÊNE GERMAIN ■ 35510 CESSON SÉVIGNÉ ■ FRANCE
Tél. +33 2 99 12 73 73 ■ Fax +33 2 99 12 73 74 ■ technopole@rennes-atalante.fr
Technopole de Rennes Métropole

www.rennes-atalante.fr

dynamique, en temps quasi réel ou en prévisionnel. Le serveur permettra la visualisation interactive des données et le suivi de l'analyse de phénomènes tels que la mesure de la houle, des champs de vents (photo) ou la simulation de dérives de polluants. Cet outil peut intéresser le Shom, le Cedre ou l'Ifremer, notamment pour la recherche ou l'observation des marées noires. Il se veut aussi grand public avec des perspectives de modules éducatifs ou de jeux interactifs. Pour ce projet qui débute à l'automne, Boost technologies s'associe aux compétences de Diateam (gestion de base de données) et Virtualys (réalité virtuelle), sur le site du Technopôle Brest-Iroise.

→ Rens. : Vincent Kerbaol, tél. 02 99 00 23 02, contact@boost-technologies.com

● Technologies innovantes : Caps récompensée



Les prix du 5^e concours national d'aide à la création d'entreprises de technologies innovantes ont été décernés, le 1^{er} juillet, par la ministre de la Recherche, Claudie Haigneré. Le jury a sélectionné 193 projets sur les 1439 candidats. Parmi les 6 lauréats bretons, la société d'informatique rennaise Caps entreprise a été récompensée pour la deuxième année consécutive. La société développe des logiciels pour le calcul scientifique et pour les systèmes informatiques embarqués, tels que le téléphone portable ou le décodeur numérique. Cette technologie ajoute plus de fonctionnalités, tout en réduisant les coûts de conception des produits. L'aide financière du concours va financer le développement des prototypes, afin d'obtenir un logiciel informatique complet d'ici deux ans. Issue de l'Irisa, l'équipe de 6 employés de Caps entreprise devrait passer à 8 ou 10 en début d'année 2004.

→ Rens. : Caps entreprise, tél. 02 99 27 88 56, www.caps-entreprise.com

● Courants marins : une énergie à revendre

La jeune société quimpéroise Hydrohelix énergies veut créer une filière industrielle pour exploiter l'énergie des courants de marée. L'idée est de plonger des turbines (8 m de diamètre, 7 tours/minute) où les courants sont forts, par exemple dans le raz de Sein, pour produire



de l'électricité. "C'est la même technologie que l'éolien, appliquée à la mer, explique Hervé Majastre, cofondateur d'Hydrohelix avec Jean-François Daviau. Cela se fait sans barrage, sans modifier le paysage. Et la ressource est indépendante du climat." Une étude de l'Ifremer (Crema) a montré que cette énergie propre génère toutefois des ultrasons, répulsifs pour les poissons. L'entreprise cherche à développer les collaborations scientifiques et à financer des thèses pour étudier tous les impacts sur l'écosystème. Aidé par l'Ademe, Hydrohelix collabore notamment avec l'Ensieta de Brest, pour l'architecture des turbines. "Notre secteur est géré selon les lois de l'éolien off-shore et nous attendons que l'État nous précise notre marge de manœuvre, afin que les entreprises se lancent. Le marché est évalué, en France, à 6 milliards d'euros." L'entreprise y croit d'autant plus que les concurrents anglosaxons sont en phase d'équipement. Et que les courants de Bretagne représentent le tiers du potentiel de cette énergie en Europe.

→ Rens. : Hydrohelix énergies, tél. 02 98 10 12 35, hydrohelix-energies@wanadoo.fr

QUI A DIT ?

"Dès qu'une pensée me séduit, j'en recherche le piège." Réponse page 21

À lire



● Le défi de la qualité des eaux en Bretagne

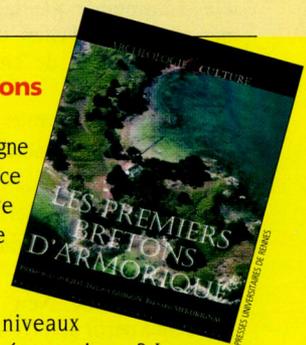
Dans son rapport publié en juin dernier, le Conseil économique et social régional émet des propositions pour améliorer la qualité de l'eau en Bretagne. En 450 pages et une centaine de graphiques, cartes et tableaux, il met en évidence les différentes pollutions, cernent leurs évolutions et préconise un plan global d'urgence à l'échelle de notre région. Un document d'actualité et de référence qui fait le tour du sujet, depuis la qualité des eaux dans les zones conchylicoles, les pollutions d'origine agricole ou microbiologique, jusqu'aux bilans des différents programmes, en passant par le décortiquage des réglementations. Le rapport est consultable en ligne et peut être commandé gratuitement.

→ Site Web : www.region-bretagne.fr/cesr/publications/publi_02.htm

● Les premiers Bretons d'Armorique

Le peuplement de la Bretagne est resté mythique : est-ce une colonisation massive venue de Grande-Bretagne ou l'arrivée d'une élite de chefs ? Quelles ont été les conséquences aux niveaux linguistique, culturel ou économique ? Les auteurs reconstruisent cette histoire méconnue de l'Antiquité tardive, dans une approche pluridisciplinaire moderne de l'archéologie (bioanthropologie, ethno-sociologie). Un ouvrage de 245 pages, riche en illustrations, pour découvrir ce passé obscur de notre région.

→ Pierre-Roland Giot, Philippe Guigon et Bernard Merdrignac, Presses universitaires de Rennes, 2003. Site Web : www.uhb.fr/pur



● La métrologie dans l'Espace européen de la recherche

La Commission européenne cherche à développer une approche européenne en matière de recherche sur la métrologie et favoriser ainsi la croissance et la compétitivité au sein de l'UE. En effet, une grande partie du commerce international dépend de l'exactitude des mesures réalisées, de l'utilisation d'instruments de mesure fiables afin d'assurer, par exemple, l'interopérabilité de composants manufacturés. Dans le contexte de globalisation actuel, l'élan vers une plus grande cohésion des techniques de mesures a considérablement augmenté : le désir de mise en œuvre du "mesuré une fois, accepté partout" a conduit à des accords multilatéraux de reconnaissance mutuelle.

Le projet Mera veut intensifier la coopération Euromet entre les instituts nationaux de métrologie et poser les fondations d'un Espace européen de la métrologie. Une meilleure collaboration et une mobilité accrue des chercheurs, une exploitation effective des résultats de recherches, ainsi qu'un renforcement de la cohérence des fonds communautaires et nationaux destinés aux activités de recherche en Europe, en sont les objectifs. Une présentation du projet sera faite lors du Congrès international de métrologie qui se tiendra du 20 au 23 octobre 2003 à Toulon (www.cfmetrologie.com/index_congres.htm)

→ Rens. : Euro Info Centre, tél. 02 99 25 41 57, eic@bretagne.cci.fr



Internet

● Commander tous les articles sur la Bretagne



VALÉRIE TISSERAND

Depuis le 1^{er} septembre, Hermine expédie par La Poste tout article en rapport avec la Bretagne, publié dans 248 revues et 1324 études ou mémoires de recherche. "Lancé en 1999 par l'Agence de coopération des bibliothèques et centres de documentation, Hermine indexe les articles de ces publications grâce au réseau des professionnels de la documentation et des bibliothèques régionales", explique Élisabeth Lemeau, la présidente de la Cobb. Il était déjà possible de consulter en ligne les données bibliographiques et de recevoir régulièrement des informations sur un sujet choisi. "En plus de la localisation des documents, l'internaute peut désormais commander l'article qu'il a choisi et recevoir une copie par La Poste", ajoute Dominique Ferré, le responsable du projet Hermine. Ce service est payant : quatre jours après réception du chèque, l'article arrive dans votre boîte aux lettres. Dix mille articles sont déjà référencés, plus de 2500 nouveaux s'y ajoutent chaque année, indexés une semaine à un mois après publication. Quatre-vingt-seize des revues référencées concernent les sciences et techniques. Petit conseil avant de lancer la recherche : choisir le mode expert et consulter la liste des publications, pour connaître précisément le champ de recherche couvert. Une mine d'informations inédite.

→ Rens. : Cobb-Hermine, tél. 02 99 59 08 96, contact.cobb@hermine.org, www.hermine.org



TDF CCETT

A la pointe de l'innovation numérique

Le centre de R&D rennais

*par la qualité de ses innovations en matière de diffusion numérique
prépare pour TDF les technologies et les services de demain*

TDF CCETT est l'un des deux centres de recherche et développement de TDF, sa structure actuelle (Été 2003) s'inscrit dans la continuité de certaines activités de l'ancien CCETT fondé en 1972. Pour Denis Renault, Directeur de TDF CCETT, sa mission est claire : préparer les nouvelles activités de TDF.

Leader de la diffusion en Europe, TDF et ses filiales mettent leurs compétences et leur savoir-faire au service des chaînes de télévision et de radio et des opérateurs de télécommunication. Les filiales de TDF à l'étranger sont établies en Finlande, Estonie, Allemagne, Pologne et Espagne.

Des compétences en développement et en intégration de services

Ce centre rennais de R&D développe des solutions sur trois grands segments de marché : l'audiovisuel, le new business, le multimédia.

L'**audiovisuel** inclut aussi bien la télévision numérique, la radio numérique, la télévision interactive que les serveurs de chaînes sur Internet.

Sa localisation à Rennes constitue un atout non négligeable : la proximité de la plate-forme Bretagne de TDF lui permet d'expérimenter et de rendre opérationnelles ses innovations.

Les activités de **New Business** se créent à partir de TDF CCETT et sont expérimentées et validées dans un contexte quasi opérationnel. A titre d'exemple, le **transport intelligent** permet de transmettre des informations, via la diffusion sans fil, à destination des usagers de la route. Opérationnel et commercialisé depuis 1997 sur la France, via la filiale Médiamobile,



ce type de services permet aux véhicules d'avoir une vue précise sur l'état du trafic et aux particuliers d'étudier l'itinéraire le plus approprié. TDF CCETT étudie et construit les nouvelles fonctionnalités permettant d'accompagner ou d'agrémenter son trajet par des informations touristiques ou d'autres natures, plus ludiques. TDF CCETT utilise également cette technologie pour renseigner les usagers des transports en commun. A titre expérimental, un tel service a été mis en oeuvre sur la ville de Rennes en 2001.

TDF leader européen de la diffusion audiovisuelle

Enfin, le centre développe ses activités dans le domaine du **multimédia et de l'internet**. Les multiples possibilités interactives représentent de nouvelles opportunités de distribution et un nouvel enjeu créatif pour les développeurs de contenu.

La place grandissante du numérique

Le numérique multiplie les offres de communication et corrige les défauts de diffusion, il ouvre la voie de l'interactivité et constitue l'es-

sentiel des champs d'application du centre de R&D rennais. Si l'analogique a encore 10 à 15 ans devant lui, les nouveaux services, quant à eux seront numériques. En effet les techniques numériques prennent une place croissante aussi bien en télévision qu'en radio, ils raccourcissent les temps de traitement des signaux audiovisuels et accélèrent le développement du multimédia. TDF CCETT prépare les services de la télévision numérique de demain, il imagine les possibilités de diffusion d'Internet sur le petit écran. Le numérique

n'épargne pas non plus la radio. Le **Digital Audio Broadcasting (DAB)** qui complète la FM en Europe, offre la qualité numérique et des services multimédia à l'auditeur fixe ou nomade. Le **Digital Radio Mondiale (DRM)**, autre forme de radio numérique prépare un renouveau des émissions en ondes courtes et en ondes moyennes.

Le centre veut tirer partie de ces innovations pour offrir une meilleure qualité de son et d'image et de nouvelles applications multimédia. Son objectif est d'aider

TDF à maintenir son leadership de la diffusion en Europe.

Les activités de développement industriel

Le centre rennais est à l'origine de plus de 200 brevets qui lui rapportent par an entre 2 à 3 millions d'euros de redevances. Ce savoir-faire a également été mis à contribution dans le développement du tissu industriel local (au sein, notamment, de la technopôle Rennes Atalante) et dans des projets nationaux et européens. Il a inventé des procédés novateurs en matière de métrologie numérique (mesure de la qualité), de codage d'image et de compression numérique des sons (standards MPEG), dans le domaine de la diffusion hertzienne (COFDM) de la radio et de la télévision ou de l'accès conditionnel pour la télévision à péage (systèmes de cryptage pour Canal + ou TPS). TDF CCETT contribue de façon efficace à la création et à la commercialisation de produits industriels, il participe à l'élaboration de projets européens en partenariat avec les constructeurs et les chaînes de télévision.

A 300 mètres de la Direction Régionale Paris Ouest (DRPO) de TDF implantée elle aussi à Rennes, le centre de R&D peut mettre en oeuvre ses applications en prenant la mesure des contraintes opérationnelles.

Il reste un lieu incontournable de l'innovation dans l'audiovisuel et le multimédia.

TDF CCETT
4, rue du Clos Courtel
BP 31826
35518 CESSON-SEVIGNE Cedex

Téléphone : 02 99 10 40 77
Télécopie : 02 99 12 33 00
Site Internet : www.tdf.fr

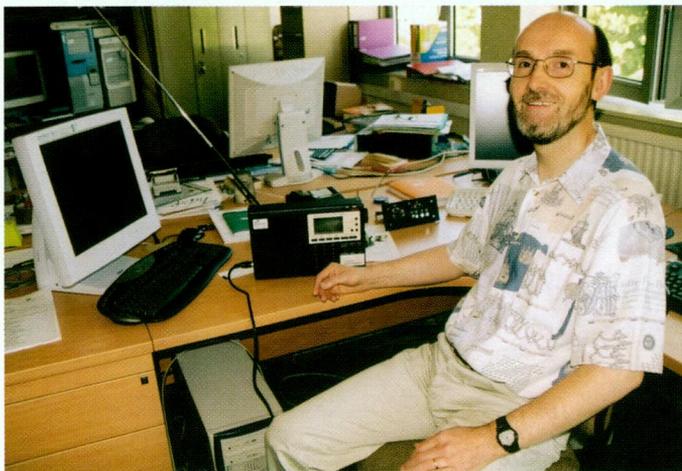


TDF invente la radio d'après-demain

La nouvelle voix des ondes moyennes

Les chercheurs de TDF⁽¹⁾, à Rennes, ont fait une étonnante démonstration à Genève, lors d'une rencontre internationale des acteurs de la radio : la diffusion sur ondes courtes, moyennes ou longues, de sons d'une qualité inégalée. Presque de la FM !

→ "Comme dans ces nouvelles pour dames / de Somerset Maugham. Les capitaines beaux, lâchez-moi / les femmes sont sensibles à tout ça." La voix d'Alain Souchon sort des enceintes et la qualité sonore est plutôt bonne. L'écho des applaudissements résonne, avec clarté, dans la salle. Cette chanson ne sort pourtant pas d'une station FM : elle est diffusée sur une radio en ondes moyennes ! À Rennes, les chercheurs de TDF ont réussi le tour de force de diffuser des sons d'excellente qualité sur les bonnes vieilles fréquences radio de nos grands-



parents. La norme sur laquelle ils travaillent s'appelle Digital radio mondiale (DRM).

En juin dernier, la DRM a été inaugurée lors de rencontres internationales des radiocommunications, à Genève⁽²⁾. TDF y a montré ce qu'elle réalise à Rennes depuis deux ans : l'émission radio, en ondes courtes et moyennes, d'un son d'une qualité étonnante. Une démonstration plutôt bien perçue (lire encadrés). Pour aboutir à ce résultat, le groupe Projet et services multimédia radio, à TDF CCETT, s'est appuyé sur la technologie COFDM⁽³⁾ pour la modulation haute fréquence. Le son est également codé à la source, puis décodé à la réception. Si une partie du signal se dégrade lors de la diffusion, les erreurs sont corrigées, car les informations sont liées par le codage.

"Infaisable il y a cinq ans"

Contrairement à la FM, la largeur de bande pour les ondes courtes, moyennes ou longues est très réduite : par manque de place, les

réglementations internationales interdisent aux stations de dépasser 9 kHz en ondes moyennes et 10 kHz en ondes courtes (contre 200 kHz, en moyenne, pour la FM). Cette largeur de bande très faible impose de coder l'information, sous forme numérique. "Le défi consistait à faire passer une qualité audio équivalente à la FM mono dans un débit de seulement 24 kbits/s, explique Pierre Urcun. C'est-à-dire, faire mieux que le MP3 ! C'était un challenge, à la limite de l'infaisable il y a 5 ans."

La FM, de son côté, devrait bientôt connaître la révolution du DAB⁽⁴⁾, dont l'excellente qualité s'explique par le débit de 256 kbits/s par programme. Mais tout l'intérêt de la DRM réside dans les émetteurs : il est inutile de les multiplier, car en ondes moyennes, un seul émetteur rayonne jusqu'à 200 km. Et ces émetteurs n'ont pas besoin d'une grande puissance : "Le DRM est plus robuste et peut se contenter d'une puissance d'émission 10 fois plus faible", résume Pierre Urcun.

Intégrer un écran couleur

Un autre atout par rapport à la FM est qu'une radio émettant en DRM peut garder toujours la même fréquence, d'une station émettrice à une autre - pas la peine de RDS ! Les stations FM, victimes du phénomène physique des franges d'interférences, doivent en effet changer de fréquence d'un lieu à l'autre, excepté les radios autoroutières, aux répéteurs alignés tous les 70 km. "Nous travaillons aussi à compléter la

"Le défi consistait à faire passer une qualité audio équivalente à la FM mono dans un débit de seulement 24 kbits/s, c'est-à-dire faire mieux que le MP3", explique Pierre Urcun.

norme de base pour des offres multimédias. Pour intégrer à la radio un écran couleur d'images fixes, de type téléphone, ou pour imaginer des transcriptions écrites, comme des résultats de matchs de foot." En attendant ces programmes, inutile d'essayer de capter la radio expérimentale de TDF, sur 25,775 MHz, si votre récepteur n'a pas de décodeur. Vous n'entendrez pas Alain Souchon - mais patience, quand il poussera la chansonnette, vous le capterez bientôt jusqu'aux Îles Marquises. ■ N.G.

LE GRAND MARCHÉ DES ONDES COURTES

Les ondes courtes font le tour du monde, mais subissent d'énormes distorsions, en rebondissant sur la Terre et l'ionosphère. La DRM limite ces dégâts. "Le marché devrait démarrer sur les ondes courtes (OC), estime Michel Duvet, chargé de mission auprès de la direction de TDF. Les gouvernements, qui sont les principaux utilisateurs, peuvent être intéressés pour acheter les émetteurs et aider à financer les récepteurs." Radio Vatican, qui diffuse en OC à partir de Rome pour l'international, est vivement intéressée par la technique DRM. ■



Les récepteurs ne sont pas encore commercialisés. Celui-ci, d'une marque allemande, n'a que quelques mois et coûte 1000 €. Il n'a pas de composants intégrés spécifiques à la DRM : c'est un micro-ordinateur déguisé en récepteur radio. Les premiers transistors d'un nouveau type devraient voir le jour en 2005. Un marché qui pourrait être juteux pour les constructeurs.

MÊME DANS LES PARKINGS SOUTERRAINS

Les radiodiffuseurs internationaux ont écouté, à Genève, la station DRM de TDF en ondes courtes. La BBC a été surprise de constater qu'une ville comme Genève peut être couverte avec un émetteur d'une petite puissance de 100 watts. D'autant que la réception, testée à bord d'un véhicule (photo) se faisait sans interruption sous les ponts de chemins de fer, malgré les tramways, et même dans certains parkings souterrains - où la FM ne passait pas. ■



⁽¹⁾ TéléDiffusion de France. Site Web : www.tdf.fr
⁽²⁾ Pour en savoir plus, rendez-vous sur www.drm.org
⁽³⁾ COFDM : Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing. En ondes moyennes "classiques", un incident sur une porteuse, c'est-à-dire sur une vibration électromagnétique modulée en amplitude, entraîne une très forte dégradation du signal. Avec cette technologie, le signal est composé de 200 porteuses, espacées tous les 41,66 Hz, modulées en phase et en amplitude, sur une bande de 9 ou 10 kHz. Les informations numériques, modulant les porteuses, sont liées entre elles par le codage : si certaines se perdent, la qualité du signal reçu reste la même.
⁽⁴⁾ Digital Audio Broadcasting.

Contacts → Michel Duvet et Pierre Urcun, TDF CCETT, tél. 02 99 12 42 51 / 46 14, michel.duvet@tdf.fr, pierre.urcun@tdf.fr

Headway Concept lance une nouvelle jauge électronique Proteus : l'alerte pour éviter la rupture du mât

La vitesse et le vent soumettent les mâts, les dérives et les voiles des bateaux à rudes épreuves. Pour anticiper et éviter la casse, Headway Concept propose une nouvelle jauge de surveillance maritime, Proteus.

→ Chacun se souvient de l'exceptionnelle série d'avaries subies par les concurrents de la Route du Rhum en 2002, notamment les nombreux mâts brisés durant la course. Malgré les conditions météorologiques particulièrement difficiles, ces dommages auraient-ils pu être évités ? Headway Concept apporte une solution efficace pour prévenir la casse sur les bateaux. Michel Desjoyeaux, vainqueur de la course et partenaire de la société, a contribué à ce projet.



Michel Desjoyeaux sur Trimaran Géant. Le navigateur est partie prenante du projet.

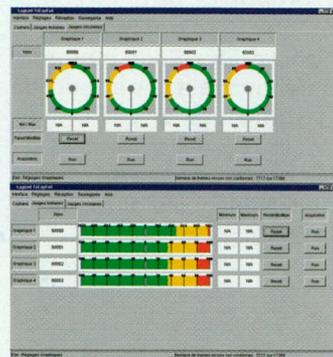
L'entreprise morbihannaise, spécialisée dans la conception d'instruments électroniques de navigation, vient de mettre au point Proteus, son nouveau produit de mesures physiques. Il est constitué de capteurs, placés sur les pièces mécaniques ou composites à surveiller, de petites centrales autonomes sans fils et d'un boîtier de réception. Le système prévient lorsque les limites des matériaux sont dépassées de manière régulière. Les informations sont ainsi envoyées 2 fois par seconde sur le PC de bord ou un pocket PC, avec une portée de 300 m.

Les capteurs doivent être installés de façon très précise : leur efficacité dépend des points de mesure et de la technique de mise en place. Une expertise est donc nécessaire pour savoir où, et comment, poser les capteurs. Cette

étude est réalisée par un ingénieur "capteurs et mesures physiques", spécialiste de ces questions. Les endroits stratégiques de pose sont nombreux sur un bateau : mât, dérive, bras de liaison, puits de dérive, bout d'écoute, hauban, foil... Jusqu'à 64 points de mesures peuvent être activés simultanément.

Pour la pêche et l'aquaculture

Produit étanche, transmission sans fil : Proteus est adapté aux contraintes maritimes. Et d'autres applications sont à l'étude. Dans le milieu de la pêche, le système placé sur la hune permettra de vérifier que le chalut ne risque pas de casser. En aquaculture, il pourra mesurer l'effort sur les chaînes au niveau des bouées. Les plates-formes d'explo-



Les résultats des mesures, prises aux différents points de fragilité du bateau, s'affichent en temps réel sur le PC de bord du navigateur.

tation pétrolière pourraient également l'utiliser pour surveiller les contraintes sur stations.

Aux mesures de contraintes peuvent aussi s'ajouter les mesures de température, de pression ou d'humidité. Headway Concept répond ainsi aux besoins spécifiques de chaque client en rendant possible le choix de mesures particulières, l'adaptation des capteurs et le paramétrage personnalisé du logiciel. Par exemple, les fonctionnalités Web permettent de transmettre les informations par Internet sur un téléphone portable équipé d'un modem GPRS.

Depuis sa création, l'entreprise Headway Concept est soutenue par l'Anvar. Elle a aussi bénéficié d'une aide PTR (Prestation technologique réseau) et du soutien de Jessica Ouest pour l'étude de faisabilité du premier prototype. Proteus, commercialisé à partir de septembre 2003, sera présenté sur les prochains salons nautiques, notamment à Paris en décembre prochain. ■

Texte réalisé par l'Anvar Bretagne

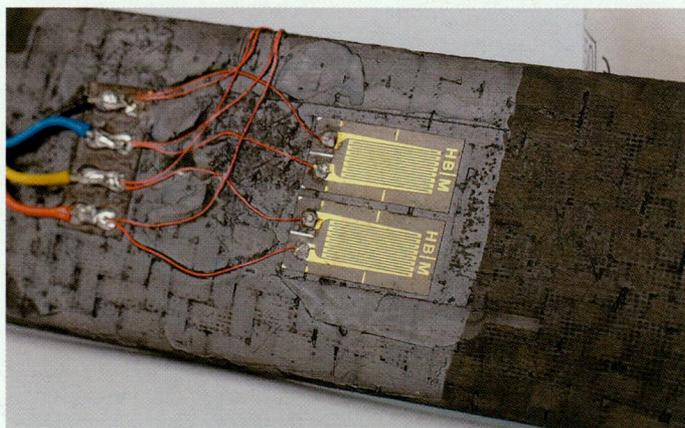
Contact → Didier Caute,
Christophe Frocain, Philippe Raude,
Headway Concept, tél. 02 97 83 57 14,
www.headwayconcept.com



Contact → Karine Latimier,
klatimier@anvar.fr

DEUX ANS APRÈS L'ECHOSPEED

Âgée de deux ans, l'entreprise emploie aujourd'hui 12 personnes, dont 10 au bureau d'étude. À côté des services de R&D pour ses clients, Headway Concept conçoit des instruments électroniques de navigation sous sa marque "Bord". Son premier produit "Echospeed" mesure la vitesse des bateaux et la distance parcourue, la température de l'eau... Cet appareil acoustique s'installe en intérieur de coque (sans trou) et ne nécessite pas de partie mécanique en mouvement (voir *Sciences Ouest* n° 183, décembre 2001). Orienté vers la voile légère au départ, l'Echospeed se tourne dorénavant vers le marché professionnel. Sur les rallyes transocéaniques, 6 trimarans sur 11 en sont déjà équipés. Le produit évolue, notamment son système d'affichage innovant (couleur à bas coût, technologie sans fil). Son marché couvre déjà de nombreux pays en Europe, les pays nordiques, les USA et le Canada. ■



Une jauge de mesure utilisée par Proteus, constituée de capteurs sensibles aux tensions des matériaux du bateau.

Quand la métrologie bat la mesure

Ils sont quelques-uns, comme le mathématicien Simon Stevin (1548-1620), auteur de la Disme, un ouvrage proposant l'adoption d'un système décimal de poids, mesures et monnaies, ou ce curé du quartier Saint-Paul de Lyon, Gabriel Mouton (1618-1694), qui proposait l'adoption de mesures universelles, décimales et basées sur la mesure de l'arc d'une minute de méridien ; ils sont quelques-uns, donc, qui seraient bien étonnés s'ils pouvaient lire les textes réglementant les normes ISO 9000, ou ISO 9002 !

Écrites dans le plus pur style des eurotechnocrates, ces normes d'aujourd'hui précisent que *"pour démontrer la conformité d'un produit aux exigences spécifiées, l'incertitude de mesure des équipements utilisés est connue et compatible avec l'aptitude requise en matière de mesurage. (Le mesurage, d'après la «NFX 07-001», se définit comme l'ensemble d'opérations ayant pour but de déterminer une valeur d'une grandeur. Et la mesurande, la grandeur particulière soumise à mesurage). La détermination de l'incertitude de mesure permet d'estimer les risques de déclarer conforme un produit mauvais ou non conforme un produit bon"*. En (vieux) français, cela signifie que toute entreprise souhaitant se réclamer des normes ISO doit se doter de moyens métrologiques, non seulement très poussés, mais encore validés par le Bureau national de la métrologie (BNM), lui-même soumis au contrôle du Bureau international des poids et mesures (BIPM), lui-même sous contrôle du Comité international des poids et mesures (CIPM). Ouf !

Le rêve d'un système de mesures universelles, prôné par les Lumières et voulu par la Révolution, s'est en effet progressivement imposé (presque) partout : adopté officiellement par la quasi-totalité des États, il reste toutefois "facultatif" chez certains et a donc du mal à s'imposer auprès des citoyens. La métrologie est devenue une nécessité absolue dans tous les domaines industriels et la Bretagne n'est pas en reste. Visite guidée. ■

J.F.C.

La longue histoire

Évident pour tout le monde aujourd'hui, le système métrique est pourtant une invention relativement récente. Quelques auteurs viennent de consacrer plusieurs ouvrages à son histoire.

→ Il n'y a pas besoin d'aller chercher bien loin pour comprendre l'intérêt d'un système unifié et international de poids et mesures... Le 11 décembre 1998, par exemple, les États-Unis lançaient la sonde Mars climate orbiter (près d'un milliard d'euros de budget). La sonde s'est perdue à cause... d'une erreur de navigation : certains instruments utilisaient le système métrique, d'autres employaient des unités anglo-saxonnes ! Et pas bien loin non plus, pour constater que tout n'est pas encore gagné... Denis Février (lire p. 12) nous racontait qu'en juillet dernier, se trouvant en Écosse, il avait regardé à la télévision un jeu ressemblant à *Qui veut gagner des millions* ? "Le candidat a chuté sur cette question : « combien y a-t-il de centimètres dans un mètre ? » Il ne connaissait ni le mètre ni le centimètre ! En 2002 ! En Europe !..."

Au XVIII^e, une grande variété de systèmes

Philippe Lanoé (*La Bretagne des savants et des ingénieurs, 1750-1825*, Ed. CCSTI et Ouest-France, 368 pp.) rappelle qu'"il y avait en France, au XVIII^e siècle, une grande variété de systèmes : d'une paroisse à l'autre les unités variaient aussi en fonction de la nature de la marchandise, l'absence d'une administration centrale chargée de contrôler les mesures d'étalonnage, ayant permis un émiettement progressif des systèmes de mesure. À la fin du XVIII^e siècle, le corps social ne se satisfaisait plus de cette situation. Le commerce de gros, gêné dans ses activités, souhaite une unification dont les cahiers de doléances se font l'écho, ceux de Saint-Malo ou de Ploërmel, par exemple. En effet, certains marchands et petits commerçants jouent sur les différents systèmes de repérage. Dans son ensemble, la population «souhaite qu'on fasse cesser la diversité bizarre, embarrassante et nuisible des poids et mesures dans l'intérieur de la province et du royaume ; qu'on les réduise à un poids et à une mesure commune et qu'on adopte pour la mesure des grains la forme cubique qui la rend plus facile à vérifier»" (Art. 12 des cahiers de doléances du tiers état de la sénéchaussée de Ploërmel).

En fait, la demande n'est pas nouvelle... "La mesure est un enjeu de pouvoir, connue dès les premières civilisations, explique Franck Jedrzejewski, chercheur au CEA, dans *Histoire universelle de la mesure*, Ed. Ellipses, 416 pp. 2002. Les souverains ont très vite compris l'intérêt qu'il y avait à posséder des mesures plus grandes que les mesures habituelles, car l'impôt était plus substantiel. On le voit à Sumer, par exemple, où la coudée royale est

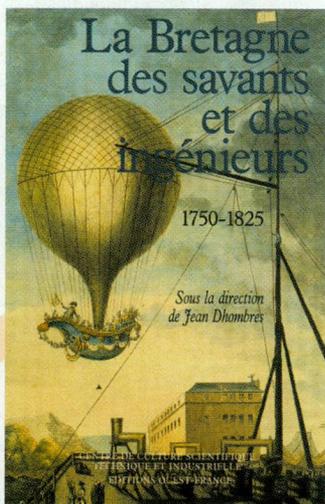
de sept palmes, quand la coudée ordinaire n'en avait que six. Il en va de même chez les rois européens, qui veulent détenir les étalons : édit de Childbert 1^{er} en 554, qui fait des commissaires examinateurs des «inspecteurs des poids et mesures»".

1790 : un projet d'unification

Louis Jourdan, Rennais, retraité de l'industrie chimique et auteur de : *La grande métrication*, France Europe éditions, 212 pp, 2002 (lire p. 16) résume par une boutade la nécessité d'unifier les mesures : "Mon jardin est plus petit que Rome, mais plus grand que le casque de mon neveu. Derrière cette phrase un peu surréaliste, se cache en fait toute une philosophie. Par exemple, on peut se demander si le jardin est nettement plus grand que le casque et, si oui, de combien de fois ? Et s'il est mille fois plus grand, que représente «mille» ? Si mon voisin n'utilise pas la même mesure, le jardin ne fera

cette fois que cent fois le casque du neveu... C'est ainsi qu'à la fin du XVIII^e siècle, l'économie ne peut plus se satisfaire de cette diversité de mesures. Et, le 8 mai 1790, Talleyrand reprend à son compte des idées émises par l'abbé Mouron, par exemple, et va soumettre à l'Assemblée nationale un projet d'unification. Le nouveau système de mesures devra répondre à trois critères : il devra être établi sur la division décimale, l'unité de référence des longueurs déterminera toutes les autres unités et, enfin, cette unité devra être prise dans la nature pour être acceptée par tous les peuples."

Sous la direction de Condorcet, une commission se met en place dès le 19 mai. Elle comprend Condorcet lui-même, Charles de Borda, Coulomb, Joseph Louis Lagrange, Laplace, Lavoisier et Tillet. Pour déterminer la mesure de longueur référence, trois hypothèses sont étudiées : la longueur du pendule battant la seconde, un sous-multiple du



du mètre à mesurer



L'un des premiers ohmmètres (vers 1880), reposant sur le principe du "Pont de Wheatstone".

quart de la longueur de l'équateur ou la même proportion d'un quart de méridien. C'est cette dernière solution (la dix-millionième partie de la longueur du quart du méridien, appelée "mètre") qui est retenue le 19 mars 1791. L'Académie des sciences charge Pierre François Méchain et Jean-Baptiste Delambre de mesurer l'arc de neuf degrés et demi, entre Dunkerque et Montjuich, près de Barcelone. L'aventure durera six années, ponctuées d'épisodes tragi-comiques et d'accidents. Méchain y perdra la raison et la vie, rongé par la honte d'une erreur de trois secondes ; Delambre deviendra secrétaire perpétuel de l'Académie. Le lecteur qui voudrait mieux connaître cette histoire de la mesure du méridien, pourra se délecter de l'excellent livre de Denis Guedj : *La mesure du Monde, la Méridienne*, Seghers, 1987.

Le décret du 8 mai 1790 oblige par ailleurs les municipalités à envoyer à l'Académie des sciences

les modèles des anciens poids et mesures. "Le 18 décembre 1790, rappelle Philippe Lanoé, les membres du district de Rennes décrètent la fabrication des étalons de mesure en usage en Bretagne. C'est le professeur Thébault du collège de Rennes, qui est chargé de la surveillance de ces travaux. Mais, malgré plusieurs rappels, le travail n'avance pas." Ainsi, le district de Redon écrira le 24 août 1791 : "Il ne nous a pas paru possible de vous faire l'envoi prescrit et nous n'avons de mesures matrices que celle du boisseau, en fonte, pour les grains, et celle du pot et de la pinte pour la boisson. Nous ne sommes saisis d'aucun autre étalon, et l'on a un besoin journalier de ces mesures pour les vérifications que d'un moment à l'autre on a le droit de requérir." D'ailleurs, sur 85 départements français, seuls 14 exécuteront le travail. Et il faudra, dans de nombreux cas, envoyer les gendarmes. Ce n'est qu'en mai 1799 que toutes les mesures étalons de Bretagne parviennent enfin à Paris.

Le canal de Nantes à Brest fait avancer le mètre

Mais, en 1792, pressé de voir mis en application le nouveau système, le gouvernement impose un "mètre provisoire" dont la longueur est de trois pieds, onze lignes et 44 centièmes. Le 1^{er} août 1793, une nouvelle loi adopte le système décimal. Mais sur le terrain, par manque d'instructions fiables et de tables de conversions, le mètre, même provisoire, tarde à faire son apparition. C'est en fait la construction du canal de Nantes à Brest (1797) qui fera le plus avancer la cause des nouvelles mesures. Sous la direction des ingénieurs chargés de sa réalisation, les ouvriers adoptent très rapidement le système métrique, l'emploi du mètre de bois dur, de la canne métrique (double mètre) ou de la chaîne d'arpenteur.

Mais les choses ne vont pas partout aussi vite. Ainsi, les marchands qui ont été obligés de se doter en poids (le kilogramme, adopté le 9 novembre 1799) et mesures, en profitent pour réaliser de nombreuses fraudes : "Les nouveaux poids sont distribués aux marchands, c'est bien, mais les esprits ne sont pas conquis, ils combinent les nouvelles mesures pour vendre aux mesures anciennes. Le public ne comprend rien à ces combinaisons de quantités prétendues équivalentes... Il faut avertir le public qu'il est victime quotidiennement de tromperies de la part des marchands pour l'inciter à utiliser les nouvelles." (Lettre du ministre au préfet des Côtes-du-Nord, 26 juillet 1805). Ce ne sera qu'en 1837 que le gouvernement jugera le système métrique comme devenu d'usage courant.

Histoire universelle de la mesure



Franck Jedrzejewski



Un usage lié à la généralisation de l'instruction

"La résistance au système métrique, précise Philippe Lanoé, tient certainement pour une part à l'idéologie contre-révolutionnaire. Mais il y a d'autres causes... L'apprentissage du système métrique représente un effort. C'est un luxe intellectuel qu'une grande partie de la population ne peut s'offrir, vu les conditions matérielles de son existence et son faible taux d'alphabétisation, sans parler de l'obstacle de la langue (la moitié de la population ne parle que le breton). En outre, le système métrique n'apporte aucune vraie amélioration aux problèmes quotidiens, et il apparaît plus comme un moyen de surveillance, ou une norme liée à l'impôt. Seul le risque de marginalisation, notamment économique, et surtout la généralisation de l'instruction amèneront la population à en faire un usage quotidien." ■ J.F.C.

Denis Février, métrologue et fier de l'être

Chargé de la métrologie légale à la Direction régionale de l'industrie, la recherche et l'environnement (Drire) de Bretagne, Denis Février, ingénieur de l'Industrie et des Mines, raconte les différentes facettes d'un métier méconnu.

Sciences Ouest : Comment devient-on "métrologue" ?

Denis Février : Notamment grâce à l'École supérieure de métrologie (ESM), rattachée à l'École des mines de Douai, qui prépare aux fonctions d'ingénieur et de technicien. L'ESM propose, entre autres, une formation d'un an qui débouche sur un diplôme d'ingénieur spécialisé : le Mastère spécialisé en système de mesures et métrologie.

S.O. : Qu'est-ce que la "métrologie légale" ?

D.F. : Il y a trois domaines dans la métrologie : la métrologie fondamentale ou scientifique (amélioration de la connaissance des constantes fondamentales de la physique et développement de nouveaux modes de matérialisation des unités) ; la métrologie industrielle (nécessaire à l'activité économique) ; la métrologie légale (ensemble des dispositions réglementaires mises en place par les pouvoirs publics pour imposer un système d'unités de mesure légal (SI) et pour garantir l'aptitude des instruments de mesure utilisés pour les transactions commerciales, ou pour certaines opérations mettant en jeu la santé ou la sécurité). Il y avait 36 catégories réglementées. La liste comporte désormais un 37^e instrument : la mesure de distance entre véhicules. Parmi les catégories d'instruments de mesures, citons ceux utilisés pour les mesures de masse (balances, trieuses), les mesures de liquides ou de gaz (compteurs d'eau, compteurs de fioul, pompes à essence), les jaugeages (camions, réservoirs pétroliers) ou les mesures diverses (analyseurs de gaz d'échappement, taximètres, cinémomètres, éthyloètres).

S.O. : Quelle est la mission de la Drire, en matière de métrologie ?

D.F. : Particulièrement, la surveillance des organismes spécialisés pour la réparation ou la vérification des instruments de mesure. Cela se traduit par l'étude de la recevabilité de la demande, des audits, des visites de suivi et des visites de surveillance inopinées afin de contrôler la qualité du travail de ces organismes. En Bretagne, il y a environ 14 000 instruments de pesage (balances) servant dans des transactions commerciales, plus de 10 000 pompes à essence et plus de 1 500 analyseurs de gaz d'échappement des véhicules ! Or, tous ces appareils doivent être vérifiés régulièrement par des organismes agréés. S'ils sont conformes, ils sont alors revêtus de la vignette verte d'autorisation et leur "carnet métrologique" en témoigne. Par ailleurs, la réglementation précise que l'utilisateur (détenteur) est responsable de l'instrument qu'il utilise dans le cadre de ses activités. C'est à lui qu'il appartient d'acheter un matériel approuvé et d'assurer le maintien en état de son outil de travail... Il appartient au propriétaire de l'appareil de choisir l'organisme agréé qui lui convient.

S.O. : On peut supposer que ces entreprises sont très surveillées ?

D.F. : Bien sûr ! Chaque organisme agréé doit nous communiquer régulièrement la liste et l'ordre de visites de toutes les entreprises qu'il contrôle. Nous pouvons ainsi réaliser des contrôles inopinés et vérifier comment leurs techniciens habilités travaillent, s'ils respectent les procédures de vérification, si leurs moyens techniques sont conformes et s'ils remplissent bien le carnet métrologique de l'appareil.

S.O. : Cela représente combien de fonctionnaires pour vos services ?

D.F. : De trois à quatre "équivalents agents temps plein", soit 8 agents concernés, pour la Bretagne, et 70 "équivalents agents temps plein" pour la France, contre 700 agents il y a quinze ans.

S.O. : N'y a-t-il pas là un risque de perte de qualité dans les mesures et les contrôles ?

D.F. : Franchement, non. Nous pouvons dire que nous avons juste les moyens de notre politique. Les entreprises agréées sont sérieusement contrôlées et je ne connais aucun cas de fraude majeure. Bien sûr, il peut toujours exister deux ou trois sociétés en limite réglementaire. Mais elles finissent toujours par devoir nous rendre des comptes. La synergie entre les agents des différents ministères existe. Les contrôles exercés par la DGCCRF⁽¹⁾ et la Gendarmerie nationale complètent la surveillance.

S.O. : Cette "privatisation" de la métrologie légale est une évolution récente.

D.F. : Oui, nous sommes en pleine "révolution" réglementaire. En fait, toute la métrologie légale dépend aujourd'hui de deux textes récents : le décret du 3 mai 2001 et l'arrêté du 31 décembre 2001. Et la plupart des appareils soumis à contrôle vont être concernés par une "actualisation" des textes réglementaires. Par exemple, nous venons d'achever le travail pour les taximètres ou les instruments de mesurage des liquides. Aujourd'hui, une de nos priorités concerne la vérification des cinémomètres. Nous avons vérifié 250 instruments cette année en Bretagne, nous en vérifierons au moins 300 l'an prochain ! ■

J.F.C.

⁽¹⁾ Direction générale de la concurrence, du commerce et de la répression des fraudes.

Il est où le niveau zéro ?



L'échelle Laplace, à Brest.

En un siècle, une élévation de 12 cm du niveau de la mer a été mesurée sur le littoral français.

On ne compte pas les épaves de bateaux qui ont percé leur coque sur des récifs à fleur d'eau. Pour éviter ces accidents, il est nécessaire de disposer d'une carte précise indiquant le "zéro". Un casse-tête pour les cartographes du Service hydrographique et océanographique de la marine, car la mer ne cesse de monter. Explications avec Bernard Simon, du Shom⁽¹⁾ à Brest.

→ C'est en 1806, que Pierre de Laplace (1749-1827) installa à Brest une "échelle" graduée, qui porte toujours son nom, afin de déterminer le "zéro" de Brest. "En effet, explique Bernard Simon, chaque port a son propre zéro. Il est déterminé en calculant approximativement le niveau des plus basses mers. Une fois ce zéro fixé, on n'en change plus. Sauf que..."

Sauf que, le niveau des océans monte ! "Il monte, mais il faut prendre quelques précautions pour être exact. Les fluctuations locales des niveaux moyens de la mer sont telles qu'il faut

des mesures précises, s'étalant sur plus d'un siècle, pour tracer une courbe évolutive fiable. En France, deux villes seulement disposent de telles mesures : Brest et Marseille. Dans les deux sites, nous avons mesuré une élévation d'environ 12 cm en 100 ans. Cela n'est pas représentatif de l'ensemble des observations de longue durée disponibles de par le monde : elles révèlent en effet une augmentation moyenne de l'ordre de 1 à 2 mm/an. Pour vous donner un exemple, pour le dernier siècle, on a mesuré dans le golfe de Bothnie (Finlande) un abaissement du niveau de la mer de 1 m ! En fait, ce n'est pas la mer qui a baissé, mais c'est le socle européen, libéré du poids des glaces depuis la dernière glaciation, qui se soulève."

L'effet stérique

Est-ce la faute au réchauffement planétaire ? "La concentration en gaz carbonique a progressé de 25 % depuis le début de l'ère industrielle. Et elle croît actuellement au rythme de 0,4 à 0,5 % par an. Par ailleurs, même si le chiffre est à prendre avec précaution, tout le monde s'accorde à dire que le

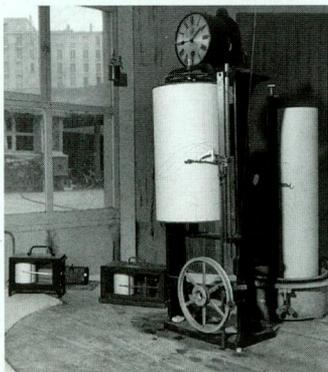
réchauffement global de l'atmosphère est de l'ordre de 0,5°C en un siècle. Réchauffement attribué à l'effet de serre et qui a des conséquences pour les océans. Le recul des glaciers, constaté au cours du siècle passé, correspond à une contribution de 1 à 4 cm d'élévation des océans. Et un phénomène, rarement énoncé, semble très important : le facteur thermique, ou effet stérique. L'échauffement de l'atmosphère se transmet aux océans par rayonnement, conduction, diffusion... Or, un accroissement de 1°C de la température d'une colonne d'eau de mer, à 15°C, et de 1 000 m d'épaisseur, entraîne une augmentation du niveau de 16 cm ! On estime que l'effet stérique pourrait être responsable d'une élévation du niveau des mers de 15 cm pour les 50 années à venir. Enfin, il faut localement prendre en compte les mouvements de la croûte terrestre. Ce dernier point n'est vraiment intégré que depuis peu. Ainsi, à Brest, il n'y a que deux ans que nous avons équipé le marégraphe d'une station géodésique (GPS) afin de mesurer le plus finement possible la stabilité du support."

Quoi qu'il en soit, cette élévation du niveau de la mer a eu une conséquence d'importance pour le personnel du Shom : "Lorsque Laplace a installé son échelle, on s'est vite aperçu que le zéro qui avait été défini se trouvait 45 cm au-dessus du niveau moyen de basse mer. En soi, cela allait dans le sens de la sécurité, puisque les marins avaient toujours plus d'eau

sous la quille, qu'indiqué sur les cartes. Mais, en 1996, avec l'élévation du niveau des océans, nous nous retrouvions à 70 cm au-dessus ! Ce qui faisait quand même beaucoup. Il a donc fallu refaire toutes les cartes."

Et pour le zéro des cartes terrestres ? "C'est le zéro IGN qui s'applique. Il est calculé à partir du zéro maritime de Marseille, et transporté par nivellement géométrique". En clair : une équipe de géomètres se déplace de Marseille à Dunkerque - cela ne s'est fait que trois fois : 1895 mission Bourdalou, 1920 mission Lallemand et 1969 mission IGN - avec des niveaux à bulle et des appareils de relèvement. Méthode longue et fastidieuse, mais la seule réellement efficace. "On pourrait imaginer employer des satellites... Mais, en fait, nous nous heurtons au problème de la surface équipotentielle de la pesanteur. C'est-à-dire, que si l'on imaginait la France recouverte d'eau, cette surface ne serait pas plane mais serait un géoïde dont la hauteur est variable d'un point à un autre." ■ J.F.C.

⁽¹⁾ Le Shom emploie environ 600 personnes et assure une double mission de service public et de soutien aux forces navales. Il est responsable sur le plan national de l'information nautique : collecte, validation, diffusion des informations utiles aux navigateurs, civils ou militaires, professionnels ou plaisanciers.



Le marégraphe de Brest.

Contact → Bernard Simon,
tél. 02 98 22 16 99, www.shom.fr

Le CRT de Morlaix, au service des industriels

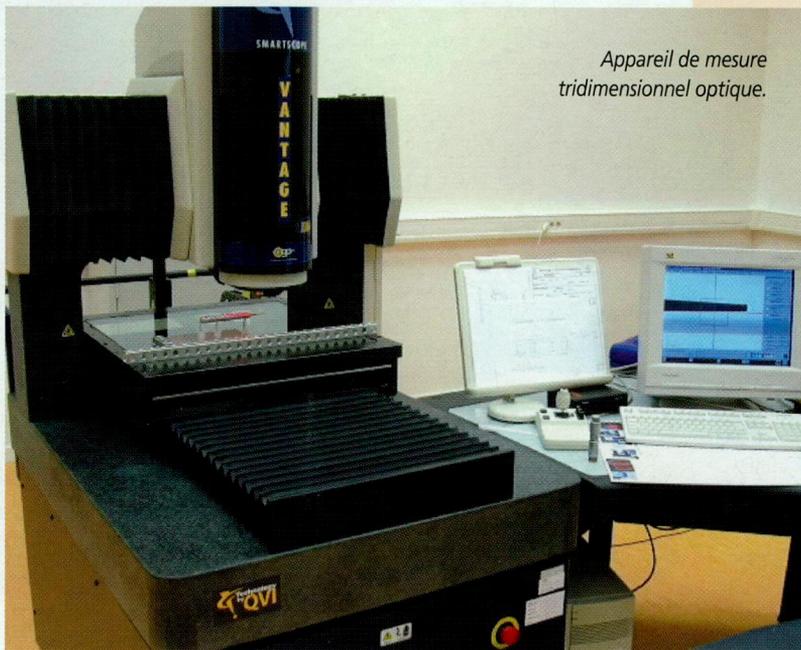
Créé en 1995, le Centre de ressources techniques de Morlaix est le seul laboratoire de métrologie dimensionnelle de Bretagne. Il vient de s'agrandir et affiche de nouvelles ambitions. Visite guidée avec son directeur, Ludovic Bara.

→ L'idée d'un Centre de ressources techniques (CRT), à Morlaix, est née en 1991 de la volonté du lycée Tristan Corbière de rapprocher l'industrie de l'Éducation nationale. Durant trois ans, un comité de pilotage, constitué en association 1901, a réuni des partenaires comme la CCI de Morlaix, des entreprises, le Département, la Région et l'État, pour étudier différents projets. Puis, en 1994, alors que débutent en Bretagne les premières certifications, le comité observe qu'il n'existe pas de laboratoire de métrologie tridimensionnelle dans la région. C'est ainsi qu'à la fin de cette même année, une personne est recrutée (Laurent Vasse) qui va travailler durant une année, pour analyser les besoins exprimés par les industriels et trouver les appareils pouvant répondre à ces besoins.



Le banc d'étalonnage dimensionnel, au laboratoire du CRT.

Fin 95, le CRT, installé dans les locaux du lycée, lance deux activités : l'étalonnage dimensionnel et le contrôle tridimensionnel (voir ci-après). Fin 1998, pour répondre aux demandes de plus en plus importantes, le CRT se voit dans l'obligation de s'agrandir et de compléter ses prestations, notamment dans les domaines de l'étalonnage en température, en pression, en couple et en 3D (avec notamment la 3D sans contact, pour des pièces trop souples ou trop petites pour



Appareil de mesure tridimensionnel optique.



Banc d'étalonnage en température.

être contrôlées par des capteurs ; et un bras polyarticulé permettant de faire des contrôles sur site). Ces nouveaux services impliquent la création de laboratoires climatisés supplémentaires, et le lycée ne dispose pas de la surface nécessaire à cet agrandissement. C'est pourquoi, en 1999, il est décidé de déplacer le CRT vers la zone de l'aéroport. Le nouveau bâtiment (plus d'un million d'euros) est réceptionné en février 2002. Par la suite, le statut d'association loi 1901 est remplacé par un statut d'équipement intégré à la CCI.

370 clients en étalonnage

En 2002, avec un chiffre d'affaires de 282 000 euros, 370 clients en étalonnage (dont 15% hors Bretagne) et une centaine en 3D, le CRT envisage ses développements futurs. "Nous avons quatre axes de développement à l'étude", explique Ludovic Bara, directeur du CRT. Le premier, c'est de compléter nos activités en 3D par des



techniques de reconstitution de surface. Pour donner un exemple, nous avons ici une association qui travaille à la restauration d'avions anciens. Il arrive que des pièces soient trop usées, ou trop abîmées, pour pouvoir être utilisées. Notre travail consisterait à réaliser en CAO des plans permettant de refaire les moules nécessaires pour fabriquer des pièces neuves. Idem, pour des entreprises qui cassent un moule et qui n'en ont pas les plans. Le deuxième axe, c'est de trouver de nouvelles technologies dans le contrôle 3D, comme par exemple l'emploi de la tomographie. Troisièmement, nous voulons développer l'aide aux entreprises qui développent des machines spéciales. Souvent, en effet, ces machines (trieuses, par exemple) doivent être équipées d'appareils de mesure très pointus. Nous sommes là pour les aider à concevoir les moyens les mieux adaptés dans ce domaine. Enfin, nous développons le calcul de structure. C'est-à-dire qu'un industriel qui constate une usure prématurée, ou la rupture fréquente d'une pièce, pourrait faire appel au CRT pour trouver une solution, qu'il s'agisse de la conception ou du process,

grâce à des mesures fines et avec l'aide d'algorithmes puissants."

Aujourd'hui, le CRT emploie 7 personnes : 3 ingénieurs, dont un plus spécialement chargé du commercial, et 4 techniciens. Il poursuit son partenariat avec le lycée Tristan Corbière, dans le domaine du prototypage rapide. En clair : comment réaliser des prototypes à partir d'un fichier CAO. "À terme, nous voudrions être à la plasturgie, à la mécanique et à la mesure, ce qu'est le zoopôle à l'élevage, ou l'Adria à l'agroalimentaire." ■ J.F.C.



Mesure 3D "classique", par palpeur.



Banc d'étalonnage en pression.

Contact → CRT Métrologie, site de l'aéroport, 29600 Morlaix, tél. 02 98 15 22 55, www.crt-metrologie.com

La métrologie mise... aux normes

ISO 9000, certification NF... Les consommateurs et les entreprises sont confrontés tous les jours à ces normes et certifications, qui font entrer une large part de métrologie. Mais comment s'y retrouver dans ce qui ressemble à une véritable jungle ?

→ Si vos photocopies sont au format A4, partout dans le monde, c'est qu'une norme a été définie par un organisme international, réunissant 147 pays : l'ISO (du grec *isos* : égal). Une foule incroyable de produits, de services et de systèmes (NDLR : on appelle système tout ce qui dépend de la gestion et du management des entreprises) relève de l'une des 13 700 normes établies par les 30 000 experts qui se réunissent annuellement à Genève, siège de l'ISO.

C'est en 1906 que la normalisation internationale débute, avec la création de la Commission électrotechnique internationale (CEI). En 1926 est créée la fédération internationale des associations nationales de normalisation (ISA), qui cessera ses activités en 1942. Mais, à Londres en 1946, 25 pays décident de créer une nouvelle organisation internationale pour "faciliter la coordination et l'unification internationales des normes industrielles" : ISO entrera en fonction le 23 février 1947. C'est l'Afnor⁽¹⁾ qui y représente la France.

À côté de ces normes internationales, existent aussi des normes européennes, puis des normes nationales (24 000 pour la France, dont une cinquantaine ont été rendues obligatoires par le législateur, notamment en matière de sécurité alimentaire). Et chaque pays a des "certifications", dont l'une des plus célèbres en France est la certification "NF".

Normes et certifications sont dites, sauf cas particuliers d'obliga-



COMMENT SONT APPLIQUÉES NORMES ET CERTIFICATIONS ?

En France, puisque les normes et les certifications relèvent du domaine de l'adhésion volontaire des entreprises, il n'y a aucun organisme vérificateur de ces dernières. Seule la Direction générale de la concurrence, du commerce et de la répression des fraudes (DGCCRF) peut intervenir si une norme annoncée sur un emballage n'est pas appliquée dans l'entreprise productrice. Il y a alors fraude. Un laboratoire de la DGCCRF se trouve à Rennes. Pour Daniel Devilliers, son directeur, "la métrologie est bien un outil indispensable, dont la finalité est d'assurer la capacité d'un appareil de laboratoire à répondre aux exigences des méthodes d'analyse. Normer un environnement permet d'avoir les mêmes référents. Par le biais du raccordement aux étalons internationaux, la métrologie permet aux laboratoires de produire des résultats analytiques comparables dès que ces laboratoires ont mis en place des contrôles qualité internes. Mais dans le domaine de la chimie, par exemple, la gestion de la métrologie est beaucoup plus délicate car l'étalon international, la mole, n'autorise pas les mêmes types de raccordements que ceux rencontrés en métrologie classique à propos de la masse, de la température... Le laboratoire d'analyse chimique doit donc mettre en place d'autres moyens pour assurer la qualité de ses résultats. En ce qui concerne la limite de détection et l'incertitude associée au résultat, cela dépend du prix que le client du laboratoire est prêt à mettre. En effet, selon les exigences du client, le laboratoire peut employer des méthodes d'analyses différentes, voire faire des modifications de modes opératoires, donc les coûts ne sont pas les mêmes." ■

tion légale nationale, "d'adhésion volontaire". Autrement dit, une entreprise peut ou non choisir d'adopter l'une et/ou l'autre, dans son domaine particulier. Mais ces

normes et certifications possèdent des obligations très contraignantes de qualité, de taille, de forme, de poids... Toutes obligations qui relèvent d'une métrologie industrielle

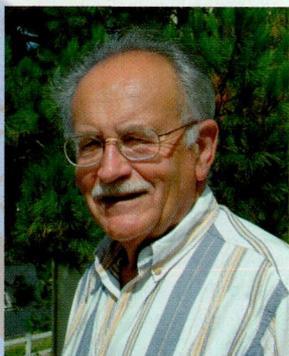
Daniel Devilliers, le directeur du laboratoire rennais de la DGCCRF, devant une étuve utilisée pour évaluer l'intoxication des aliments. Cet appareil sert à déterminer si des pâtisseries, des charcuteries ou des plats cuisinés, vendus dans le commerce, contiennent des germes. Pour une analyse chimique, l'étuve est maintenue à une température stable, pendant un temps déterminé, afin que les germes s'y développent. Pour être extrêmement précis, la sonde-thermomètre plongée dans l'étuve est envoyée chaque année à un laboratoire de métrologie, dont les étalons sont raccordés à l'étalon international en température.

parfois coûteuse, surtout pour les PME. Si un pied à coulisse reste aisément abordable, un atelier pressurisé et climatisé peut se révéler inaccessible à la plupart des petites entreprises, qui se trouvent ainsi, de fait, exclues du groupe possédant la norme. ■ J.F.C.

⁽¹⁾ Afnor, Association française de normalisation, tél. 01 41 62 80 00. Site Web : www.afnor.fr

La grande métrication de Louis Jourdan

Retraité de la chimie, ce Rennais d'adoption de 71 ans vient de consacrer un excellent livre à l'histoire du système métrique et ses applications contemporaines, comme le Système international. Il nous livre ses réflexions.



Sciences Ouest : *Comment un ingénieur chimiste en vient-il à rédiger un ouvrage sur le système métrique ?*

Louis Jourdan : En fait, c'est à la lecture du livre *La Bretagne des chercheurs et des ingénieurs*. J'y ai lu que le mètre avait été adopté en Bretagne par le travail des ingénieurs chargés de construire le canal de Nantes à Brest. Ce fait m'a intrigué et j'ai voulu en savoir plus. Certes, je ne suis pas un historien, mais j'avais étudié la métrologie dans mes programmes scolaires, dans les années 50-55. On insistait d'ailleurs plus sur "l'erreur" que sur la mesure elle-même. Et faire ce livre, c'est un peu une revanche sur ces cours !

S.O. : *Comment avez-vous procédé ?*

L.J. : J'ai d'abord cherché sur Internet, où j'ai découvert qu'il y avait quelques listes de discussion sur le sujet, notamment aux États-Unis, au Pays-Bas et au Canada. J'ai cherché dans les bibliothèques et j'ai été surpris de voir qu'il y avait en fait peu de livres consacrés au sujet.

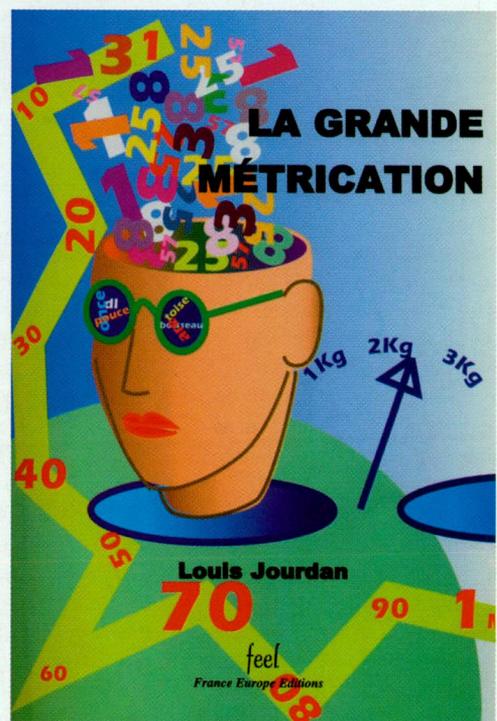
S.O. : *Comment expliquez-vous qu'il reste encore des pays qui n'ont pas adopté le Système international de poids et mesures ?*

L.J. : Je ne pense pas que l'on puisse dire cela. Certes, il y a des réticences aux USA, dans le public, mais on constate que sur certaines routes apparaissent maintenant des panneaux kilométriques. Je dirai qu'il y a une grosse masse inerte qui freine la progression du SI dans ce pays, mais en fait, le SI gagne du terrain progressivement, par le biais, par exemple, des emballages de nourriture (exprimés en litres ou en kilos) et, comme je le disais, par les routes. Peut-être faudra-t-il encore deux générations pour une véritable adoption du mètre, mais c'est inéluctable. Pour preuve, le système métrique a été importé au Japon... par les troupes d'occupation américaines ! Le cas de l'Angleterre est un peu plus complexe... Il y a certainement un sentiment antieuropéen qui joue. Et puis il y a un patrimoine culturel très ancien... Mais là aussi, les choses bougent.

S.O. : *Quand on regarde un peu l'histoire des sciences, on s'aperçoit que le système Copernic a révolutionné la pensée, que la vapeur, l'électricité... ont également bouleversé la philosophie... Or, curieusement, ce passage d'un système de mesures anarchique à un système universel et raisonné ne semble pas avoir eu d'impact sur les penseurs et les philosophes. Comment expliquez-vous cela ?*

L.J. : Je ne suis pas un spécialiste de la philosophie. Mais, c'est vrai, il n'y a rien à ma connaissance chez les philosophes. J'ai d'ailleurs été fort déçu par cette constatation. Ceci dit, la révolution des pensées a pourtant eu lieu. Mais elle s'est faite dans le monde

économique. Ça a certainement eu un impact sur la pensée et la réflexion, même si cela ne s'est pas exprimé directement dans les œuvres des philosophes. Il ne faut pas oublier non plus que le mètre est apparu dans un contexte très particulier, celui de la Révolution... Il a été porté par ce grand élan populaire... Il y a eu des visionnaires pour l'imaginer, mais son application a été lente et progressive. Peut-être trop lentement pour que ses implications soient directement perceptibles.



S.O. : *Vous semblez très attaché, dans votre ouvrage, à l'esprit des pères du système métrique. Comment percevez-vous les nouveaux étalons du Système international, basés sur la vitesse de la lumière ou la fréquence des électrons ?*

L.J. : Les nouvelles définitions des mesures restent toujours universelles ! Certes, le "nouveau" mètre ne respecte pas tout à fait la volonté des pères du système universel, mais le kilo étalon est toujours le même depuis la Révolution. Il n'a pas trouvé d'équivalent plus précis ! Il est toujours sous sa triple protection de cloches en verre, sous vide, à température constante, dans les caves du Pavillon de Sèvres... La science a besoin de plus en plus d'une très grande précision. Mais la ménagère et le bricoleur continuent à utiliser leur mètre ruban. Ils n'ont pas besoin de connaître la vitesse de la lumière pour mesurer un mètre, où qu'ils soient dans le monde ! Et ça, c'est ce que voulaient les pères du système métrique. ■

J.F.C.

Pour en savoir plus

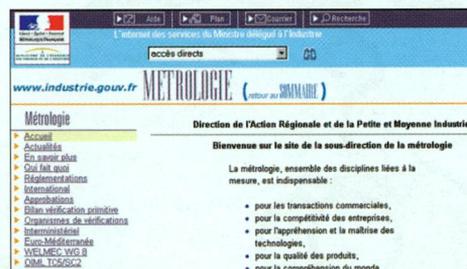
Plusieurs livres

- **Histoire universelle de la mesure**, de Franck Jedrzejewski, Éditions Ellipses, 2002, 416 pp., 35 €.
- **Histoire universelle des chiffres**, de Georges Ifrah, Éditions Bouquins Laffont, 2 vol., 1996, 38 €.
- **Normes, standards et certification**, Éditions Eska, 70 pp., 2003, 22,11 €.
- **Mesures physiques et instrumentation**, Dominique Barchiesi, Éditions Ellipses, 2003, 178 pp., 21 €.
- **Le mètre du monde**, Denis Guedj, Éditions Seuil poches, 2003, 396 pp., 7,50 €.
- **Des poids, des mesures : 1793, naissance du mètre et du franc, 2002, mort du franc, naissance de l'euro**, Roger Lamouline, Éditions Sureau, 2002, 207 pp., 14,50 €.
- **Les anciennes mesures locales de l'Ouest : d'après les tables de conversion**, Pierre Charbonnier, Presses universitaires Blaise Pascal, 2001, 253 pp., 24,39 €.
- **Instrumentation, mesure, métrologie**, 2 vol., Éditions Hermès science publications, 2001, 189 pp., 70 €.
- **Colloque interdisciplinaire en instrumentation**, Actes, 2 vol., Hermès science publications, 2001, 594 pp., 90 €.
- **Le manuel du système international d'unités : lexique et conversions**, de Michel Dubesset, Technip, 2000, 169 pp., 21,34 €.
- **La fabrication des normes**, sous la direction de Benoît Lelong et Alexandre Mallard, Hermès science publications, 2000, 256 pp., 22 €.
- **Cahiers de la métrologie**, 16 volumes à ce jour, Éditions La Mandragore, 15,24 € chacun.
- **Comité français de métrologie, Historique**. Congrès international, Douai. Cahiers de métrologie, Éditions Lys, 1997, 271 pp., 27,44 €.
- **La métrologie en PME-PMI**, Collectif, Éditions Afnor, 1996, 414 pp., 52,50 €.
- **Mesures et démesures**, Cité des sciences et de l'industrie, 1995, 192 pp., 22,87 €.
- **Actes du colloque : La naissance du système métrique**, Paris, Éditions Lys, 191 pp., 21,34 €.
- **La révolution dans la mesure du temps : calendrier républicain et heure décimale**, sous la direction de Catherine Cardinal, Musée international de l'horlogerie de la Chaux de Fonds, 1989, 128 pp., 99,09 €.
- **L'invention du temps**, Jean Matricon, Cité des sciences et de l'industrie, 1989, 128 pp., 21,34 €.

Sur Internet



- <http://www.bnm.fr>
Site du Bureau national de métrologie.
- <http://www.cfmetrologie.com>
Site du Collège français de métrologie.
- <http://www.esm.fr>
Site de l'École française de métrologie de Douai.
- <http://www.cru.fr/metrologie>
Réseau français des universités.
- <http://www.oiml.org>
Organisation internationale de métrologie légale.
- <http://opdaf1.obspm.fr>
Bureau national de métrologie, système de référence temps - espace.
- http://smdsi.quartier-rural.org/metrologie/s_i.htm
Système international d'unités.
- <http://opdaf1.obspm.fr/www/lexique.html>
Lexique de la métrologie.
- <http://www.metrodiff.org/metrologie>
Métrodiff.
- <http://www.industrie.gouv.fr/metro/aquisert>
Site gouvernemental de vulgarisation de la métrologie.



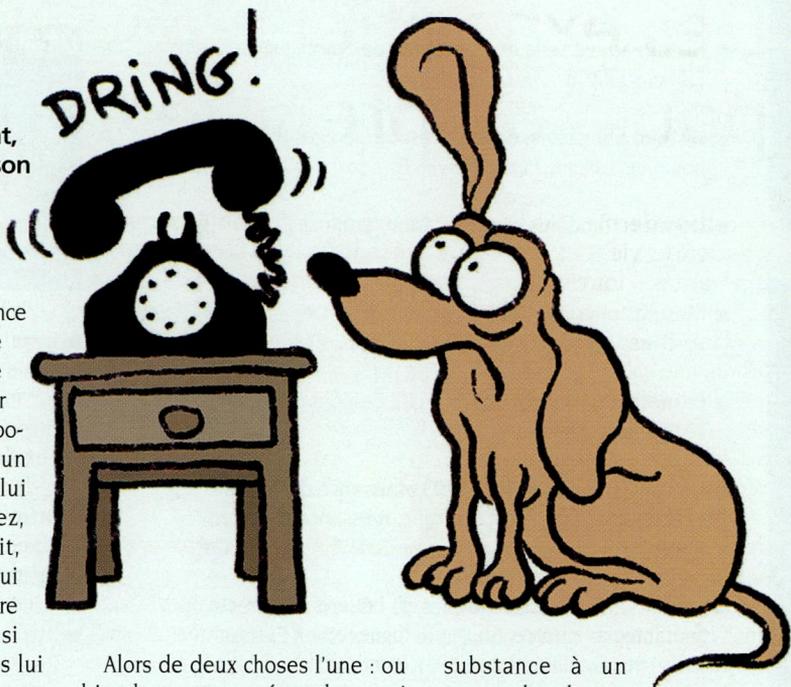
- <http://www.drire.gouv.fr/national/metrologie>
Drire.
- <http://www.bretagne.drire.gouv.fr>
Drire de Bretagne (avec entre autres, la liste des organismes agréés).
- http://www.qualityandco.com/8_services/liens.asp
Annuaire des sites institutionnels sur la métrologie.

Les tests d'hypothèse au service de la métrologie

Avant de mettre sur le marché un nouveau médicament, il faut effectuer une batterie de tests pour prouver son efficacité. Entrent alors en jeu la métrologie et son outil mathématique indissociable : les statistiques. Une illustration à travers l'exemple du... téléphone.

→ On a tous fait cette expérience : appeler quelqu'un au téléphone. Dring ! Première sonnerie. Mais saviez-vous que vous étiez alors en train de mettre en application le principe même des tests statistiques ? Dring ! La personne qu'on cherche à contacter est-elle là ou pas ? On est prêt à attendre encore un peu. Dring ! On s'impatiente... et à la fin, le résultat est toujours le même : au bout d'un certain nombre de sonneries, on raccroche. Mais est-on bien sûr que la personne à l'autre bout du fil n'est pas là ? Peut-être est-elle dans son bain, ou peut-être ne veut-elle pas répondre tout simplement. Aurait-on dû attendre encore un peu plus ? En tout cas, une chose est sûre : si elle avait répondu, elle aurait été là !

Comment analyser l'expérience du téléphone, d'un point de vue statistique ? Avant toute chose, il faut s'appuyer sur une hypothèse. Les seules hypothèses opératoires pour un statisticien sont celles qui lui simplifient la vie (comprenez, les calculs). Autrement dit, une hypothèse paresseuse qui affirme que rien ne change entre avant et après l'expérience : si la personne est là, je devrais lui parler, si elle n'est pas là, rien ne change. L'hypothèse du statisticien dans l'expérience du téléphone est : la personne n'est pas là !



Alors de deux choses l'une : ou bien la personne répond, ce qui invalide l'hypothèse, mais donne un résultat probant : la personne est chez elle. Ou bien on a raccroché avant que la personne ne réponde, considérant que le résultat des mesures du "nombre de sonneries dans le vide" rendait vraisemblable l'hypothèse "la personne n'est pas là". Un tel test "d'hypothèse" n'est probant que dans le cas où l'hypothèse est rejetée.

En raccrochant, on prend un risque : celui de se tromper. Mais ce risque sera d'autant plus faible que le nombre de sonneries dans le vide sera grand. Le calcul quantitatif de ce risque s'effectue grâce aux statistiques, un outil mathématique particulièrement efficace.

Quel rapport avec les médicaments ? Plus intime qu'on pourrait le penser : un pharmacologue découvre une nouvelle substance, qu'il espère plus efficace qu'un médicament déjà existant. Comment le prouver ? Le chercheur administre la nouvelle

substance à un groupe de cobayes, et dans le même temps, il administre l'ancien médicament (ou un placebo) à un autre groupe de cobayes. Il collecte les données issues de cette expérience ; deux séries de mesures en sortent, qu'il doit maintenant faire parler. C'est ici que la métrologie entre en jeu, par l'intermédiaire du test d'hypothèse type "téléphone" : il doit faire une hypothèse paresseuse, affirmant que rien ne change entre la nouvelle substance et l'ancien médicament, autrement dit que la nouvelle substance n'est pas particulièrement efficace. Sous cette hypothèse, les calculs statistiques se simplifient et le chercheur n'a qu'à croiser les doigts pour que le résultat des calculs invalide l'hypothèse : l'hypothèse invalidée - c'est comme si la personne avait décroché le téléphone, la nouvelle substance est prometteuse.

De nombreuses études suivront. Une dizaine d'années et quelques milliards d'euros plus tard, la substance recevra son passeport, la fameuse "autorisation de mise sur le marché", et commencera sa vie de médicament. ■



→ Réalisé en collaboration avec Xavier Labouze, du Centre de vulgarisation de la connaissance (Université Paris-Sud), www.cvc.u-psud.fr/cvc



Plus de 50 voyages au centre du savoir

Des expositions pour comprendre et rêver

Le tout dernier catalogue des expositions de l'Espace des sciences vient de paraître. Il présente toutes les expositions itinérantes à louer - une invitation au partage du savoir !

→ Une planète en fusion, une carte géologique bigarrée, une image numérique du cerveau, des séracs qui s'écroulent : le nouveau catalogue de l'Espace des sciences est un petit livre appétissant. En 65 pages en couleurs, il présente les expositions itinérantes à louer, sur toute une série de sujets scientifiques, par exemple le cosmos, les oiseaux marins, le lait ou les OGM. Les 59 expositions sont présentées avec leur descriptif, les publics visés et les tarifs. Ce document s'adresse aux associations, collèges, médiathèques, organisateurs d'événements, entreprises ou tout organisme intéressé par la diffusion de



connaissances. Les sujets sont accessibles aux différents publics, depuis les élèves de cinquième jusqu'aux professionnels.

Neuf créations

Entièrement réactualisé, ce catalogue remplace les anciennes fiches. Parmi les neuf créations à découvrir, l'exposition "Inondations en Bretagne et perturbations climatiques", financée par la direction Environnement du Conseil régional, revient sur

Des maquettes, des CD-Roms

→ Les expositions ne sont pas constituées que de panneaux. Elles comportent aussi des modules interactifs, des logiciels et des vidéos. On y découvre une maquette de paysages marins, un squelette en mouvement, un pot catalytique en fonctionnement ou un CD-Rom sur l'alimentation des animaux. Pour certaines expositions, si l'espace prévu est réduit, il est possible de ne louer que les panneaux, sans les maquettes ni les vidéos.



les crues de l'hiver 2000-2001 en expliquant les différents phénomènes ; "Vingt millions d'années avant l'homme" raconte l'histoire géologique des grands singes et de l'homme en Afrique ; "Les cinq sens, le sommeil" explique pourquoi nous sommes "du soir" ou "du matin" et rappelle que les dauphins ne dorment que d'un œil ! Créées cette année, ces expositions n'ont pas encore été découvertes par le public.

Côté tarifs, les emprunteurs peuvent bénéficier d'aides financières de la Région, des départements d'Ille-et-Vilaine et du Finistère, du Crédit Agricole, partenaires de l'Espace des sciences. Enfin, n'oublions pas que les expositions itinérantes peuvent voyager en dehors de la Bretagne !



L'expo sur la chimie, conçue par l'Espace des sciences, est actuellement à la Cité des sciences, à Paris, et l'exposition sur la biodiversité, conçue par le Muséum d'histoire naturelle et diffusée par l'Espace des sciences, est à l'Institut culturel français à Madrid. ■



Je souhaite recevoir le catalogue des expositions scientifiques itinérantes

Nom _____

Prénom _____

Poste/Fonction _____

Établissement _____

Adresse _____

Code postal _____ Ville _____

Tél. _____ Fax _____

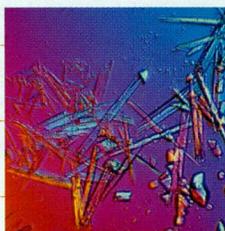
E-mail _____

Pratique → Le catalogue est publié à 4 000 exemplaires. Il est gratuit et disponible sur demande*. → Patrick Le Bozec, service diffusion, tél. 02 99 31 79 10, portable 06 77 79 79 26, e-mail : patrick.lebozec@espace-sciences.org

*Les destinataires de l'ancien catalogue recevront cette nouvelle version automatiquement.

Faciles à installer

→ L'installation des nouvelles expositions est facilitée. Plus besoin pour l'emprunteur d'utiliser des grilles pour soutenir les panneaux ! Les affiches sont désormais mises à disposition avec un support, par exemple un socle métallique et une canne en fibre de verre, qui tend le visuel. Pour les expositions importantes, l'Espace des sciences assure la mise en place.



Formations

ADRIA



- Les 24 et 25 septembre, Paris/Réglementation alimentaire, mode d'emploi
- Les 30 septembre et 1^{er} octobre, Nantes/La communication qualité dans le cadre de l'ISO 9001 v2000
- Les 7 et 8 octobre, Paris/Ingrédients et additifs en charcuterie
- Du 7 au 9 octobre, Nantes/Métrieologie des masses et des températures
- Les 14 et 15 octobre, Paris/Stratégies d'aromatisation en IAA
- Du 14 au 16 octobre, Quimper/Conduite de l'autoclave
- Les 15 et 16 octobre, Paris/Ferments d'affinage et de maturation en fromagerie et salaison

→Rens. : Sébastien Lecouriaut, tél. 02 98 10 18 50, sebastien.lecouriaut@adria.tm.fr

ARCHIMEX



- Les 7 et 8 octobre, Vannes/Technologies des poudres : broyage et caractérisation analytique
- Les 14 et 15 octobre, Vannes/Les nouvelles technologies d'extraction : conduite et adaptation des procédés
- Les 16 et 17 octobre, Vannes/Solvants : réglementation et alternatives technologiques
- Les 21 et 22 octobre, Paris/Arômes et parfums en formulations alimentaire et cosmétique

→Rens. : Archimex, service formation, tél. 02 97 47 97 35, formation@archimex.com, www.archimex.com

IRPA



- Du 13 au 15 octobre, Belle-Isle-en-Terre/Développement durable - des acteurs en marche
- Du 13 au 16 octobre, Belle-Isle-en-Terre/Gestion et protection des zones humides
- Les 28 et 29 octobre, Crozon/Le patrimoine géologique

→Rens. : Irpa, tél. 02 99 79 39 31, contact@irpa-bretagne.org, www.irpa-bretagne.org

CNRS



- Les 15 et 16 septembre, Orsay/OpenMP
- Du 22 au 24 septembre, Orsay/Calcul parallèle : Message Passing Interface MPI-1
- Du 22 au 26 septembre, Orsay/Initiation aux plasmas
- Les 25 et 26 septembre, Gif-sur-Yvette/Le risque chimique : connaissance et prévention
- Du 29 septembre au 3 octobre, Orsay/Initiation théorique et expérimentale aux techniques de base de la biologie moléculaire

→Site Web : www.cnrsformation.cnrs-gif.fr

Sorties

● Les 4 et 5 octobre/ Une journée dans la nature

Bretagne - Dix-neuf sites naturels bretons, tels que Trémelin, le cap Fréhel, la forêt de Coat Loc'h ou les marais de Séné, offrent au public des découvertes guidées de la nature, des sorties originales et des animations diverses, avec le souci de préserver et de valoriser le patrimoine naturel de la Bretagne.

→Rens. : Sabine Andrieu, Rando Breizh, tél. 02 99 27 03 20, s.andrieu@randobreizh.com

Conférences Salon

● 18 septembre/ Du big bang à nos jours

Rennes - Dans le cadre des Jeudis de l'Espace des sciences, la première des quatre conférences de Bruno Mauguin retracera les principales étapes de l'histoire de l'univers, depuis son origine jusqu'à nos jours.

→Rens. : L'Espace des sciences, tél. 02 99 35 28 20.

● 7 octobre/ Bactéries de l'extrême

Brest - Les conférences du mardi, organisées par Océanopolis, reprennent à la rentrée sur le thème "Les bactéries de l'extrême : des abysses à l'espace", avec l'intervention de Daniel Prieur, professeur de microbiologie à l'UBO de Brest. À l'auditorium d'Océanopolis, 20 h 30.

→Rens. : Océanopolis, tél. 02 98 34 40 40, www.oceanopolis.com

● Du 16 au 19 septembre/ Space



Rennes - Le Space, salon professionnel des productions animales en France, est le rendez-vous mondial des entreprises de l'élevage. Il rassemble tous les acteurs des filières avicole, porcine, bovine et ovine. Au Parc des expositions de Rennes-Aéroport.

→Rens. : Tél. 02 23 48 28 80, info@space.fr, www.space.fr

● Les 2 et 3 octobre/ Mieux vivre grand Ouest

Rennes - Pour sa 9^e édition, le salon "Mieux vivre grand Ouest" réunit tous les acteurs du handicap, de la dépendance et du maintien à domicile. Sous le thème fédérateur "pour un monde accessible à tous", des solutions, des services, des conseils seront proposés pour améliorer l'autonomie des personnes handicapées et des personnes âgées dépendantes. Au Parc des expositions de Rennes-Aéroport.

→Rens. : Marielle Schwan, Ades organisation, tél. 01 46 81 75 00, info@autonomic-expo.com, www.autonomic-expo.com

FORMATION CONTINUE UNIVERSITÉ DE RENNES 1

FORMATIONS DIPLÔMANTES

Diplômes nationaux et d'université (1er, 2e et 3e cycle) : DESS, maîtrise, licence, licence professionnelle, ingénieur, DU, DES, DAEU...

Plus de 50 formations à découvrir dans nos domaines de compétences : GESTION, ÉCONOMIE, DROIT, SANTÉ INFORMATIQUE, TECHNOLOGIES, ENVIRONNEMENT, AGRO-ALIMENTAIRE GÉNIE CIVIL, COMMUNICATION JOURNALISME...

FORMATIONS QUALIFIANTES

Sessions thématiques de 2 à 8 jours dans tous les domaines. Formations à la carte.

FORMATIONS INNOVANTES

Formations à distance, par internet.

INFORMATIONS - CONTACT :

Service formation continue
4, rue Kléber - 35000 Rennes
Tél. : 02 23 23 39 50 - Fax : 02 99 63 30 33
site internet : http://sfc.univ-rennes1.fr

Colloques

● Du 8 au 12 septembre/ Patrimoine et environnements littoraux

Saint-Malo - Cette université européenne d'été porte sur la gestion intégrée du littoral, en liant les aspects culturels et patrimoniaux aux données scientifiques. Elle vise à rapprocher les jeunes chercheurs de disciplines différentes pour un échange de connaissances sur la gestion de ces territoires sensibles.

→Rens. : Hervé Regnaud, Université de Rennes 2, tél. 02 99 14 10 93, univ-ete@uhb.fr

● Du 10 au 12 septembre/ Régions périphériques maritimes d'Europe

Saint-Malo - Pour son 30^e anniversaire, la CRPM met en avant l'ensemble de ses actions au service de l'Europe et de ses régions. Elle participe aux débats sur l'avenir de l'Europe et de ses institutions, pour y inscrire la dimension régionale et ses revendications, en valorisant toujours la dimension maritime.

→Rens. : Laurence Grocat, tél. 06 14 41 31 62, laurence.grocat@wanadoo.fr

● Les 18 et 19 septembre/ Sociolinguistique

Rennes - Douze équipes de chercheurs en sociolinguistique se donnent rendez-vous les 18 et 19 septembre, à l'Université de Rennes 2 (lire page 4).

→Rens. : Philippe Blanchet, Université de Rennes 2, tél. 02 99 14 15 67, www.uhb.fr/alc/erellif/credilif/agenda

● Les 18 et 19 septembre/ Journées interrégionales de la télémédecine

Vannes - Le thème d'actualité de ces 4^{es} journées, organisées par le Club des acteurs de la télémédecine (Catel), à Vannes, sera le dossier médical partagé.

→Rens. : Catel, tél. 02 97 68 14 03, www.telemedecine.org

● 25 septembre/ Les matinales de Rennes Atalante

Rennes - Les petits déjeuners débats de Rennes Atalante font le point à la rentrée sur les enjeux et les applications des nanotechnologies.

→Rens. : Rennes Atalante, tél. 02 99 12 73 73, www.rennes-atalante.fr

● Les 25 et 26 septembre/ 2^e édition des journées "Mer et Santé"



Plouzané - L'UBO et la Société française de médecine maritime organisent un colloque à l'Ifremer pour aborder les thèmes suivants : urgence en mer et télémédecine, télémédecine appliquée à la pêche, pollution maritime et santé humaine, histoire de la médecine maritime.

→Rens. : Isabelle Gourmelen, tél. 02 98 22 39 35, isabelle.gourmelen@chu-brest.fr, www.mersante.com

● Les 25 et 26 septembre/ Biotech Nantes 2003

Nantes - Le 7^e Carrefour européen des biotechnologies est un rendez-vous international du secteur des biotechnologies. Il constitue un lieu de rencontres privilégié entre les différents acteurs : chercheurs, étudiants, entreprises, experts, investisseurs et pouvoirs publics.

→Rens. : Isabelle Rivaud, Atlanpole, tél. 02 40 25 27 20, rivaud@atlanpole.fr, www.biotech-nantes.com

● Du 8 au 10 octobre/ Brasage 2003



La 5^e édition du colloque international Brasage/Soldering 2003, organisé par l'Afeit (Association des filières de l'électronique, de l'informatique et des télécommunications de Bretagne occidentale), informera les concepteurs, les fabricants de circuits imprimés ou de composants et les assembleurs, sur les solutions innovantes dans les domaines du brasage, de l'environnement, des circuits imprimés et des technologies d'interconnexions.

→Rens. : Ewen Dreves, Afeit, tél. 02 98 02 95 87, www.afeit.asso.fr

● Les 15 et 16 octobre/ 15^{es} Rencontres chimiques de l'Ouest

Rennes - Les risques technologiques et industriels, leur évaluation et leur prévention sont le thème des 15^{es} RCO, à l'École nationale de chimie de Rennes. Un colloque organisé avec le soutien de la Cnam, de l'UIC Ouest-Atlantique et du Conseil régional de Bretagne.

→Rens. : Marie-Christine Tiffcho, tél. 02 23 23 80 05, www.rco.free.fr

● Du 15 au 17 octobre/ Rhéologie et physico-chimie des produits formulés

Brest - Le 38^e colloque du Groupe français de rhéologie va mettre l'accent sur la complémentarité des approches rhéologiques et physico-chimiques dans la formulation de systèmes complexes. Il intéressera les communautés scientifique et industrielle autour de secteurs très divers : AA, cosmétique, chimie, peintures, pétrole.

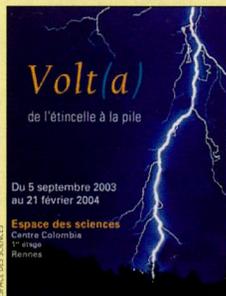
→Rens. : UBO, tél. 02 98 01 66 86, gfr2003@univ-brest.fr, www.univ-brest.fr/gfr2003

● Du 16 au 18 octobre/ Architecture, contextes, identités

Brest - À l'heure où les régions sont appelées à se manifester sur le terrain de l'aménagement, le colloque réunira des spécialistes internationaux qui s'interrogeront sur la production des différences, la capacité de l'architecture à y contribuer, la faculté



Expositions



● Du 5 septembre au 21 février 2004/ Volta, de l'étincelle à la pile

Rennes - La nouvelle exposition de l'Espace des sciences est un fascinant voyage à travers l'histoire de l'électricité. D'étonnantes expériences électriques sont à vivre et une collection exceptionnelle d'objets de physique du XVIII^e siècle est à découvrir, dont la première pile inventée en 1800 par Alessandro Volta.

→Rens. : L'Espace des sciences, tél. 02 99 35 28 20.

● Du 6 au 30 septembre/"L'envol"

Saint-Jacques-de-la-Lande - Une exposition pour découvrir l'épopée du rêve le plus fou des hommes : voler. Vingt-quatre panneaux, neuf manipulations interactives, des ateliers et des films pour tout comprendre sur le vol, ce phénomène physique (l'aérodynamisme, la pesanteur) et naturel (les oiseaux, les cerfs-volants), et pour redécouvrir les premières machines volantes.

→Rens. : Centre Lucien Herr, tél. 02 99 31 18 08.

● Jusqu'au mois d'avril 2004/ Mystères d'épaves en Côtes-d'Armor

Saint-Brieuc - D'où viennent-ils ? Quelles sont les raisons de leur naufrage ? La nouvelle exposition du Musée d'art et d'histoire de Saint-Brieuc enquête sur l'histoire des mystérieuses épaves échouées à Saint-Quay-Portrieux et près de l'île de Bréhat. Les indices et objets collectés lors des fouilles sont les témoins d'une histoire armoricaine méconnue.

→Rens. : Musée d'art et d'histoire, tél. 02 96 62 55 20, www.mairie-saint-brieuc.fr

des habitants à s'accommoder des projets et la légitimité des pouvoirs publics à œuvrer pour leur orientation. Organisé par l'Institut de géoarchitecture de Brest et le Centre de recherche bretonne et celtique, à l'initiative de la Région.

→Rens. : Tél. 02 98 01 67 21, www.geoarchi.net/colloque

● Les 20 et 21 novembre/ L'après Erika

Nantes - Organisé par l'Ifremer et l'Ineris (Institut national de l'environnement et des risques), le colloque "L'après Erika - Le milieu marin sous surveillance" tirera les premières conclusions concernant l'impact de la marée noire sur les écosystèmes. Les chercheurs feront le point sur le suivi de la contamination chimique, la réponse des organismes marins, les impacts sur le littoral et les communautés maritimes.

→Rens. : Francine Bocquene, Ifremer Nantes, tél. 02 40 37 40 47, www.suivi-erika.info

QUI A DIT ? Réponse de la page 5

Paul Carbone, né en 1935, enseignant et écrivain.

SCIENCES

Ouest

RESEARCH AND INNOVATION IN BRITTANY

ABSTRACTS FOR THE INTERNATIONAL ISSUE

ENVIRONMENT P.4

AN AGREEMENT TO SAVE THE ANTARCTIC

The *Institut polaire français Paul Émile Victor* (www.ifremer.fr/ifrtp) and Veolia Environnement (formerly Vivendi) signed a partnership agreement on 11th July in Brest aimed at saving the environment in the Antarctic. The objective, over a ten year period, is to overcome technological obstacles to the treatment of wastewater and problems relating to transport and waste management. The project is expected to create a veritable "Antarctic know-how" that will benefit the 44 nations present on the white continent. The rapprochement was formalised during the Council of Managers of National Antarctic Programs (COMNAP), an international meeting held in Brest. Given the expansion of scientific activities and tourism in Antarctica, action is necessary in order to maintain the unique experimental conditions that exist today. The continent represents 20% of the world's submerged landmass and two-thirds of its fresh water reserves. Saving Antarctica is essential for the future of Mankind. ■

BROADCASTING P.7

SHORT WAVES ARE BECOMING VOCAL

Researchers at *TéléDiffusion de France* (www.tdf.fr) in Rennes gave an amazing demonstration in Geneva, at an international meeting of specialists working in the radio sector viz. the broadcasting of very good quality sounds over short, medium and long waves. In fact, the quality was almost as good as FM! The international standard which they are engaged in improving is called DRM, meaning Digital Radio Mondiale (www.drm.org). The BBC was surprised to find that short wave coverage could be provided for a city such as Geneva with a mere 100W transmitter. Moreover, reception was available even in underground car parks! Radio Vatican, which broadcasts to an international audience on short wave from Rome, is also interested in DRM. The principle is simple - the sound is encoded at source, decoded at reception and, if part of the signal is impaired during broadcasting, the errors are corrected because the encoding links the information. ■

SAILING P.8

A WARNING BEFORE THE MAST BREAKS

Speed and wind subject masts, centreboards and sails to extreme levels of stress. In order to forecast and avoid breaks, a young company called Headway Concept (www.headwayconcept.com) is launching an electronic maritime surveillance gauge under the name Proteus. The system consists of sensors taking physical measurements. The sensors are positioned at various strategic points on the boat, on mechanical or composite components requiring surveillance (e.g. mast, centreboard, shroud, foil, etc.). The sealed electronic units have a cordless link to the on-board computer and can inform the yachtsman in real time when materials have been subjected to levels of stress that exceed their predefined limits. Michel Desjoyeaux, who won the transatlantic Route du Rhum race in 2002 when numerous catamarans dismasted in atrocious weather conditions, has contributed to the project. ■

AN IN-DEPTH LOOK AT METROLOGY, THE ART OF GIVING GOOD MEASURE

A TAILOR-MADE WORLD P.9/17

From shop scales to petrol pumps, from distance calculation to temperature adjustment, metrology or the science of measurement is now present in every area of life. This month, find out about this invisible science and its links to Brittany. Did you know, for example, that sea level is measured by the French Navy's hydrographics and oceanography department (www.shom.fr) in Brest? Extremely accurate measurements reveal any rise in sea level as a result of global warming.

Our In-Depth Look at Metrology also includes a visit to the Technical Resources Centre in Morlaix (www.crt-metrologie.com), the only dimensional metrology laboratory in Brittany, and to the regional office dealing with fraudulent practices in commerce (*Direction régionale de la concurrence, du*

commerce et de la répression des fraudes, www.minefi.gouv.fr/dgccrf), which uses metrology to ensure the pinpoint accuracy of its chemical analysis equipment. For its part, the regional office of industry, research and the environment (*Direction régionale de l'industrie, de la recherche et de l'environnement*, www.industrie.gouv.fr/metro) monitors agencies specialising in the repair and verification of measuring devices.

Metrology forms the basis of all international standards. For example, photocopies are produced in A4 format worldwide because a standard was laid down by a body with members from 147 countries - the International Organization for Standardization (www.iso.ch). More than 13,000 standards have been established by ISO's 30,000 experts. The earliest international standards date back to 1906 when the International

Electrotechnical Commission was set up. As to the metre, the world's commonest unit of measurement, it dates back to 1791 when Condorcet officially presented it to the French National Assembly. ■

These abstracts in English are sent to foreign universities that have links with Brittany and to the Scientific Advisers in French Embassies, in an effort to widen the availability of scientific and technical information and promote the research carried out in Brittany.

If you would like to receive these abstracts on a regular basis, with a copy of the corresponding issue of *Sciences Ouest*, please contact Nathalie Blanc, Editor, fax +33 2 99 35 28 21, E-mail: nathalie.blanc@espace-sciences.org



Brittany Regional Council is providing financial backing for this service.



L'agriculture en Bretagne : des ambitions fortes

Avec l'ensemble des acteurs de l'agriculture et de l'agroalimentaire, le Conseil régional partage des ambitions fortes pour ce secteur qui demeure un élément essentiel de l'économie bretonne et du développement équilibré des territoires. Il contribue à l'accompagnement du plan d'actions de la "Charte pour un développement pérenne de l'agriculture et de l'agroalimentaire en Bretagne", qui a pour objectif d'adapter ce secteur aux réalités économiques et environnementales.

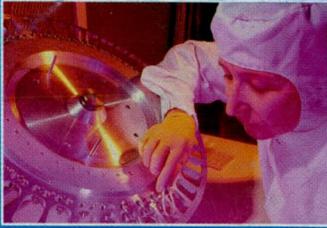
La Région soutient la structuration d'une stratégie régionale agroalimentaire axée sur la qualité et la sécurité alimentaire et sanitaire des produits, permettant notamment de conforter la place de la Bretagne sur les principaux marchés mondiaux.

Dans une période très bouleversée par les crises conjoncturelles et structurelles (porc, volaille) et dans un contexte européen et international très incertain lié à la réforme de la PAC et aux négociations à l'OMC, l'agriculture et l'agroalimentaire en Bretagne doivent engager de profondes évolutions et pouvoir compter sur une large solidarité.



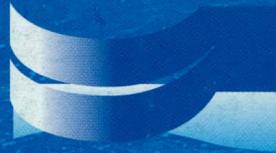
SAINT-MALO

BRETAGNE



FORFAITS "SCIENTIFIQUES"

Congrès, Réunions, Écoles scientifiques...
Forfait hébergement-restauration
à partir de 63 € TTC
par personne et par jour



PALAIS DU
GRAND LARGE
SAINT-MALO

Travaillez au Palais, Respirez au Grand Large !



1, QUAI DUGUAY-TROUIN - BP 109 - 35407 SAINT-MALO CEDEX
TEL. 02 99 20 60 20 - FAX 02 99 20 60 30
email : contact@pgl-congres.com - site Web : www.pgl-congres.com