



RESEAU

DÉCEMBRE 1995 • N° 117 • 20F

MENSUEL DE LA RECHERCHE ET DE L'INNOVATION EN BRETAGNE

DOSSIER

Les essais
à la mer
en Bretagne

- LE GEDO,
LABORATOIRE
DE L'OUVERTURE
- LA FERTILITÉ
MASCULINE
EN QUESTION
- BRETAGNE
EAU PURE 2



◀ En Bretagne, depuis plus de 10 ans, Réseau fait le lien entre les centres de recherche, les collectivités et les entreprises.

Pour un réseau de culture scientifique en Bretagne

La culture scientifique et technique n'est pas une préoccupation récente dans notre région. Déjà au XVIII^e siècle, le marquis de Robien, président du Parlement de Bretagne, met en place à Rennes, un cabinet de curiosités scientifiques. Il est composé de pièces de collection dans les domaines suivants : géologie, zoologie. D'autres grandes familles constituent également des collections : Oberthur, de Monthuchon, des Abbayes...

Des établissements de recherche et d'enseignement développent des activités de diffusion du savoir scientifique : la Station biologique de Roscoff avec un aquarium, le Muséum d'histoire naturelle de Dinard...

Plus récemment, les ouvertures d'Océanopolis, du Musée des Télécoms, du Planétarium, de la Maison de la mer ou de l'Espace des Sciences, illustrent une offre de qualité qui ne fait que répondre à une demande grandissante de la part du public. Le projet du CCSTI se situe dans la volonté de créer et de diffuser des activités de culture scientifique. C'est dans ce cadre que je souhaite exposer.

Tout d'abord, il est nécessaire que l'animation scientifique soit fondée sur le rôle d'un dialogue entre le public et la science. Pour cela, il nous faut définir la fonction de médiation scientifique qui concerne les pistes suivantes : journaliste scientifique, commissaire d'exposition, animateur, chargé de la diffusion.

En conservant cet état d'esprit, nous devons en permanence renouveler la forme et le contenu. Il est nécessaire d'être à l'écoute du public tout autant qu'à celle des producteurs mêmes de la création et qui sont les chercheurs, les ingénieurs et les chefs d'entreprises. La force du CCSTI est la qualité des contacts qu'il a avec les structures de communication scientifiques, techniques et industrielles.

L'association du CCSTI avec la région Bretagne est forte. L'ouverture d'une antenne du CCSTI à Brest est un élément clé de la diffusion de la culture scientifique dans le Finistère. Sur ce département, le lectorat de Réseau a été multiplié par trois en trois ans, plus d'une cinquantaine de sujets finistériens sont traités dans la revue chaque année et une vingtaine d'expositions y sont présentées chaque saison. Il ne s'agit pas là d'une annexe en Bretagne Occidentale du CCSTI, mais plutôt d'un élément d'un réseau délocalisé du centre, qui ne fonctionnera bien que s'il est suffisamment en échange avec le tissu scientifique et économique, les établissements d'enseignement du Finistère.

Cette expérience est déjà très riche. J'espère que nous pourrons la prolonger, la développer et pourquoi pas s'en inspirer pour des actions ultérieures dans d'autres départements.

Venez au CCSTI, si ce n'est déjà fait, parlez-en, apportez-y vos idées et votre dynamisme. ■

Michel CABARET
Directeur du CCSTI

SOMMAIRE

■ La vie des labos

Les ressources en eau de la Bretagne 3 / 4

Les secrets de l'ouverture 5

La fertilité masculine est-elle menacée ? 6

■ Les sigles du mois 7

■ LE DOSSIER

Les essais à la mer en Bretagne 9 / 15

■ Programme européen

Prévention des accidents pour les petits bateaux de pêche 17

■ Histoire et Société

Les canaux bretons 18 / 19

■ Les Brèves de Réseau

20 / 23



Photo Marine nationale.

▲ Mise à l'eau d'une sonde de bioluminescence sur un bâtiment d'instruction de l'École navale.

RÉSEAU est édité par le Centre de culture scientifique technique et industrielle (CCSTI).
Tirage mensuel : 3 900 ex. Dépôt légal n°650. ISSN 0769-6264.



CCSTI, 6, place des Colombes, 35000 Rennes.
Tél. 99 35 28 22. Fax 99 35 28 21. e-mail ccsti@univ-rennes1.fr
Antenne Finistère : CCSTI, 40, rue Jim Sévellec, 29608 Brest Cedex.
Tél. 98 05 60 91. Fax 98 05 15 02.

DOSSIER

Sea trials in Brittany

SEA TRIALS IN BRITTANY

page 9

"Sea trial" is a magical expression which conjures up pictures of brand-new transatlantic liners gliding majestically down a slipway and setting off to slice through the waves of the ocean in the hope of carrying off the "Blue Ribbon".

In Brittany today, such trials are used mainly to check out new equipment destined for use in a marine environment. Indeed, the "sea" is often no more than a saline tank in a laboratory and the sea trials are actually carried out - on land!

NAVAL COLLEGE - VAST RESOURCES FOR HIGHER EDUCATION ESTABLISHMENTS

page 10

The Naval College is the only establishment which trains future officers for the French Navy and it has dropped anchor on the shores of the roadstead in Brest, in Lanvéoc to be precise, where cadets are given threefold training as officers, engineers and seamen. However, higher education also involves research and, in order to carry out some of the projects, the Naval College provides test facilities in its natural realm, the sea.

Information: Capitaine de frégate Billard, fax (33) 98 23 38 57.

THOMSON SINTRA ASM: UNDERWATER WARFARE IN BRITTANY

page 11

Thomson Sintra Activités Sous-Marines is a subsidiary of the Thomson-CSF Group. The group's head offices are in the Sophia-Antipolis Science Park near Nice but its plant in Brest is one of the world's leading names in the design of military underwater warfare equipment. This is a sector in which the obligation to achieve excellence leads to a need for numerous specifications trials. This article presents a brief review of the resources used in the Brest plant to develop its latest "brainchild", the variable-depth mine detector.

Information: François Poulliquen, fax (33) 98 31 39 75.

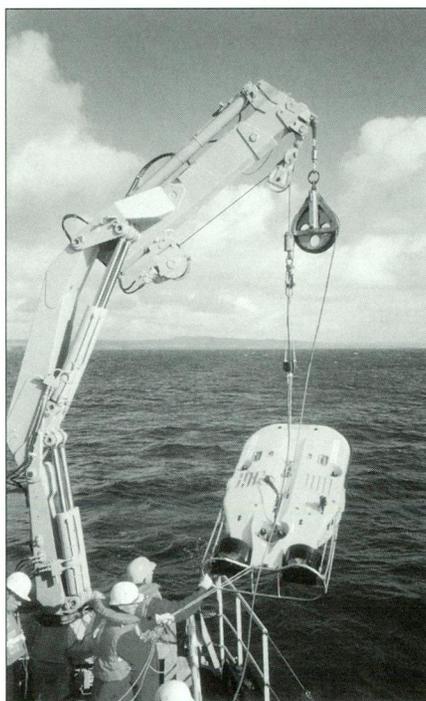


Photo by Thomson Sintra ASM.

▲ Handling a variable-depth mine detector on the deck of the French Navy vessel *Thétis* in Douarnenez Bay (département of Finistère).

IFREMER BREST: A LEADING NAME IN SEA TRIALS

pages 12 and 13

Among the many tasks required of the IFREMER centre in Brest is the specification of equipment for use in a marine environment. Data cannot be validated in oceanography unless the device which has recorded it is capable of operating in such an environment and this has led the Brest-based unit to develop extensive evaluation and test resources e.g. hyperbaric chambers, artificial underwater trench, etc.

Information: Yvon Le Guen, fax (33) 98 22 41 35.

GESMA : TEST FACILITIES FOR UNDERWATER WARFARE

page 14

The *Groupe d'Etudes Sous-Marines de l'Atlantique* (GESMA, Atlantic underwater research group) has premises on both sides of the roadstead in Brest and is

a technical centre run by the armed forces (*Délégation générale de l'armement*, DGA). It specialises in mine warfare, underwater combat at shallow depths, and underwater acoustic or electromagnetic silence. GESMA anticipates future threats and designs the most effective systems to combat them.

Information: Jean-Pierre Dudoret, fax (33) 98 22 72 13.

IFREMER LORIENT: SELECTIVITY IN FISHING TACKLE

page 15

The research team working in IFREMER's Fishing Technology laboratory in Lorient (département of Morbihan) has acquired a reputation for excellence nationally and internationally as regards the selectivity and development of fishing gear. It has recently developed a selective trawl net to catch anglerfish.

Information: Marc Meillat, fax (33) 99 83 41 06.

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 "RESEAU", please contact Hélène Tattevin, Editor, Fax (33) 99 35 28 21, e-mail ccsti@univ-rennes1.fr Brittany Regional Council is providing financial backing for this service.



Brittany is the 7th most-populated region in France, with 2.8 million inhabitants, but it is the leading French region as regards research in the fields of telecommunications, oceanography, and agricultural engineering.



Abstracts for the international issue

EDITORIAL

A SCIENTIFIC LEARNING NETWORK IN BRITTANY?

page 2

Scientific and technical learning is by no means a recent concern in our region. In the 19th Century, Marquis de Robien, President of the High Court in Brittany, opened a scientific curios centre in Rennes. More recently, a number of research and educational institutions have developed activities aimed at promoting scientific knowledge. They include the Biological Research Station in Roscoff with its aquarium and the Museum of Natural History in Dinard. Bearing this need in mind, the CCSTI maintains constant contact with researchers, engineers and business executives so that it can provide the optimum solution to the demands of its public.

Information: Michel Cabaret, fax (33) 99 35 28 21.

THE WORLD OF SCIENTIFIC RESEARCH

WATER RESOURCES IN BRITTANY

pages 3 and 4

Paul Tréhen chairs the *Conseil scientifique de l'environnement* (Scientific Council for the Environment), a structure set up within Brittany Regional Council in 1993 as a result of the Regional Conference on the Environment. It has recently launched a project known as *Bretagne Eau Pure 2* (Brittany Pure Water 2), which started with the reassuring message that Brittany is not short of water. Its quality, though, is already inadequate and is continuing to deteriorate. "Our aim is to suggest real, sustainable measures to improve water quality."

Information: Paul Tréhen, fax (33) 99 28 14 25.

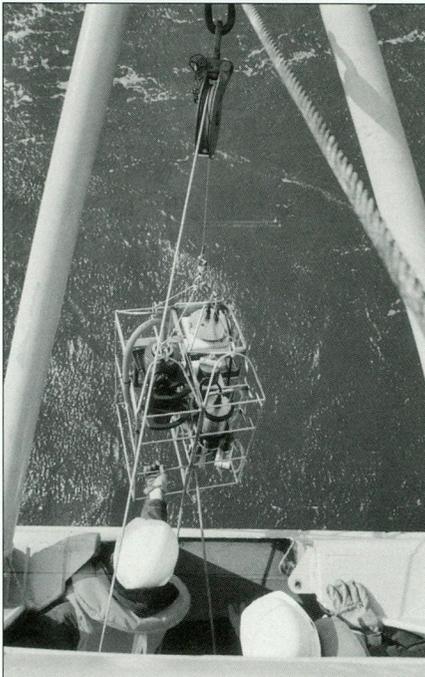


Photo by Marine nationale.

▲ Launch of a bioluminescence probe from a training ship belonging to the Naval Academy in Brest.

THE WORLD OF SCIENTIFIC RESEARCH

THE SECRETS OF RIFTS

page 5

In geological terms, a "rift" is found on the surface of the Earth or on the ocean floor. In Brest, the CNRS research team specialising in the "Genesis and evolution of oceanic areas" (GEDO) and led by Jean Goslin keeps a watchful eye on rifts, i.e. the cracks and openings in the earth's crust.

Information: Pascal Gente, fax (33) 98 01 66 20.

THE WORLD OF SCIENTIFIC RESEARCH

IS MALE FERTILITY UNDER THREAT?

page 6

On the Beaulieu campus in the University of Rennes 1, some of the work being carried out by INSERM's young U435 research team led by Bernard Jégou concerns the evolution of the

reproductive function in men, described in recent studies as showing "worrying developments". In certain regions of the world, the number of sperm per millilitre of semen (also known as the sperm count) is said to have dropped overall by 50 % in 50 years.

Information: Bernard Jégou, fax (33) 99 28 16 13.

EUROPEAN PROGRAMME

THE PREVENTION OF FISHING ACCIDENTS

page 17

After observations made at sea by French, British and Irish technicians and ergonomists, the *Institut Maritime de Prévention* (Maritime Accident Prevention Institute) in Lorient (*département* of Morbihan) has developed a teaching module on the prevention of accidents for use in naval colleges as part of the European FORCE programme. "On vessels under 12 metres in length, one seaman in 10 is the victim of an accident every year", explains Patrick Dorval.

Information: Patrick Dorval, fax (33) 97 21 93 25.

HISTORY AND SOCIETY

BRITTANY'S CANALS

pages 18 and 19

Until the middle of the 19th Century, i.e. before the introduction of railways and modern roads, waterways were the only rational means of transporting heavy goods from one place to another. After the Renaissance, when economic development was in its early stages, work was carried out to make rivers navigable and construct canals. In Brittany, the first waterway to be canalised was the R. Vilaine south of Rennes, leading to Redon and the coast.

Information: Christian Delaunay, fax (33) 99 78 16 08.



◀ Le barrage de la Chèze à Saint-Thurial (35), un site d'observation pour le programme Bretagne Eau pure 2.

Les ressources en eau de la Bretagne

Paul Tréhen préside le Conseil scientifique de l'environnement, une structure mise en place au Conseil régional de Bretagne en 1993, par la Conférence régionale pour l'environnement. Il vient récemment de présenter le programme Bretagne Eau pure 2, en commençant par un message rassurant : il y a assez d'eau en Bretagne. Mais sa qualité est d'ores et déjà insuffisante et elle continue à se dégrader. "Notre objectif est de proposer des mesures concrètes et durables pour améliorer cette qualité."

Par rapport à Bretagne Eau pure 1, basé essentiellement sur la mise en œuvre de moyens technologiques, l'action du nouveau programme est plus large : elle prévoit un ensemble d'études et d'observations, et l'utilisation de solutions naturelles, parmi lesquelles on peut citer la prise en compte des zones humides (zones de bas fond) et de la structure des paysages. Si le premier programme avait pour mission de mesurer les quantités d'eau disponibles, le second a pour objectif l'évaluation et l'amélioration de la qualité de l'eau", explique Paul Tréhen.

Le bilan du programme Bretagne Eau pure 1 a montré que la quantité d'eau disponible en Bretagne était suffisante pour l'instant, et même pour les prochaines années. En effet, notre consommation en eau potable augmente peu (environ 5 % par an).

Les paramètres de la pollution

Notre stock d'eau se renouvelle d'année en année, mais avec de plus en plus de nitrates, de phosphates, de pesticides... Ce sont

principalement des pollutions diffuses, difficiles à localiser. Leur diffusion dépend de plusieurs paramètres, comme par exemple la géologie et les paysages, propres à la Bretagne. "Pour comprendre le rôle de la géologie et des paysages, nous devons examiner non seulement la topographie actuelle, mais aussi les événements passés, pour voir quelle a pu être leur incidence sur la qualité de l'eau." L'approche du programme Eau pure 2 est, on le voit, beaucoup plus scientifique que technologique.

Un exemple en est le problème des nitrates, sur lequel les chercheurs se sont focalisés ces dernières années. "Nous connaissons bien maintenant leur processus d'accumulation, ainsi que les mécanismes naturels de dénitrification. Ceci est important car nous allons pouvoir identifier et protéger les sols actifs dans la dénitrification." Ces sols se situent en particulier dans les parties humides, appelées encore zones hydrophiles, ou zones de bas-fond. "Ce sont toutes ces parties basses, un peu marécageuses, que l'on avait autrefois tendance

à combler pour gagner de la surface cultivable. Il faut au contraire les préserver et veiller à ne pas leur apporter plus de nitrates qu'elles ne peuvent en traiter, sous peine de les détruire." Mais ces mêmes zones humides jouent également un autre rôle, qui peut dans son excès être néfaste, en libérant des phosphates. Ainsi, on ne peut envisager de traiter séparément les questions posées à propos des nitrates, des phosphates et d'autres molécules toxiques, qui s'accumulent dans divers compartiments des sols, des sédiments et de l'eau libre.

Structure du programme

Associant l'État et la Région, les départements et l'Agence de l'eau, le programme Eau pure 2 met en relation plus d'une centaine de chercheurs des universités de Rennes 1 et de Bretagne occidentale, du CNRS, de l'INRA/ENSAR, de l'IFREMER, du CEMAGREF, de l'École de chimie (ENSCR) et de l'École de santé publique (ENSP)⁽¹⁾. Il bénéficie d'un financement de 205 millions de francs (dont 40 millions consacrés aux travaux dans les sièges d'exploitations agricoles et 75 millions pour la construction de stations d'épuration).

Il prévoit une série de travaux et de recherches sur quelques bassins versants (voir liste). En concentrant les efforts sur un petit nombre de bassins de superficie réduite, le programme vise une

amélioration sensible de la qualité de l'eau potable en seulement quelques années. Ensuite, ces bassins pilotes serviront de modèles pour le reste de la région. Les recherches comportent une mesure précise des exportations agricoles et industrielles, avant de passer aux actions proprement dites, par exemple la limitation des exportations de pollutions et l'utilisation des zones humides pour dénitrifier les sols. "Sur ces bassins, nous allons pouvoir mener une série d'expérimentations in situ, à la bonne échelle."

Liste des bassins versants concernés par le programme Bretagne Eau pure 2

- 1/ Bassins versants d'application et de démonstration : Haut-Gouessant, Noë-Sèche (22), Kermorvan (29), Chèze, Canut, drains de Rennes 1 (35), Miny, Frémur (56).
2/ Bassins versants d'action renforcée : Goët, Arguenon, Haut-Blavet (22), Elorn, Steir, rivière de Pont-L'Abbé, Penzé (29), Haute-Vilaine, Loisanç et Minette (35), Yvel-Hyvet, Loch, Scorff (56).

Comment font les autres ?

Nous ne sommes pas, loin s'en faut, la seule région à se préoccuper de la qualité de notre eau. Les États-Unis voient une solution ▶

DES PRODUITS DE FORMATION A DISTANCE

⇒ **NEREE : Mesures en mer pour l'océanographie physique**
(Vidéo et document d'accompagnement)

⇒ **L'eau comme objet de droit** (Vidéo et document d'accompagnement)

⇒ **Dynamique de l'eau et télédétection**

⇒ **Gestion multicritère de l'eau - Méthodes et stratégies**



POLE EUROPEEN
D'ENSEIGNEMENT
A DISTANCE

Renseignements : Michèle DEMOULIN - POLE EAD - CNED - 7, rue du Clos Courtel - 35050 RENNES Cédex 9
Tél : 99.25.13.30 - 99.38.43.89

PRÉSENCE
BRETAGNE

POUR FAVORISER LA DÉMARCHE D'INNOVATION
OU D'ACCROISSEMENT DU NIVEAU
TECHNOLOGIQUE DE VOTRE ENTREPRISE...

Pour toute PMI, PME de la région Bretagne de moins de 2 000 salariés
et ne faisant pas partie d'un grand groupe industriel.

Par tout prestataire public ou privé, au choix de l'entreprise.

- Assistance technique
- Etude de faisabilité
- Calculs
- Essais
- Modélisation
- Etude de marché
- Recherche de partenaires technologiques
- Etat de l'art
- Recherches d'antériorité
- Information scientifique et technique
- Dépôt du premier brevet

Les membres conseillers du réseau vous accompagnent dans la recherche de compétences technologiques.

Les prestations bénéficient d'un soutien financier spécifique. Elles sont subventionnées à hauteur de 75 % de leur montant. L'aide est plafonnée à 35 580 F TTC.

Adressez-vous à :

PRÉSENCE BRETAGNE

18, PLACE DE LA GARE
35000 RENNES

TÉL. 99 67 42 05 - FAX 99 67 60 22

Membre du Réseau Interrégional de Diffusion Technologique

Les secrets de l'ouverture

Quand "ouverture" se conjugue au mode géologique, c'est à la surface de la terre et sous celle des océans qu'il faut la traquer. À Brest, l'unité de recherche CNRS "Genèse et évolution des domaines océaniques" (GEDO), dirigée par Jean Goslin, scrute les ouvertures, ces interstices dans la croûte terrestre.

Qu'elle soit sous-marine ou à terre, l'ouverture résulte de la dérive des continents. Les 30 chercheurs du laboratoire GEDO en font la plus importante unité française étudiant le sujet. Il est associé à l'École doctorale des sciences de la mer dirigée par Thierry Juteau, qui regroupe plusieurs DEA différents. Douze à vingt étudiants en DEA de géosciences marines sont accueillis chaque année au GEDO, où l'on compte une trentaine de thésards.

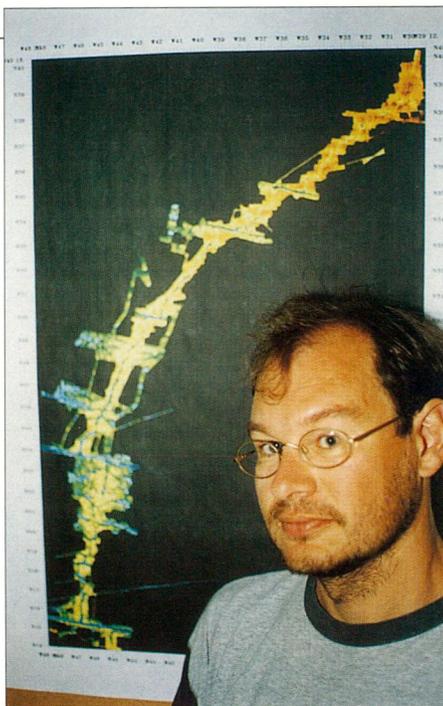
Voyage au fond du rift

Chargé de recherche CNRS, Pascal Gente est un chercheur représentatif de l'activité incessante du GEDO : au fond des eaux comme à la surface de la terre, il étudie les phénomènes d'ouverture océanique. Au travers de ces interstices de la croûte terrestre, continentale ou océanique, c'est l'activité de la planète que l'on scrute, parfois jusqu'à de nombreux millions d'années en arrière... "Notre organisme suit quatre grands thèmes scientifiques : la riftogenèse⁽¹⁾, l'accrétion océanique⁽²⁾, le volcanisme intra-plaque et le volcanisme lié aux zones de convergence", explique Pascal Gente.

En riftogenèse, toute une équipe étudie les débuts des ouvertures océaniques, soit à terre, comme dans le rift est-africain (Tanganyika, fossé du Kenya ou Éthiopie), soit au niveau des marges océaniques (depuis les rivages jusqu'aux grandes profondeurs), qui sont des ouvertures fossilisées, comme en Méditerranée ou sur la bordure est de l'Atlantique. "Les prémices de ces ouvertures sont signalées par du volcanisme, des sources hydrothermales et une sismicité mesurable. Puis la mer envahit la faille et enfin se forme une croûte océanique, comme c'est le cas dans le sud de la mer Rouge, par exemple," note le chercheur.

Sur le dos des dorsales

Deuxième thème, l'accrétion océanique mobilise à elle seule une quinzaine de chercheurs qui étudient comment les nouveaux apports magmatiques venant du manteau remplissent les interstices et forment une nouvelle croûte, au niveau de ces grandes chaînes de montagnes sous-marines que l'on appelle les dorsales. Cette étude justifie deux types de chantiers, à terre et en mer. Les chantiers en mer font appel à toutes les méthodes possibles (géologie structurale, géophysique, pétrochimie...) pour étudier toutes les signatures venant de l'intérieur de la terre. Nécessitant de gros moyens (navires, submersibles habités, ROV⁽³⁾), ce sont souvent des "superproductions" menées en collaboration avec d'autres laboratoires français, mais aussi européens, américains, canadiens, nippons, voire brésiliens ou chiliens, en général sur des bateaux gérés par l'IFREMER.



◀ Pascal Gente devant une carte bathymétrique de la dorsale atlantique, où l'emportera bientôt le submersible *Nautilus*.

À bord du Nautilus

Le volcanisme intra-plaque, troisième thème, se localise au milieu des plaques océaniques, comme dans le Pacifique (exemple : Mururoa). Enfin le dernier thème, le volcanisme des zones de convergence, est lié aux phénomènes de subduction des plaques océaniques : poussés par le mouvement de la tectonique des plaques, de grands pans de croûte océanique s'enfoncent dans les profondeurs du manteau, comme dans les Antilles, l'Indonésie ou les Mariannes.

Comme ses confrères, Pascal Gente travaille aussi sur des données satellitaires de type SPOT, grâce à la collaboration d'ELF-Aquitaine. "Ces thèmes font partie de la recherche fondamentale sur la connaissance de la Terre. Mais il y a également un intérêt économique, quand l'on pense que les zones chaudes accélèrent la transformation des matières organiques en pétrole...", conclut Pascal Gente. Toujours sur la brèche, il s'apprête bientôt à replonger sur la dorsale atlantique avec le submersible *Nautilus*. Avant cela, il participera avec la communauté française spécialisée (200 à 300 personnes), à un colloque à Brest, les 18 et 19 décembre, pour faire le point sur la "Genèse et l'évolution de la lithosphère océanique." ■

M.-E.P.

Le GEDO

30 chercheurs et enseignants chercheurs, ainsi qu'une dizaine d'ingénieurs et de techniciens composent cette URA CNRS 1278, au sein du département des Sciences de la Terre de la faculté des sciences et techniques de l'Université de Bretagne occidentale. Le GEDO est associé à plusieurs partenaires : le département de Géosciences marines de l'IFREMER (Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer), celui de Géosciences de l'ORSTOM (Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération), l'antenne brestoise du BRGM (Bureau de recherches géologiques et minières) et depuis cette année, l'EPSHOM (Établissement principal du service hydrographique de la Marine). L'URA 1278 compose avec ceux-ci un Groupement de recherches (GDR), qui permet de soutenir et d'organiser des missions, des campagnes, et des études communes. ■

Contact ▶ Pascal Gente
Tél. 98 01 61 79

⁽¹⁾ Riftogenèse : ouverture des grands fossés d'effondrement. ⁽²⁾ Accrétion océanique : mécanisme de croissance de la croûte terrestre. ⁽³⁾ ROV : Remote operated vehicle, véhicule sous-marin câblo-commandé.

La fertilité masculine est-elle menacée ?

Au sein de l'université de Rennes 1, sur le campus de Beaulieu, certains travaux de la jeune équipe INSERM U435 dirigée par Bernard Jégou, concernent l'évolution de la fonction de reproduction chez l'homme, "une évolution préoccupante", selon de récentes études.

Depuis 1974, de nombreux articles ont été publiés sur ce problème. Les plus récents concluent que, chez l'homme, dans certaines régions du monde, le nombre de spermatozoïdes par millilitre de sperme (ou concentration spermatique) aurait baissé globalement de 50% en 50 ans. La moyenne de la concentration spermatique serait ainsi passée de 113 millions/ml en 1940 à 66 millions/ml en 1990, selon Carlsen et al⁽¹⁾. Ce n'est pas grave a priori, puisque 66 millions de spermatozoïdes sont largement suffisants pour assurer la fonction de reproduction : n'oublions pas qu'en théorie pour faire un bébé, un spermatozoïde suffit !

Mais de plus en plus d'hommes se retrouvent dans les catégories les plus basses. "De plus en plus d'hommes atteindraient aujourd'hui le seuil des 5 millions par ml, qui correspond à la limite en dessous de laquelle la probabilité d'avoir un enfant sans recours médical devient basse", précise Bernard Jégou, qui a baptisé GERM (Groupe d'étude de la reproduction chez le mâle) son unité INSERM. D'autres signes viennent assombrir encore le tableau : le volume moyen d'un éjaculat serait en diminution, et les spermatozoïdes d'aujourd'hui seraient moins mobiles et présenteraient une morphologie altérée par rapport à celle de leurs ancêtres.

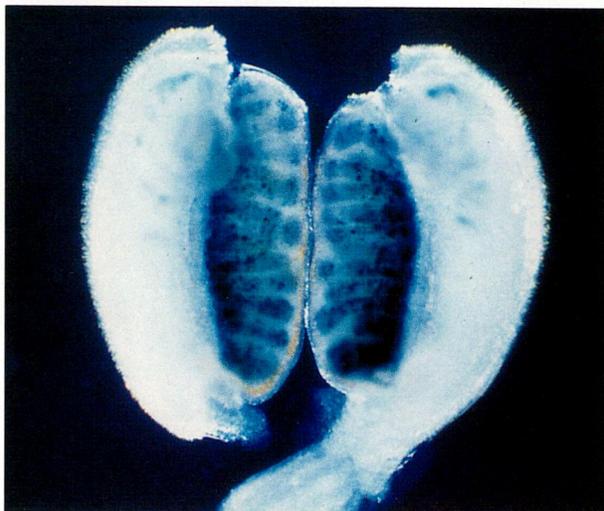


Photo D. Guerrier, CERM/INSERM U435.

▲ **Voici les testicules d'un embryon de souris âgé de 2 semaines, où sont colorées en bleu les cellules produisant une des deux hormones nécessaires à la formation de ces organes. Au moment de leur formation, ovules et testicules ne se distinguent pas. C'est seulement au bout de quelques semaines, que par le jeu des hormones, l'embryon devient mâle ou femelle.**

Présomption et précaution

Dans le domaine de la fertilité, il faut se garder des conclusions hâtives. Relier la dégradation du spermogramme moyen (enregistrement des caractéristiques du sperme) à une éventuelle baisse de la fécondité, relève de la spéculation pour le moment. La fécondation est, on le sait, un phénomène complexe, faisant intervenir de multiples paramètres.

"Ce qui nous mobilise", explique Bernard Jégou, "c'est qu'avec ce problème de déclin des caractéristiques spermatiques, nous sommes récemment passés du domaine de l'hypothèse plus ou moins fondée, à celle de la forte présomption. En effet, les premières études sérieuses ont été publiées par des Danois⁽¹⁾ en 1992. Depuis, plusieurs équipes européennes ont obtenu des

résultats similaires. En France, des études ont été réalisées au CECOS⁽²⁾⁽³⁾ de Paris-Cochin. Les chercheurs de ce CECOS ont pu évaluer l'évolution des caractéristiques spermatiques, grâce à l'analyse des données dont ils disposaient sur les donneurs de sperme depuis deux décennies. Ils obtiennent, pour la région parisienne, un déclin de la concentration spermatique de 2% par an et établissent l'existence d'une dégradation de la qualité des spermatozoïdes."

Les produits phytosanitaires à la barre des accusés

"Le testicule est l'un des organes les plus vulnérables aux xénobiotiques", constate Bernard Jégou. C'est ainsi qu'en plus des causes régulièrement citées, comme le stress, les radiations, certaines habitudes vestimentaires,

les chercheurs rennais s'intéressent à de nouveaux coupables potentiels : des agents de l'environnement tels que certains produits phytosanitaires, qui posséderaient les caractéristiques d'hormones femelles et qui, concentrés dans la chaîne alimentaire, pourraient interférer avec l'action des hormones naturelles mâles et perturber la fonction testiculaire, de la vie fœtale à l'âge adulte.

Parmi les collaborateurs de Bernard Jégou, Daniel Guerrier, chercheur INSERM, observe plus particulièrement l'action des œstrogènes et de xéno-œstrogènes sur la formation des organes génitaux chez l'embryon. L'objectif de ces recherches n'est pas encore de trouver des solutions, mais de comprendre les mécanismes. En parallèle, il est important d'informer les populations sur ces travaux et leurs incidences éventuelles.

Mais Bernard Jégou tient à ne pas alarmer, rappelant qu'il ne s'agit pour le moment que de présomptions : "Il nous paraît nécessaire de développer un effort de recherche à l'échelle internationale, s'appuyant sur l'épidémiologie, la recherche clinique et la recherche fondamentale". ■

H.T.

Contact ▶ Bernard Jégou
Tél. 99 28 61 25

⁽¹⁾ Carlsen E., Giwercman A., Keiding N., Skakkebaek N.E. (1992) Evidence for decreasing quality of semen during past 50 years. *B. Med. J.* 305, 609-613. ⁽²⁾ CECOS : Centre d'étude et de conservation des œufs et du sperme humains. ⁽³⁾ Auger J., Kunstmann J.M., Czyglik F., Jouannet P. (1995) Decline in semen quality among fertile men in Paris during the past 20 years. *New Engl. J. Med.* 332, 281-285.

QUI A DIT ?

"C'est pas l'homme qui prend la mer, c'est la mer qui prend l'homme".

Réponse page 23

GESMA *Groupe d'études sous-marines de l'Atlantique*

Statut juridique - date de création : Centre d'études et de recherches de la Délégation générale pour l'armement (DGA) au sein de la Direction des constructions navales (DCN) créé en 1959.

Nombre d'adhérents : 2 centres implantés, l'un à Brest, l'autre à Lanvéoc.

Structures : Centre d'études et de recherches étatique dépendant organiquement de l'ECN Brest (Établissement des constructions navales) et fonctionnellement du STSN Paris (Service technique des systèmes navals).

Missions : Études sous-marines (guerre des mines, détection sous-marine, armes sous-marines, lutte sous-marine).

Activités : Lutte sous-marine par petits fonds • Acoustique sous-marine • Traitement du signal et de l'information • Traitement d'image et interfaces homme-machine pour les sonars • Champs magnétiques rayonnés (ou électromagnétiques) statiques et alternatifs, applications aux mines, aux contre-mesures passives et aux systèmes de détection • Hydrodynamique pour les véhicules sous-marins supports de sonars ou les dragues • Robotique sous-marine.

Nombre d'employés : Une centaine de personnes réparties sur les deux centres, chercheurs, techniciens, étudiants en thèse et administratifs.

Correspondant : François-Régis Martin-Lauzer, ingénieur en chef de l'armement, directeur.

Adresse : Groupe d'études sous-marines de l'Atlantique, BP 42, 29240 Brest-Naval, tél. (33) 98 22 81 42, fax (33) 98 22 72 13.

RÉSEAU DÉCEMBRE 95 - N°117

THOMSON SINTRA Activités sous-marines

Structure : Filiale du groupe Thomson-CSF, créée en 1985, dont le siège est à Sophia-Antipolis.

L'activité **guerre des mines** de Thomson Sintra ASM a été implantée à Brest en 1969.

Activités : Systèmes sonars de guerre des mines • Systèmes d'immunisation des navires • Systèmes sonars aéroportés • Mécanique marine • Maritime civil : océanographie, offshore, pêche et navigation.

Références : Plus de 30 marines, dont la Marine nationale, utilisent nos équipements installés sur près de 200 navires.

Leader mondial en guerre des mines, Thomson Sintra ASM Brest a équipé environ 60 % des navires de lutte contre les mines construits dans le monde.

Dans le domaine civil : IFREMER, IFRTP, SHOM, CEA.

Nombre d'employés du centre de Brest : 314.

Direction : Édouard Arrubarrena.

Adresse : Thomson Sintra Activités sous-marines, route de Sainte-Anne-du-Portzic, 29601 Brest Cedex, tél. 98 31 37 00, fax 98 31 39 91.

RÉSEAU DÉCEMBRE 95 - N°117

IFREMER *Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer*

IFREMER Bretagne

Statut juridique : Établissement public à caractère industriel et commercial (EPIC), créé en 1984. Il est né de la fusion du CNEXO (Centre national pour l'exploitation des océans) et de l'ISTPM (Institut scientifique et technique des pêches maritimes).

Effectifs : 650 personnes sont rattachées administrativement au centre de Brest dont 550 localisées sur le technopôle de Brest-Iroise, et les 100 autres sur les sites bretons de Saint-Malo, Concarneau, Lorient et La Trinité-sur-Mer.

Structures : L'IFREMER a son siège social à Issy-les-Moulineaux et dispose de 5 centres de recherche : Boulogne, Brest, Nantes, Toulon et Tahiti auxquels sont rattachées 15 stations côtières. Ses effectifs sont répartis en quatre directions opérationnelles : ressources vivantes, environnement et aménagement du littoral, recherches océaniques, ingénierie, technologie et informatique.

Missions : L'IFREMER est le seul organisme de recherche français dont la vocation est exclusivement maritime. Il exerce cinq missions : organisme de recherche pluridisciplinaire, agence d'objectifs, agence de moyens (navires océanographiques et engins sous-marins entre autres), mission de service public, mission de valorisation.

Programmes de recherches : Ressources aquacoles • Ressources halieutiques • Valorisation des produits de la mer • Économie maritime • Environnement littoral • Géosciences marines • Environnement profond • Physique des océans • Océanographie spatiale • Intervention sous-marine • Ouvrages en mer • Matériaux et structures • Technologie navale • Ingénierie des pêches et cultures marines • Instrumentation océanographique.

Collaborations scientifiques : Universités (Rennes et Brest), grandes écoles (Sup Télécom Bretagne, CNET, École normale supérieure...), grands organismes de recherche (CNRS, INSU, IPG, ORSTOM, IFRTP, BRGM, Météo France, CNES, CNEVA, INRA, Collège de France, Muséum national d'histoire naturelle...).

Collaborations industrielles : ELF, TOTAL, IFP, EDF, CEA, Alcatel...

Collaborations internationales : Programmes européens (Mast, Far, Air, Eureka-Euromar) et coopération dans le cadre de programmes internationaux (Goos) ou de collaborations bilatérales avec des États ou des organismes.

Directeur : Guy Pautot.

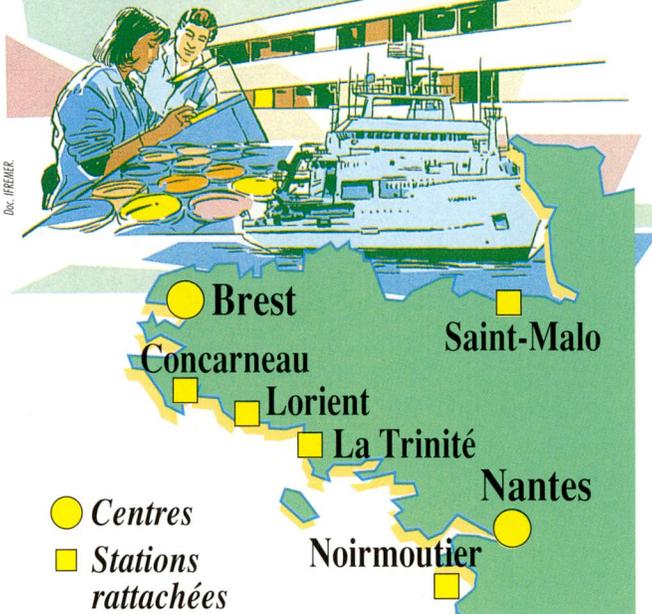
Correspondants : Patrick Nérisson, responsable des relations publiques, et Brigitte Millet, relations presse.

Adresse : BP 70 - 29280 Plouzané, tél. 98 22 40 40, fax 98 22 45 45.

RÉSEAU DÉCEMBRE 95 - N°117

La Bretagne en chiffres

L'IFREMER dans l'Ouest



Effectifs

Brest et stations rattachées	558
Nantes et stations rattachées	275

RÉSEAU DÉCEMBRE 95 - N°117

DES PRODUITS DE FORMATION A DISTANCE

➔ **NEREE : Mesures en mer pour l'océanographie physique**
(Vidéo et document d'accompagnement)

➔ **L'eau comme objet de droit** (Vidéo et document d'accompagnement)

➔ **Dynamique de l'eau et télédétection**

➔ **Gestion multicritère de l'eau - Méthodes et stratégies**



POLE EUROPEEN
D'ENSEIGNEMENT
A DISTANCE

Renseignements : Michèle DEMOULIN - POLE EAD - CNED - 7, rue du Clos Courtel - 35050 RENNES Cédex 9
Tél : 99.25.13.30 - 99.38.43.89



POUR FAVORISER LA DÉMARCHE D'INNOVATION OU D'ACCROISSEMENT DU NIVEAU TECHNOLOGIQUE DE VOTRE ENTREPRISE...

Pour toute PMI, PME de la région Bretagne de moins de 2 000 salariés
et ne faisant pas partie d'un grand groupe industriel.

Par tout prestataire public ou privé, au choix de l'entreprise.

- Assistance technique
- Etude de faisabilité
- Calculs
- Essais
- Modélisation
- Etude de marché
- Recherche de partenaires technologiques
- Etat de l'art
- Recherches d'antériorité
- Information scientifique et technique
- Dépôt du premier brevet

Adressez-
vous à :

PRÉSENCE BRETAGNE

18, PLACE DE LA GARE
35000 RENNES

TÉL. 99 67 42 05 - FAX 99 67 60 22

Membre du Réseau Interrégional de Diffusion Technologique

Les essais à la mer en Bretagne

“Essais à la mer”, une expression bien magique qui suscite dans notre imaginaire des réminiscences d’images de transatlantiques flambant neufs, glissant majestueusement d’un slipway, pour s’en aller fendre les eaux de l’Atlantique en quête d’un hypothétique “ruban bleu”.

En Bretagne aujourd’hui, la réalité a des accents moins éblouissants en ce qui concerne la construction navale, quelques unités de pêches sortent encore ici ou là. Pour le chantier naval majeur de la région, le porte-avions nucléaire *Charles-de-Gaulle*, le temps des essais à la mer est encore bien loin.

C’est donc d’essais à la mer plus restreints, mais finalement plus ciblés qu’il

s’agit. On ne parlera pas ici de réparation navale, mais bien de la qualification de matériels nouveaux, devant être soumis aux influences du milieu marin. Des essais qui bien souvent, mettent la mer en bouteille pour que de telles qualifications se déroulent... à terre.

Voilà donc un panorama qui ne prétend pas à l’exhaustivité, mais où l’on aura eu à cœur de broser le tableau de la majorité des moyens d’essais de la région. Un secteur où la puissance publique, que ce soit directement par les services dépendant du ministère de la Défense ou indirectement, par le biais d’établissements publics ou de grandes sociétés nationales, se taille, moyens obligeant, la part du lion de mer ! ■

Manipulation d’un détecteur de mines sur le pont de *la Thétis*, en baie de Douarnenez.

École navale

Aux grandes écoles les grands moyens

L'École navale, le seul établissement militaire formant les futurs officiers de notre Marine nationale, a jeté l'ancre sur les bords de la rade de Brest. À Lanvéoc-Poulmic, en effet, les cadres de nos escadres suivent une triple formation d'officiers, d'ingénieurs et de marins. Mais qui dit enseignement supérieur dit recherches, et pour mener certaines d'entre elles, l'École navale dispose de moyens d'essais dans son domaine naturel, la mer.

« La recherche est indissociable de l'enseignement scientifique de haut niveau, » écrit dans le dernier rapport de recherche de l'École navale, le contre-amiral André Le Berre, qui en a récemment quitté le commandement, ainsi que celui du groupe des écoles du Poulmic. Dirigée par le professeur Bruno Ramstein, la direction de l'enseignement scientifique et de la recherche de l'École navale dispose pour cela de moyens d'essais, qui lui permettent de mener à bien des recherches dans le cadre des études de deux de ses laboratoires, ceux d'hydrodynamique (LHEN) et d'océanographie (LOEN).

Dernier créé, en 1992, le LOEN est le seul service océanographique de la Défense à effectuer des travaux d'océanographie biologique. Il faut dire que le sujet principal, l'étude de la bioluminescence marine, est un thème novateur en France. L'approche actuelle est la compréhension fondamentale des mécanismes de l'émission de lumière par les organismes marins, zooplancton, phytoplancton ou encore bactéries. Spontanée ou créée par des mouvements de vagues ou bien le sillage d'un mobile, cette luminescence est un phénomène encore mal expliqué. Pourtant, si l'on pense à la possible détection d'un mobile trahi par la luminescence qu'il suscite, tel qu'un sous-marin glissant entre

deux eaux, on comprend l'importance des moyens affectés au LOEN.

Deux navires

Lancés en 1992, les deux bâtiments d'instruction à la navigation de l'École navale sont affectés au LOEN selon ses besoins d'essais. D'une longueur de 28,30 m, déplaçant 295 t, la *Glycine* et l'*Églantine* sont des navires de 800 CV, équipés d'un câble (1500 m), d'une potence et d'un treuil permutable, installé suivant les besoins. Menés par des équipages de 7 personnes, ils peuvent en emmener 25 en mission océanographique en mer d'Iroise. Outre le personnel du LOEN, embarquent au gré des collaborations, des ingénieurs du SHOM⁽¹⁾, de la DGA⁽²⁾, ou d'autres institutions civiles et militaires. Pour autant, le LOEN ne néglige pas les moyens que peut apporter la collaboration internationale. Ainsi, deux personnes ont bénéficié du support d'un navire britannique en août 94, pour une mission en mer d'Oman afin d'essayer la sonde de bioluminescence mise au point à l'École navale.



Photo M. F. Poir.

Un tunnel pour y voir plus clair

De son côté, le LHEN est également doté d'un équipement particulier. Associé depuis fin 91 à plusieurs laboratoires français pour former l'Action concertée cavitation, le LHEN dispose en effet d'un tunnel de cavitation⁽³⁾, afin d'étudier et prévenir ce phénomène qui affecte la discrétion acoustique des bâtiments. « Réalisé depuis 1989, avec une forte participation de la région, c'est un moyen complémentaire de ceux qui existent en France. Cette machine a été étudiée en liaison avec la Direction de la recherche et de la technologie (DRET), qui coordonne les recherches de défense, que celles-ci soient réalisées par des universitaires ou du personnel de la DGA, comme c'est le cas au bassin d'essai des carènes de Val de Reuil, » explique le capitaine de frégate Jean-Yves Billard, adjoint du professeur Ramstein et responsable du LHEN. Le cœur de la machine est en fait une veine transparente et carrée, de 1 m de long pour une section de 20 cm, où circule de l'eau douce. On y place par exemple un type de profil, destiné à une hélice, et on cherche à mettre en évidence le phénomène de cavitation en imprimant au fluide une vitesse qui peut être de l'ordre de 15 m/seconde. Toute une machinerie l'alimente : plus de 10 m de long pour le tunnel et une pompe

▲ Le capitaine de frégate Billard présente la veine d'eau du tunnel de cavitation.

de 40 kW fonctionnant sous une colonne d'eau de plus de 7 m de haut (la hauteur de la structure). Le tout met en circulation 65 m³ d'une eau que des injecteurs peuvent enrichir en air saturé, introduisant ainsi des germes de cavitation, et qu'un groupe compresseur peut porter de 30 millibars à 3 bars. « Mais attention, notre laboratoire est de type universitaire, c'est donc une recherche ouverte et non confidentielle qui y est réalisée. Nous nous occupons donc des aspects fondamentaux, même si les résultats peuvent être ensuite exploités au bassin des carènes, par exemple, » précise Jean-Yves Billard. Le LHEN mène d'ailleurs des collaborations diverses avec plusieurs institutions civiles, la plus récente étant l'École polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL). Avec sa partenaire suisse, le laboratoire met ainsi au point l'équipement d'une embarcation en capteurs de couple et de poussée, afin d'étudier dans le cadre de la formation des élèves de l'École navale et de ceux de l'EPFL, le fonctionnement d'une hélice. ■

M.-E.P.

▼ Contact

Capitaine de frégate Billard
Tél. 98 23 40 35



Photo Marine nationale.

Le bâtiment d'instruction à la navigation *Glycine*.

Thomson Sintra Activités sous-marines

La lutte sous-marine à l'essai à la pointe de Bretagne

Thomson Sintra Activités sous-marines est une filiale du groupe Thomson-CSF. Le site brestois de cette entité, dont le siège se trouve à Sophia-Antipolis, est l'une des références mondiales dans la conception d'équipements militaires de lutte sous-marine. Une activité où l'obligation d'excellence impose de nombreux essais de validation. Tableau des moyens de l'usine brestoise, à propos du développement du dernier "bébé" de Thomson Sintra ASM : le PVDS.

La mine a obligé les marines du monde entier à s'équiper de façon à en contrer la menace. Le meilleur moyen de l'éviter reste encore sa détection au sonar. La première génération, les HMS (Hull-mounted sonar) sont les sonars de coque. À 6 ou 700 mètres de distance, par 100 m de fond maximum, ce système permet la détection d'un objet, et à 200 m de distance, sa classification. Mais au-dessous de 100 m, il est difficile d'investiguer les objets, à cause de l'angle d'incidence des ondes sonar. C'est le phénomène de "rasance" : l'ombre acoustique de l'objet, projetée par le faisceau sonar, devient trop petite pour être classifiable. Qui plus est, les diffé-

rences de températures d'eau font que ces ondes rebondissent parfois sur la surface d'une couche plus froide, la thermocline⁽¹⁾. Aussi, la deuxième génération de sonar est, elle, remorquée, et peut, par 300 mètres de fond, passer sous la thermocline et détecter les mines profondes qui menacent les sous-marins. Seul problème, le déport arrière du sonar croît avec la vitesse du navire et la profondeur d'immersion. Le navire-support peut donc éventuellement se trouver lui-même au-dessus d'une mine, alors que son sonar en est encore à tenter de la classifier, voire de simplement la détecter. Enfin, l'altitude au-dessus du fond d'un tel mobile, passif, n'est pas

contrôlable lorsque la vitesse du bateau varie. Pour contrer ces phénomènes, Thomson Sintra ASM lance sur le marché de la guerre des mines un produit de troisième génération, nommé PVDS (Propelled variable depth sonar), dont le système autonome de propulsion lui permet de détecter les mines sur l'avant du navire-support, par des profondeurs variant de 5 m à 300 m.

Un nouveau concept

Le porteur du PVDS est un ROV⁽²⁾, fabriqué par une société suédoise, Bofors Underwater Systems-Sutec. Il porte sur lui un véritable système de détection, doté du nec plus ultra de la technologie de l'entreprise implantée à Brest, le sonar TSM 2022 Mk III. Un appareillage ayant la particularité unique au monde d'être muni de transducteurs multifréquences. Le PVDS est donc la nouvelle arme de bataille de Thomson Sintra ASM, qui devra s'imposer sur le marché mondial, dans un combat où ses capacités doivent faire la différence avec celles de ses futurs concurrents. Aussi, l'entreprise doit assurer l'excellence de son produit par des campagnes d'essais qui seules, permettent d'affirmer la prééminence de son nouveau concept sur les systèmes existants. Équipée récemment d'un bassin d'eau douce de 50 m de long sur 8 m de largeur et 8 m de profondeur, l'entreprise peut à présent

mettre au point et tester ses sonars dans ses locaux, alors qu'elle utilisait auparavant les moyens d'autres organismes, comme le bassin de l'IFREMER (voir en pages centrales du dossier). Mais pour valider le système entier à la mer, Thomson Sintra ASM a besoin d'une coopération lui permettant d'installer le système complet à bord d'un bâtiment.

Coopération

La première campagne s'est effectuée, elle, en octobre 94, en baie de Douarnenez, près de Brest, pendant le salon Euronaval. La Marine nationale, client naturel du PVDS comme d'autres produits de guerre des mines, fournissait *la Thétis*, un bâtiment d'expérimentation de guerre des mines. Pour la partie concernant le système de déploiement et de récupération, c'est avec la collaboration du GESMA (Groupe d'études sous-marines de l'Atlantique) que les Brestois et leurs confrères suédois ont pu assurer la démonstration. En septembre dernier, c'est en mer Baltique que se sont déroulés les essais, un chasseur de mines "Landsort" de la marine suédoise accueillant tous les systèmes nécessaires au déploiement du PVDS. Ces coopérations croisées, nationales autant qu'internationales, prouvent que quelle que soit la valeur d'une innovation, on est décidément plus fort unis. ■

M.-E.P.

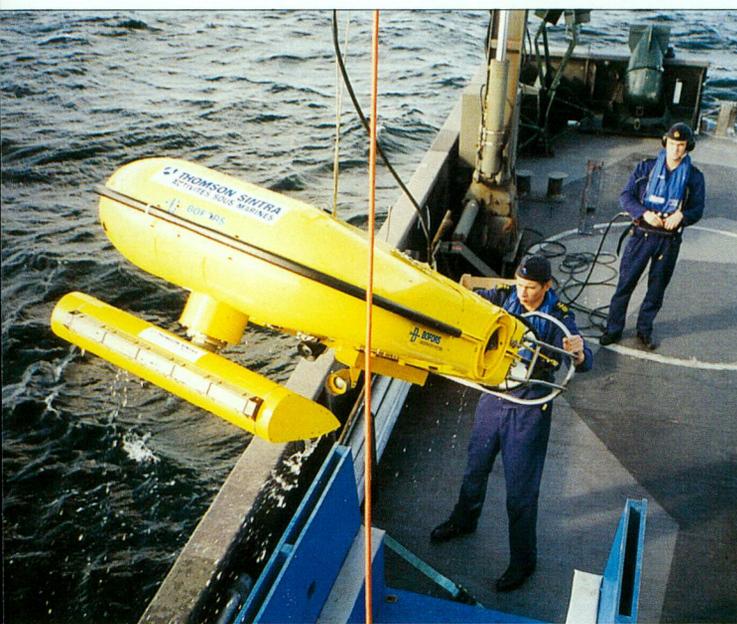
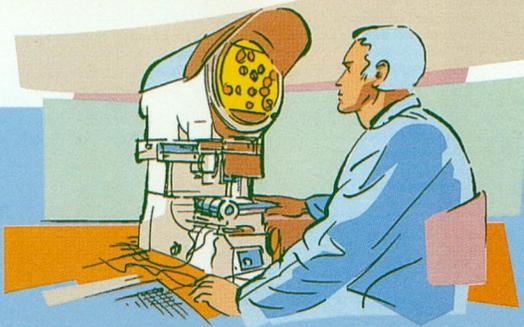


Photo Thomson Sintra ASM

◀ Le PVDS, dont on voit distinctement l'antenne détectrice, manipulé sur le pont d'un navire suédois lors de la dernière campagne d'essais.

Contact ► François Pouliquen
Tél. 98 31 37 61

⁽¹⁾ Thermocline : interface entre deux couches d'eau de différentes températures, qui fait notamment obstacle aux passages des ondes acoustiques du sonar. ⁽²⁾ ROV : Remote operated vehicle, véhicule sous-marin commandé par câble, inhabité et doté d'une caméra, ainsi que de divers senseurs.



Doc. IFREMER

Des contraintes dues au milieu

Qualifier au milieu marin, c'est s'assurer qu'au long de sa vie, l'instrument résiste à toute une kyrielle d'agressions. Le service Qualification-Essais en a dressé une liste à la Prévert : froid, brouillard salin, rayonnement solaire, vibrations (machines), chocs mécaniques, mouvements de plate-forme (tangage, roulis), continuité de masse, compatibilité électromagnétique (par exemple entre radars différents, radios...), pression hydrostatique, choc thermique à l'immersion, condensation, gel/dégel/givre/glace, biosalissures marines, perturbation de réseau, foudre, chocs pendulaires (contre la coque, à la mise à l'eau), étanchéité au ruissellement (sur le pont), étanchéité des connecteurs et des joints de porte, résistance à la contamination par les fluides (liquide hydraulique, gazole)... ■

Des partenaires dans les normes

Bien que nationale, la norme Afnor concernant l'instrumentation océanographique a une origine à la fois locale et extérieure, puisque de nombreux intervenants ont travaillé à son élaboration. On y retrouve, outre l'IFREMER, l'INSU (Institut national des sciences de l'univers), la DCN (Direction des constructions navales), l'EPSHOM (Établissement principal du service hydrographique de la marine), Météo France, le STNMTE (Phares et balises), l'Orstom (recherche outre-mer) et des entreprises comme Mors, Orca, Thomson Sintra ASM, Tekelec... ■

Quand la norme naît des essais

"Pour imposer une norme, il faut avoir derrière soi des moyens d'essais !" explique Yvon Le Guen. À partir de la rédaction d'un guide à l'usage des concepteurs, l'institut et ses partenaires ont réussi à imposer une norme, qu'un contrat avec l'AFNOR a rendu nationale. Le texte définit quatre familles d'instruments selon leur degré d'exposition. La catégorie E1 concerne le matériel fonctionnant habituellement à l'extérieur, dans une atmosphère marine. On y trouve des treuils, des panneaux solaires, télécommandes, antennes...

La catégorie E2 concerne ce qui fonctionne à l'extérieur, en eau de mer. Il s'agit de tout appareil sous-marin. On retrouvera dans cette catégorie ce qui est sonar militaire, courantomètre, bathysonde, balise acoustique, sondeur de pêche, flotteur libre, outillage sous-marin...

La catégorie I1 est celle des équipements fonctionnant à l'intérieur, dans des locaux climatisés (salles, conteneurs) et soumis essentiellement aux vibrations : PC, coffrets électriques, baies électroniques, systèmes de visualisation, pupitres de commandes, matériel de laboratoire...

Enfin la catégorie I2 concerne les équipements fonctionnant à l'intérieur, dans des salles non climatisées (salle des machines, phares...). On y retrouve de l'informatique, du matériel de maintenance, l'électronique d'un sonar, des générateurs électriques... ■

IFREMER

Le géant finistérien de la qualification à la mer

Parmi ses multiples missions, le centre de Brest de l'IFREMER a en charge la qualification du matériel à l'environnement marin. Car pour qu'une donnée soit validée en océanographie, encore faut-il s'assurer que l'instrument qui la recueille est capable de fonctionner dans son environnement. Ce qui a amené l'antenne de Brest à développer d'importants moyens de qualification et d'essais. Le service compte 14 personnes, dont le rôle est d'entretenir le parc de moyens, de le moderniser et de réaliser les essais.

Qualifier à l'environnement marin suppose une triple réflexion préalable : quel doit être le cycle de vie, quel sera le niveau d'agression subi, quels seront les essais à mener ? "Il existe trois grands types d'essais : électriques, un domaine où nous ne faisons pas grand chose ; mécaniques, comprenant tout ce qui est vibrations, transports, maintenance, avec notamment une table de

vibration, des «appareils de tortures», soumettant l'équipement à des chocs ou à la pression... et enfin, essais climatiques pour lesquels nous disposons d'une chambre permettant de créer chaud, froid ou encore humidité, d'une autre qui simule le brouillard salé ou la pluie normalisée, et d'une troisième reproduisant le rayonnement solaire," explique Yvon Le Guen, responsable du service Qualification-Essais de l'IFREMER Brest. Cependant, ces moyens ne sont pas spécifiques à l'institut. Par contre, l'IFREMER en a développé d'autres qui lui sont propres, ce qui fait de Brest un centre majeur en France dans ce type d'activité. Trois types de moyens sont principalement utilisés. Les premiers sont une batterie de six caissons hyperbares qui permettent des essais en pression jusqu'à 2400 bars, où l'on teste étanchéité et résistance mécanique. Viennent ensuite les bassins d'essais. Si deux d'entre eux sont de simples canaux d'études hydrodynamiques et d'essais d'engin, le troisième est une véritable fosse, profonde de 20 mètres à son maximum et longue de 50 mètres (record d'Europe de profondeur). Cette fosse artificielle



Photo M. F. Piau

▲ Dans son berceau, cette bouée de mesure de houle va subir un étalonnage sur simulateur de houle.



Photo M. E. Prou

◀ Un caisson de test hyperbare à 50 atmosphères.

est remplie d'eau de mer pompée directement dans la rade, et équipée de deux batteurs de houle permettant d'imprimer à la surface du plan d'eau des ondulations dignes de certaines (mauvaises) conditions de navigation. Ce bassin sert ainsi à étudier, entre autres, la mise à l'eau d'appareils⁽¹⁾ divers, le fonctionnement de certains matériels et le réglage de flottabilité de divers engins. Enfin la station d'essais en mer de Sainte-Anne-du-Portzic, au pied de l'IFREMER, permet des essais d'exposition en site naturel, au fond, en surface, au marnage et aux embruns.

Tout matériel

"Tous ces moyens d'essais ont été développés par l'institut pour qualifier notamment son instrumentation océanographique : cela coûte moins cher qu'une campagne ratée. Pourtant, la qualification d'un matériel à l'environnement marin est une démarche relativement récente, et lorsque nous avons commencé en 84-85, les moyens n'étaient pas très utilisés par les scientifiques, qui ne prenaient pas suffisamment en compte tout ce que subissait le matériel," retrace Yvon Le Guen. Il est vrai que ce matériel est mul-

tiplé et varié, puisque l'on parle ici aussi bien du récepteur satellite embarqué, que de l'ampoule d'un phare, d'une sonde destinée à aller à - 6000 mètres, ou encore d'une baie électronique devant rester dans les coursives. Ces instruments sont soumis, parfois alternativement, à toute une gamme d'agressions très diverses, que l'on n'imagine même pas, vu du plancher des vaches (voir encadré). D'ailleurs, pour aider ceux qui conçoivent et fabriquent de l'instrumentation, souvent issus de l'univers PME-PMI, l'IFREMER a établi avec d'autres organismes un guide d'essais en environnement marin de l'instrumentation océanographique. En effet, ces constructeurs n'ont pas les moyens de mettre en œuvre des procédures complètes,

type marine. Ils peuvent à présent se référer à ce guide, qui est maintenant devenu une norme AFNOR à part entière (voir encadré).

Label métrologie

Un autre aspect de l'activité du service Qualification-Essais, est l'étalonnage de toutes sortes d'instruments océanographiques, dans un laboratoire ad hoc, qui assure une calibration périodique des appareils. Le laboratoire de métrologie est ainsi accrédité par le Comité français d'accréditation (Cofrac) en ce qui concerne pression et température, un label de qualité aux normes européennes. En effet, la mesure in situ prend de plus en plus le pas sur le prélèvement d'échantillons, les grandeurs physico-chimiques sont donc

désormais saisies en majorité par des capteurs. Ceux-ci, qui mesurent des paramètres aussi variés que la vitesse du son dans l'eau, la salinité, la houle, le courant, le taux d'oxygène dissous, de nitrates ou encore la turbidité de l'eau parmi d'autres, passent donc "à l'équerre" de façon périodique, sur les bancs de l'IFREMER. Car "ce type de mesure représente la nouvelle donne de l'instrumentation océanographique", souligne Yvon Le Guen, qui marque ainsi l'un des points forts de son service.

Autre motif de satisfaction, par rapport à une clientèle venant de l'offshore pétrolier cette fois : le bassin d'essais profond constitue lui aussi un point fort. Sa profondeur le rend apte à l'essai de maquettes à grande échelle de sections de structures pétrolières... Même les militaires ont profité des capacités de fond et de houle, testant des engins blindés, y compris en submersion ! Une clientèle extérieure que les compétences de l'IFREMER séduisent toujours, puisqu'en 94, 32 % des demandes de prestations en essais et qualification venaient de l'extérieur. ■

M.-E.P.

Contact ▶ Yvon Le Guen
Tél. 98 22 41 29

⁽¹⁾ Appareils : matériel équipant un navire.



Photo C. Marné, IFREMER

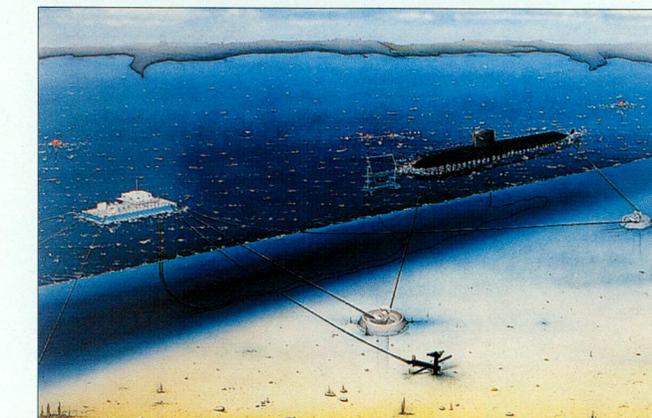
◀ Un blindé AMX 10 testé dans la houle du bassin d'essais profond.

GESMA

Les moyens d'essai de la guerre sous-marine

Implanté des deux côtés de la rade de Brest, le Groupe d'études sous-marines de l'Atlantique (GESMA) est un centre technique étatique de la Délégation générale de l'armement (DGA), expert en guerre des mines, en lutte sous-marine par petits fonds, ainsi qu'en discrétion acoustique et électromagnétique sous-marine. Le GESMA anticipe sur la menace future et imagine les systèmes les plus aptes à la contrer.

Sur ses deux centres, l'un au sein de l'arsenal de Brest, l'autre à Lanvéoc, le GESMA travaille à sauvegarder les navires de guerre, leurs systèmes et tous ceux qui les manœuvrent ou les opèrent. Il est chargé des études en amont, des développements exploratoires, de l'assistance aux directeurs de programmes, et du soutien aux états-majors et aux bases des forces de lutte sous-marine. Il dispose de moyens d'essais importants, qui couvrent l'ensemble de ses activités. En mer, le GESMA met en œuvre un bâtiment d'expérimentation, *l'Aventurière* : 12 nœuds en vitesse de pointe, 24 m de long, de 4 à 6 membres d'équipage, équipée de deux treuils de 4 tonnes, d'une grue de 2,5 t à 2,50 m et d'un laboratoire permettant de recevoir des matériels divers. Ce bâtiment permet la mise au point à la mer de véhicules et de gréements (jusqu'à 12 nœuds de vitesse). Lorsqu'un support plus important devient nécessaire, le GESMA utilise également le bâtiment d'expérimentation de guerre des mines (BEGM), *Thétis*, navire de la



▲ Vue artistique du polygone de mesures acoustiques Rascas.

Marine nationale attaché à la Force de guerre des mines, basé à Brest et chargé de l'évaluation des systèmes futurs de détection des mines. À terre, dans l'enceinte de l'arsenal, les locaux du GESMA comportent toute une série d'équipements de pointe. Le premier est un bassin de mesures dépressionnaires de 30 m de long, équipé d'un vélocimètre laser qui effectue des mesures de sillage en similitude⁽¹⁾. Un autre consiste en une cuve acoustique d'eau douce de 30 m³, équipée de moyens de levage et de positionnement précis, ainsi que de sondes étalons. Pour les mesures acoustiques, un autre bassin, en eau de mer cette fois, mesurant 80 m sur 10 m de large et 8 m de profondeur, est utilisé à 50 % par le laboratoire "détection sous-marine" de la DCN-Brest⁽²⁾, chargé de l'entretien des sonars de guerre des mines. Enfin, six cuves d'essais sous pression, dont les capacités s'étagent de 30 à 1000 bars, permettent au GESMA de réaliser des essais de tenue en pression, qu'il s'agisse de résistance mécanique, d'étanchéité, ou d'autres paramètres.

Les polygones de Lanvéoc

En face de Brest, la station de Lanvéoc rassemble les moyens d'essais du GESMA pour la mesure du bruit rayonné et de l'indiscrétion électromagnétique des navires. En effet, les bâtiments de surface et les sous-marins déployés par la Marine nationale sur la façade atlantique sont exposés aux menaces sous-marines par petits fonds (sous-marins, UUV⁽³⁾, torpilles et mines par exemple). Il est donc important d'estimer la vulnérabilité de nos bâtiments vis-à-vis de ces menaces. À ce titre, le GESMA assure la disponibilité d'un vaste complexe de mesures, immergé en grande rade de Brest et mis à la disposition de la marine. Ces installations de mesures constituent les polygones de Lanvéoc, dont la mise en œuvre est confiée au Centre d'essais techniques et d'évaluation de Brest (CETEB, un centre de la DCN-Brest).

Les polygones de mesure électromagnétique permettent celle de tous types de bâtiments, et le réglage optimal de leur système



▲ Bâtiment d'expérimentation à la mer *l'Aventurière*.

d'immunisation⁽⁴⁾. La station de Lanvéoc dispose également des moyens de traitement magnétique des navires à coques métalliques.

Les moyens de mesure acoustique, (polygones en mer ou moyens mobiles) assurent quant à eux la mesure du bruit rayonné par les bâtiments faisant route, ou à quai. De plus, le GESMA dispose à Lanvéoc d'un simulateur d'environnement magnétique, intégré à une chaîne de mesures à terre pour la définition, entre autres, des systèmes d'immunisation des navires au moyen de maquettes en treillis.

L'ensemble de ces moyens d'essais permet aux 47 ingénieurs et cadres, aux 50 techniciens et ouvriers de travailler à la définition, à la mise au point et à l'évaluation, y compris à la mer, de nouveaux systèmes comme le sonar remorqué DUBM 42 Lagadmor⁽⁵⁾, le plus puissant au monde dans sa catégorie, capable de balayer une zone de 400 m et de couvrir 7 hectares de fond à l'heure, et dont le développement avait été confié à Thomson Sintra ASM et ECA. ■

M.-E.P.

Contact ► Jean-Pierre Dudoret
Tél. 98 22 60 73

⁽¹⁾ Mesure de la vitesse de traction et des vitesses horizontales. ⁽²⁾ DCN : Direction des constructions navales. ⁽³⁾ UUV : Unmanned underwater vehicle : véhicule sous-marin inhabité. ⁽⁴⁾ Un navire métallique crée des perturbations magnétiques locales, mesurables à relativement grande distance. L'immunisation consiste à installer à bord des sources de champs magnétiques opposés, qui permettent de réduire entre 5 et 10 fois la perturbation. ⁽⁵⁾ Lagadmor : "L'œil de la mer" en breton.

IFREMER Lorient

La sélectivité des engins de pêche

L'équipe du laboratoire Technologie des pêches d'IFREMER à Lorient a acquis une compétence reconnue au plan national et international dans le domaine de la sélectivité et du développement des engins de pêche. Il vient de mettre au point un chalut⁽¹⁾ sélectif pour la pêcherie de lottes.

Préserver les petits poissons et les laisser grandir afin d'améliorer à moyen terme la ressource, donc la capacité de pêche future, telle est la doctrine en matière de protection de la ressource marine. Si le maillage des filets demeure le pilier de la sélectivité (il permet d'éviter des captures trop importantes d'espèces juvéniles), il ne suffit plus lorsqu'il s'agit de bateaux opérant sur des pêcheries multi-spécifiques⁽²⁾. Il faut faire appel à des engins sélectifs qui jouent le rôle de filtre en séparant les spécimens matures commercialisables et les petits spécimens immatures, ces derniers s'échappant du piège.

Un pôle de compétence

Le laboratoire Technologie des pêches d'IFREMER à Lorient est un pôle de compétence dans le domaine du développement des engins de pêche et notamment des chaluts sélectifs. On compte notamment, parmi ses travaux, la mise au point de chaluts à nappe séparatrice pour les pêcheries suivantes : langoustines et merlus (il s'agissait de laisser échapper les merlus juvéniles) ; crevettes et soles (ici ce sont les soles juvéniles qu'on cherche à préserver).

La lotte est une espèce dangereusement surexploitée. À la suite des travaux du biologiste Hervé Dupouy, spécialiste de la lotte (ou baudroie) au centre IFREMER de Lorient et à la demande de l'Organisation de producteurs de l'ouest

Bretagne (OPOB), à laquelle adhère une importante flottille hauturière bigoudène, première productrice de lotte en France, l'équipe du laboratoire Technologie des pêches de Lorient a imaginé un système permettant d'épargner les petites lottes de moins de 30 cm. Ce travail a été financé par le département du Finistère et la région Bretagne.

Première étape des scientifiques lorientais : la recherche bibliographique sur les travaux menés dans le monde sur le sujet, qui a permis de trouver un système de grille mis au point par les Norvégiens pour séparer les crevettes nordiques des poissons de fond. S'appuyant sur ce principe, les chercheurs ont mis au point un chalut dont la poche est munie d'une grille combinant barreaux horizontaux et verticaux. Le principe est le suivant : les poissons butent sur la grille, les petits spécimens traversent cette grille et s'échappent, tandis que les gros poissons longent la grille et se retrouvent piégés dans la poche.

Les premiers tests techniques ont été réalisés en bassin d'essais sur une maquette au 1/2, les poissons étant simulés par de petits flotteurs lestés d'eau. Dans un deuxième temps, un chalut sélectif en vrai grandeur a été embarqué sur le *Gwen Drez*, le navire de recherche halieutique d'IFREMER. Cinq campagnes ont été menées de juin 1993 à juin 1995. Grâce à un engin remorqué d'observation (ROV), le comportement du chalut a été observé et filmé. Il



▲ La poche du chalut est munie d'une grille permettant d'évacuer les petits spécimens.

est à signaler que la vidéo sous-marine est en cours de développement pour répondre précisément aux essais de chaluts.

Marc Meillat, ingénieur à Lorient, explique : *"La lotte se trouve sur une pêcherie multispécifique avec des cardines (ou limandes), des raies, des poissons ronds dont le merlu. Le problème se complique donc considérablement du fait des morphologies et comportements très différents de toutes ces espèces. Comment laisser partir les petites lottes en gardant les grosses cardines, par exemple ? Il a fallu trouver un compromis en essayant de sauver le maximum de petits poissons (et pas seulement les lottes) tout en conservant dans la poche le maximum de gros spécimens. Il faut en effet améliorer la productivité à moyen et long terme, tout en réduisant au maximum les pertes immédiates en chiffre d'affaires"*.

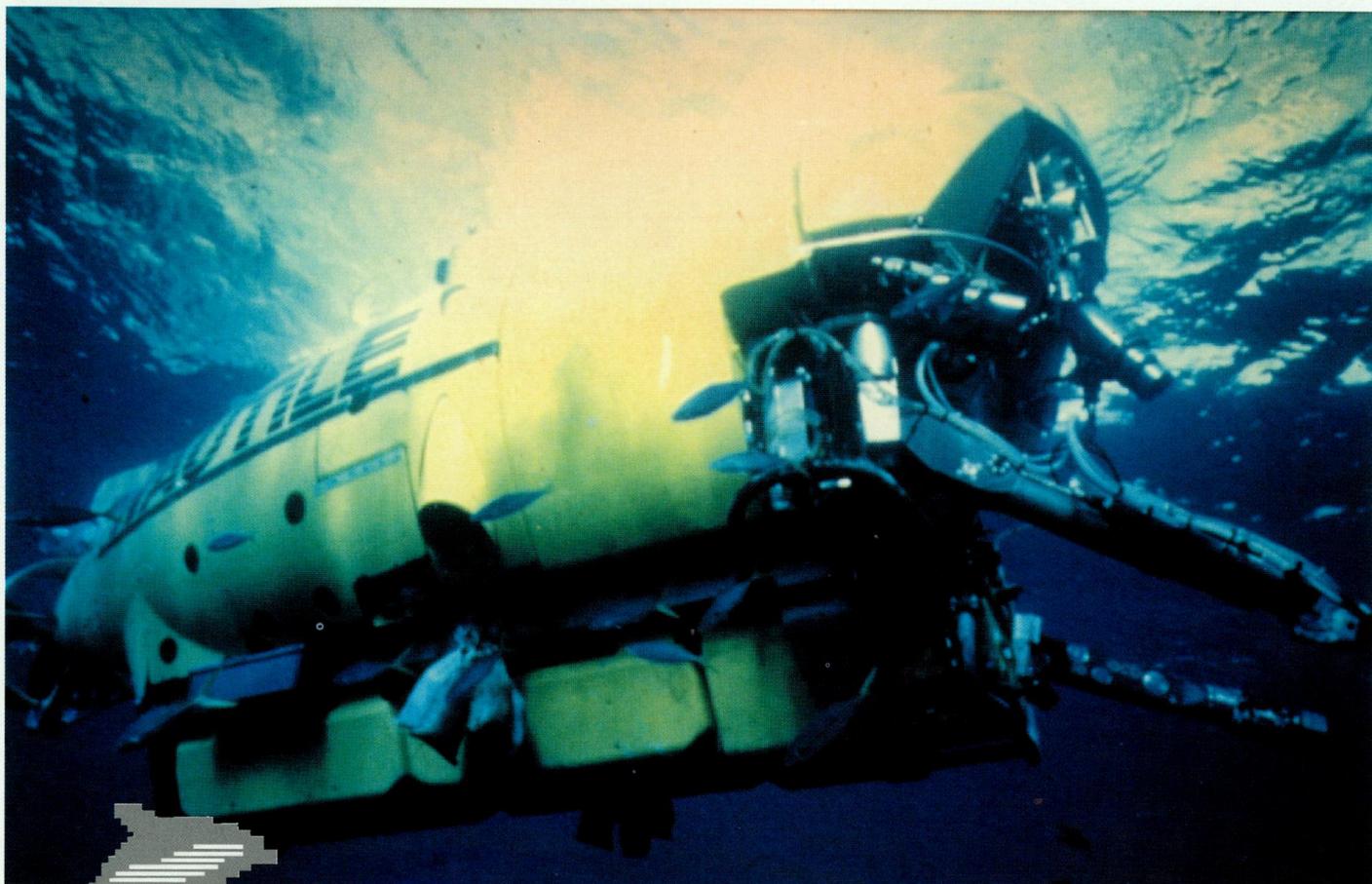
Les pertes immédiates ont été estimées par les chercheurs à 10 % du chiffre d'affaires, tandis que les gains de productivité à 5 ans sont de 30 %.

Le travail des scientifiques est achevé : *"Nous allons rencontrer l'OPOB, annonce Marc Meillat. Notre objectif est que des bateaux se munissent de ce chalut sélectif. Nous assurerons le suivi à bord des navires"*. La balle est désormais dans le camp des pêcheurs. ■

FB.-C.

Contact ► Marc Meillat
Tél. 97 87 73 10

⁽¹⁾ Le chalut est un filet en forme d'entonnoir que le bateau traîne derrière lui par l'intermédiaire de deux câbles (ou fines). La partie supérieure de la "gueule" du chalut est munie de flotteurs, la partie inférieure de râcleurs pour déloger les poissons enfouis sous le sédiment. L'extrémité arrière du chalut est appelée poche ou "cul". Les chaluts de fond sont utilisés pour capturer les espèces suivantes : langoustine, merlu-merluçon, lotte, cabillaud, raie, Saint-Pierre, cardine...
⁽²⁾ Pêcherie multi-spécifique : zone de pêche où plusieurs espèces coexistent.



IFREMER

ifremer institut français de recherche pour l'exploitation de la mer -
Siège social : 155, rue Jean-Jacques Rousseau, 92138 Issy-les-Moulineaux
Centre de Brest : Technopôle Brest-Iroise, B.P. 70, 29280 Plouzané.

© 2000 IFREMER

Une technopole pour les entreprises du secteur de l'environnement

Des entreprises

Compagnie Générale des Eaux, Sofrel
Télécontrol, Vitobio, AES Laboratoire,
Filière Blanche, Hypred, Apave de
l'Ouest, CBB Développement, ITGA...

De la recherche

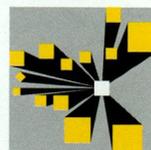
3 centres de recherche publics : INRA,
CEMAGREF, CNRS.
400 chercheurs.

De la formation supérieure

4 écoles d'ingénieurs : ENSP, ENSCR,
ENSAR, EME.
1 université.

Des services

Veille technologique, équipements
analytiques, mandataires en brevets,
documentation technique.



Rennes Atalante
TECHNOPOLE

Photo : Rennes District - M. Rapillard

Technopole de Rennes District : Rennes Atalante - 11, rue du Clos Courtel - 35700 Rennes - Tél. 99 12 73 73

Prévention des accidents pour les petits bateaux de pêche

Après des observations faites en mer par des techniciens et ergonomes de trois pays (France, Grande-Bretagne et Irlande) sur les bateaux de moins de 12 mètres, l'Institut maritime de prévention de Lorient met à la disposition des écoles maritimes un module pédagogique de prévention des accidents.

Plus un secteur d'activité est en difficulté, plus il faut être vigilant sur la sécurité", a indiqué Patrick Dorval, directeur du laboratoire sécurité et conditions de travail de l'université de Lorient, lors d'une conférence tenue au salon Itch'Mer.

Le métier de la pêche est très dangereux. Il met en œuvre des techniques génératrices d'accidents dans un environnement soumis à des mouvements aléatoires et à des intempéries. 44 % des accidents mortels à la pêche sont dus à une chute à la mer et 19 % des décès au travail sont dus à des accidents individuels. Être seul à bord présente des risques considérablement accrus.

La plupart des travaux réalisés depuis plusieurs années sur la sécurité et les conditions de travail à bord des navires de pêche, portaient sur les flottilles hauturières et de grande pêche (unités de 24 mètres et plus). On doit au laboratoire lorientais la première étude, en 1990, relative aux bateaux de taille inférieure à 12 mètres qui constituent la petite pêche et une partie de la pêche côtière⁽¹⁾. Le nombre de ces petits bateaux ou "canots" aux métiers très diversifiés (chalut, drague, filet, ligne, casiers...), menés bien souvent par un seul marin, s'est

accru du fait de la reconversion de navigants de la marine marchande. Ils représentent 73 % de la flottille de pêche française (5 124 bateaux sur un total de 7 000) et emploient 10 000 marins sur les 18 000 en activité.

Selon l'enquête de l'équipe du professeur Dorval, un marin sur neuf était victime d'un accident du travail à la petite pêche, et un navire sur six concerné ; les dragueurs de coquillages représentant les bateaux à plus haut risque puisqu'un marin sur cinq était victime d'un accident par an, 90 % des accidents ayant lieu sur le pont. Premières causes respectives d'accidents : les chutes et les engins de pêche.

S'appuyant sur les travaux des scientifiques lorientais, l'étude

européenne transnationale Force a approfondi, sur le terrain, l'étude des risques à la petite pêche, pour aboutir à la réalisation d'un module pédagogique destiné aux écoles maritimes et aquacoles.

Techniciens embarqués

L'initiative de ce projet revient à la cellule Europe du Conseil général du Finistère, relayée par le comité des pêches du Guilvinec. Les autres partenaires professionnels sont l'Irish South and West Fishermen's Organisation (Irlande), la Cornish Fish Producers Organisation et la South Western Fish Producers Organisation Ltd (Grande-Bretagne). Des organismes de formation et des spécialistes de l'ergonomie, de la sécurité

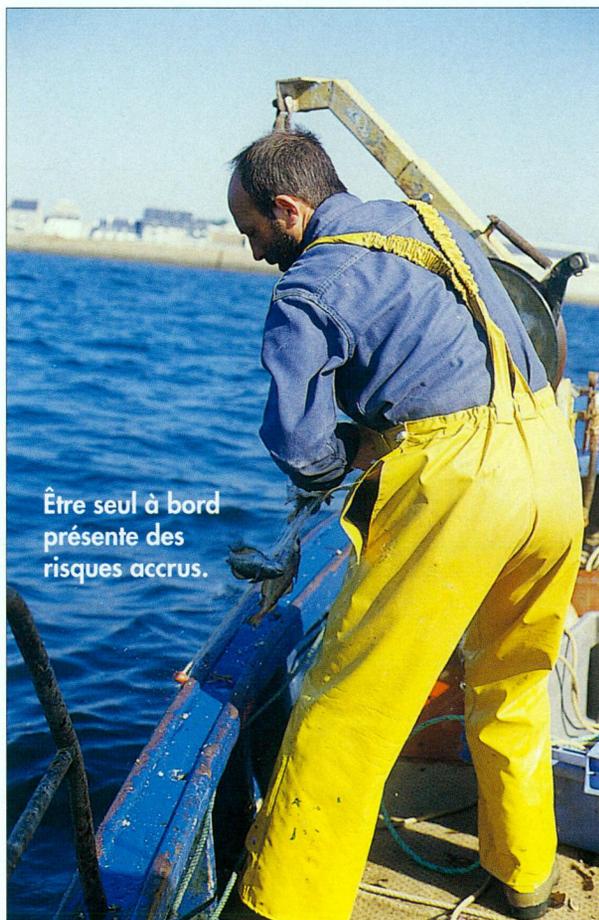


Photo F. Balthazar/Colin.

et des conditions de travail des trois pays concernés, se sont associés à l'étude. Après embarquement sur les bateaux, observations et validation de celles-ci auprès des professionnels, l'ensemble des résultats a été coordonné par l'Institut maritime de prévention de Lorient dirigé par Guy Hanno. L'étude analyse le risque d'accident, non seulement dans son contexte technique, mais aussi dans son environnement socio-économique. Le module se présente sous forme de "valise pédagogique" comprenant : livret du formateur, vidéo, diapositives, photos. Une plaquette destinée aux élèves résume le contenu des cours.

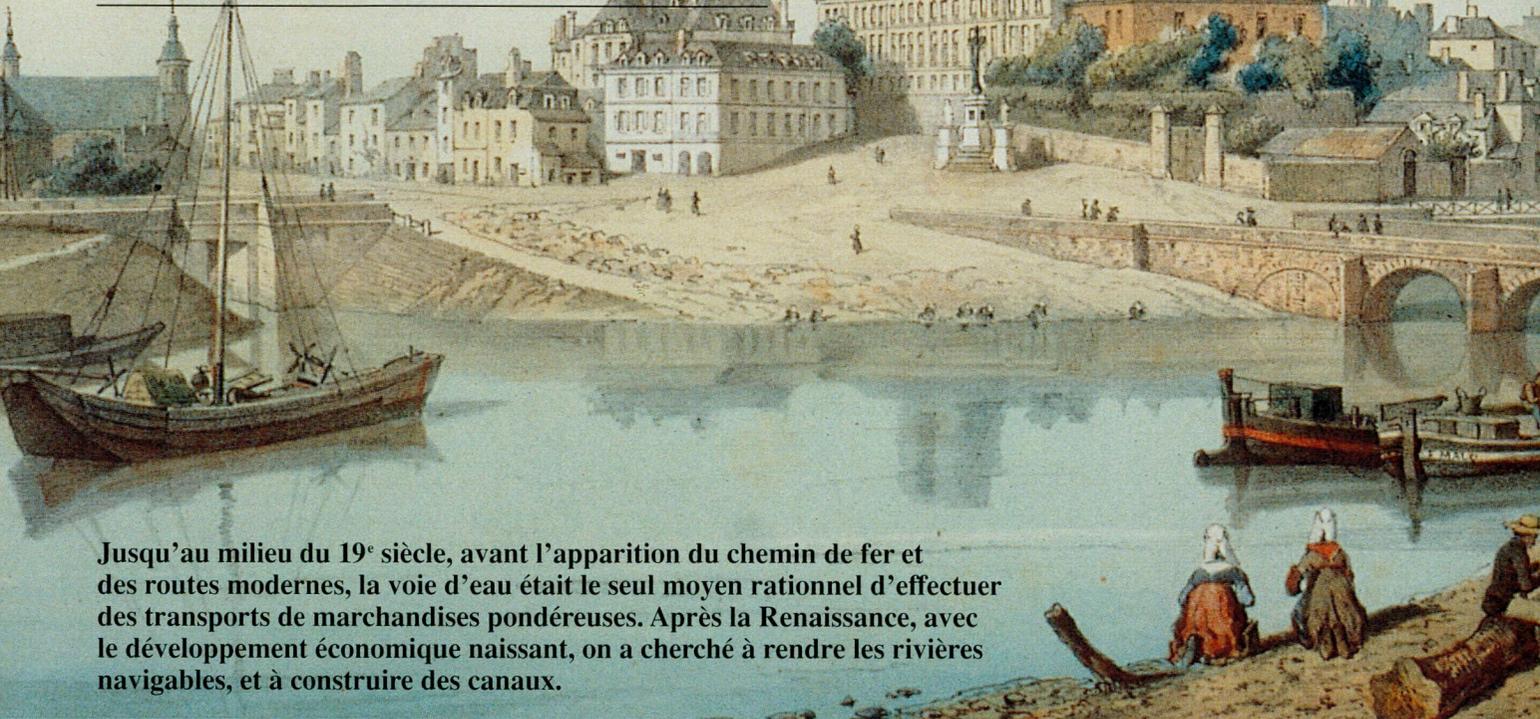
Les mesures de prévention s'organisent autour de deux grands axes : l'aménagement des espaces et la disposition des appareils ; la prévention des risques de chute à la mer. Elles ne sont pas forcément synonymes d'investissements importants. La prévention consiste avant tout à inculquer aux marins-pêcheurs, dès leur formation professionnelle initiale, un "esprit de sécurité".

L'intérêt du programme Force n'est pas à démontrer. Les chiffres de l'année 1994 parlent d'eux-mêmes : sur les bateaux de moins de 12 mètres du premier quartier maritime français, celui du Guilvinec, un marin sur 10 est victime chaque année d'un accident contre un salarié sur 23 dans le bâtiment, secteur considéré cependant comme particulièrement exposé. ■

F.B.-C.

⁽¹⁾ *Petite pêche* : activité pratiquée par des bateaux de dimension modeste qui s'absentent du port pour la journée. *Pêche côtière* : activité pratiquée par des bateaux qui s'absentent du port pour de courtes marées qui n'excèdent pas trois jours.

Les canaux bretons



Jusqu'au milieu du 19^e siècle, avant l'apparition du chemin de fer et des routes modernes, la voie d'eau était le seul moyen rationnel d'effectuer des transports de marchandises pondéreuses. Après la Renaissance, avec le développement économique naissant, on a cherché à rendre les rivières navigables, et à construire des canaux.

Sous l'Ancien Régime

En Bretagne, le cas de la Loire étant mis à part, seuls les estuaires permettaient, à la marée, de remonter à l'intérieur des terres. La première canalisation fut celle de la Vilaine au sud de Rennes, en direction de Redon et de la mer. Elle fut très utile pour amener des matériaux de reconstruction après le grand incendie de 1720. Mais les ouvrages réalisés étaient médiocres, et seuls pouvaient naviguer des bateaux de très faibles tonnages, avec en outre deux ruptures de charge à Messac et à Redon.

La misère dans les campagnes était grande au 18^e siècle. En 1783, les États de Bretagne furent autorisés par lettres patentes du roi à créer des ouvrages de navigation intérieure. L'objectif était de développer l'économie rurale en permettant les transports d'amendements des sols, de matériaux de construction, de marchandises, les exportations des surplus de production agricole et réciproquement les importations pour lutter contre les disettes, car les stockages

modernes étaient alors inconnus. L'effet était jugé bénéfique jusqu'à 25 km de part et d'autre des voies navigables.

Les études furent conduites par les ingénieurs de Chézy, Brémontier, Brie et Rochon, sur St-Malo - Rennes - Redon, Rennes - Laval, Nantes - Redon - Châteaulin. Les travaux furent réalisés sur Rennes - Redon avant 1790 (où tout fut arrêté), et les études étaient disponibles sur les autres liaisons. Entre Rennes et St-Malo, c'est le projet par l'Ille et le Linon qui fut finalement adopté, et non celui proposé par le Meu, le Garun, et la Rance à partir de St-Jouan.

L'ère napoléonienne

Le coup d'envoi des chantiers de canalisation fut donné en 1804. Aux motifs économiques relatés ci-dessus, s'ajoutait alors un objectif militaire : lutter contre le blocus continental de l'Angleterre, et assurer l'approvisionnement des arsenaux de Brest, Lorient et Indret.

Les premiers travaux furent lancés sur Nantes - Redon, section la

plus aisée à traiter, car le bief de partage de Bout-de-bois, entre l'Erdre et l'Isac, se situe à l'altitude de 20 m seulement, d'où pas plus de 18 écluses entre Nantes et Redon ; et possibilité d'alimenter ce bief par un réservoir important et une rigole de 22 km. Cette alimentation est indispensable pour compenser les pertes d'eau par éclusages, évaporations ou infiltrations.

En 1807 fut décidée la création d'une ville nouvelle à Pontivy, qui fut rebaptisée Napoléonville. Elle se situait à la jonction du Blavet et du canal à réaliser Blavet-Oust, et était destinée à devenir un pôle stratégique et économique en Bretagne intérieure. Auparavant avait été décidée la canalisation du Blavet entre cette ville et Lorient. Ce fut, dirait-on aujourd'hui, une bonne décision d'aménagement du territoire.

De Redon à Pontivy, il y a 112 km et 91 écluses. Le franchissement du plateau de Rohan par le bief de partage se situe à l'altitude de 126 m. Entre Redon et ce plateau, l'Oust est canalisé sur 90 km, avec 37 écluses.

Une mention spéciale doit être faite pour la Rigole d'Hilvern, destinée à alimenter ce bief : serpentant à flanc de coteau sur 65 km, avec une pente très faible. Elle prend l'eau au barrage qui fut construit à Bosméléac près d'Uzel, à l'altitude de 148 m. Ce fut un très gros travail, réalisé plus tard, en 1834.

La période des grands travaux 1820-1842

Sous l'Empire, les travaux ne furent réalisés que sur l'Oust, et ensuite interrompus de 1814 à 1820. A cette dernière date, l'ingénieur en chef des Ponts et Chaussées Becquey réussit à convaincre les autorités de l'intérêt d'achever les canaux bretons, entre Nantes et Brest, et de Rennes à St-Malo. Une loi intervint en 1822 pour définir le financement de cette œuvre considérable.

Les travaux furent alors entrepris sur une grande échelle, et terminés en 1832 pour Rennes - St-Malo (85 km, 49 écluses), et en 1842 pour Nantes - Brest. Le coût atteignit 45 millions de francs-or



Photo Musée de Bretagne.

◀ La Vilaine à Rennes : lithographie du 19^e siècle.



Photo Musée de Bretagne.

▲ La vie à bord d'une péniche sur la Vilaine, dans les années 1930. Ces clichés ont été fournis par le Musée de Bretagne à Rennes, qui a consacré une exposition importante à "L'aventure intérieure des canaux bretons", jusqu'en octobre dernier.

pour Nantes - Brest (360 km, 236 écluses).

De Pontivy à Châteaulin, il y a 149 km et, compte tenu du franchissement du seuil de Glomel entre le Blavet et l'Aulne, à 184 m d'altitude, on compte 127 écluses. Le bief de partage de Glomel, alimenté par le réservoir du barrage du Korong, comporte une "grande tranchée" de 23 m de hauteur sur 3 km, nécessitant 1 600 000 m³ de déblais.

Ce furent des travaux pharaoniques : le volume de la pyramide de Khéops peut se comparer à celui de la terre et de la roche à extraire et transporter pour la seule grande tranchée et ses abords, ou à celui des pierres de taille nécessitées par les 236 écluses du canal.

Pour les réaliser, on fit appel pour partie à des prisonniers. C'est ainsi qu'à Glomel, on ouvrit en 1823 un camp pour déserteurs condamnés aux travaux forcés, véritable bagne de 600 hommes environ, lequel ferma en 1834, à l'achèvement de la grande tranchée. Les conditions de vie y étaient épouvantables. Une révolte y eut lieu en 1830.

Mais beaucoup de chantiers furent réalisés par des entreprises, qui n'eurent guère de mal à recruter toute la main d'œuvre nécessaire. La misère était telle dans les campagnes que beaucoup acceptaient ces travaux très durs, payés à la tâche, pour gagner de quoi survivre avec du pain (la pomme de terre n'était pas encore cultivée dans la région), des sabots, et quelques vêtements.

Les outils étaient des pelles, pioches et brouettes. Les terrassements étaient exécutés souvent dans l'eau, ou dans la boue. Pour les étanchements : argile, paille et de rares planches. Pour le rocher, on utilisait la barre à mine et la poudre noire, sans mèche lente. Pas de lunettes pour les tailleurs de pierre. L'éclairage provenait de bougies ou de lampes à graisse. Les plans des ingénieurs étaient en exemplaire unique (pas de reproductions).

Les canaux bretons depuis 1842

La période favorable, pour les péniches de moins de 100 t pouvant emprunter ces canaux et

tirées par des chevaux sur les halages, fut brève. Le trafic commença à décliner à partir de 1870. La concurrence du chemin de fer en fut la cause, d'autant plus que celui-ci, fin du 19^e et début du 20^e siècle, avait un réseau déjà très maillé avec les lignes à voie métrique, et beaucoup d'entreprises embranchées. En outre, les crédits d'entretien des canaux, pour le dévasage et surtout le remplacement des portes d'écluse, firent défaut.

En 1929 fut achevé le barrage de Guerlédan sur le Blavet, l'État y ayant donné une concession pour une usine hydroélectrique. 18 écluses étaient noyées. La concession imposait la construction d'un ascenseur à bateaux, mais il ne fut jamais réalisé. La liaison Pontivy - Châteaulin était coupée, et le trafic disparut.

Sur la Vilaine et le canal d'Ille-et-Rance, le trafic s'effectua par halage jusqu'en 1914. Par la suite apparurent des automoteurs. Dans les années 1950, il y avait encore un certain trafic de sable de Loire, de pâte à papier et d'hydrocarbures. Mais la concurrence des

transports routiers porte à porte devint irrésistible, vis-à-vis non seulement de la voie d'eau, mais même du chemin de fer. Les canaux sont handicapés par le tonnage limité des péniches (taille des écluses), la lenteur, les ruptures de charge.

Actuellement, les canaux bretons, maintenant entretenus par les collectivités locales, départements et région, représentent un patrimoine sur le plan du paysage créé, avec ses plans d'eau, ses plantations, ses chemins pour piétons et vélos. Les loisirs (pêche, promenade) et le tourisme fluvial (house-boats) s'y développent. Il faut sauver les maisons éclusières, les halages et assurer l'entretien minimal : bajoyers et portes d'écluses, barrages, protection des berges, dévasements.

Les deux siècles écoulés ont ainsi vu la grande aventure des canaux bretons. ■

Christian Delaunay

Du côté des entreprises



Photo EDF-GDF

▲ **Joël Renault, P-DG de la société Delta Dore, et Jean Brusa, directeur délégué EDF-GDF services Ille et Vilaine, lors de la signature du premier contrat Émeraude, le 3 octobre dernier à Bonnemain.**

■ Contrat Émeraude ▲

Rennes : la direction départementale Ille et Vilaine d'EDF a signé le 3 octobre dernier avec la société Delta Dore, le premier contrat Émeraude, l'un des sept nouveaux services mis en place pour assurer la qualité des prestations envers les PME-PMI. Le contrat Émeraude apporte la garantie par EDF d'une qualité de fourniture électrique déterminée, en prenant en compte les conditions de fonctionnement des équipements électriques de l'entreprise, en collaboration avec les fournisseurs de matériels électroniques et informatiques.

Pour Delta Dore, la qualité est indispensable, à tous les niveaux. Située à Bonnemain (35), cette entreprise de haute technologie est spécialisée dans l'étude, la conception et la fabrication de produits électroniques destinés à la gestion de l'énergie et des automatismes, et aux produits de publiphonie.

► Rens. : Fabienne Bry-Clary, tél. 99 03 55 50.

■ Un nouveau directeur à la technopole Quimper Cornouaille ▶

Quimper : Alain Schlessler, ancien directeur du GIP Bretagne Biotechnologie, a été nommé directeur de la technopole Quimper Cornouaille (ex-PIQA). Créée en 1987, la technopole compte aujourd'hui une centaine d'entreprises adhérentes. Lors de l'assemblée générale du 24 novembre, les nouvelles orientations ont été annoncées : "Tout d'abord, élargir notre rayon d'action sur toute la Cornouaille. Avec 350 000 habitants et 850 entreprises générant plus de 5 milliards de francs de chiffre d'affaires, la Cornouaille est une des régions les plus dynamiques de Bretagne."

D'un point de vue stratégique, trois grands axes de développement ont été adoptés, centrés sur l'industrie agroalimentaire, sur l'emballage et sur les technologies de l'information et de la communication. "Grâce à la mise en place d'une plate-forme expérimentale à Creac'h Gwen, dans le cadre du programme ITR (Informatique-télécommunications-réseaux) créé par la Région Bretagne, nous développons dès aujourd'hui un Cyberpôle, centré sur Quimper. Notre spécificité est de nous intéresser davantage au contenu, c'est-à-dire à l'information qui sera véhiculée sur ces réseaux de télécommunications à haut débit". Les premiers bénéficiaires du Cyberpôle seront les organismes de formation du Sud Finistère.

► Rens. : Alain Schlessler, tél. 98 82 87 87.



▲ **Récemment nommé à la direction de la technopole Quimper Cornouaille, située à Creac'h Gwen, Alain Schlessler a de grands projets pour les entreprises du Sud Finistère.**

■ Un CD-Rom sur Anticipa

Hénon (22) : les 70 structures, entreprises et centres de recherche, présents sur la technopole Anticipa, seront bientôt consultables sur bornes interactives et sur CD-Rom. Ces produits sont réalisés par la société REC (Recherche-éducation-communication) Multimédia, une jeune entreprise de 3 salariés spécialisée dans l'informatique de communication et de formation.



► Rens. : Vincent Noirbusson, tél. 96 44 37 79.

Du côté des laboratoires

■ Les Français et les sciences

Les scientifiques ont plus la cote que les politiques et les religieux ! C'est ce que montre un récent sondage réalisé par la SOFRES pour le compte d'Eurêka, le nouveau magazine scientifique du groupe Bayard Presse. Selon ce sondage, deux Français sur trois s'intéressent aux sciences. Pour résoudre les problèmes du monde, leur confiance est accordée prioritairement aux scientifiques (38%), suivis par les hommes politiques (28%) et les personnalités religieuses (23%).

► Rens. : Eurêka, tél. 16 (1) 44 35 60 60.

ALLUMEZ VOS MENINGES

Participez au Concours Européen pour Jeunes Scientifiques et essayez-vous aux meilleurs d'entre eux.

SCIENCE & VIE et SCIENCE & VIE JUNIOR

Participez au Concours Européen pour Jeunes Scientifiques et essayez-vous aux meilleurs d'entre eux.

SCIENCE & VIE JUNIOR

RESERVEZ AUX 15-21 ANS !

▲ ■ Concours européen pour jeunes scientifiques

Le groupe Excelsior, éditeur des magazines de vulgarisation scientifique "Science et vie" et "Science et vie junior", organise "Allumez vos méninges", un concours à destination des jeunes de 15 à 21 ans, placé sous le patronage des ministères de l'Éducation nationale et de la Recherche. Les candidats doivent présenter une recherche scientifique, théorique ou appliquée, avant le 30 mars 1996. Les prix seront remis à Helsinki (Finlande) en septembre 96.

► Rens. : Victoria Popovac, tél. 16 (1) 46 34 35 35.



■ 1995 : premier siècle du cinéma

En 1895, les frères Louis et Auguste Lumière trouvaient le meilleur moyen d'enregistrer des images et de les projeter sur un écran. Le cinématographe a depuis conquis les écrans du monde, pour une meilleure diffusion de la culture, mais aussi des sciences ! Sept ans après l'invention du cinéma naît Jean Painlevé, auquel est consacrée une exposition disponible au CCSTI. Depuis la Station biologique de Roscoff, dans le Finistère, ce cinéaste biologiste a filmé les mollusques, les crustacés, les oursins et autres animaux marins jusque-là ignorés.

◀ **Science, on tourne ! Pour le centenaire du cinéma, le journal du CNRS a édité un numéro spécial consacré au cinéma scientifique.**

Du côté de l'Ouest



▲ Le Recteur de l'académie de Rennes, Pierre Lostis (à gauche), aux côtés de Monsieur et Madame Dabard, le 6 octobre à l'INSA de Rennes.

■ Hommage à René Dabard ▲

Rennes : le 6 octobre dernier, l'Institut national des sciences appliquées (INSA) rendait hommage à René Dabard, son directeur depuis 1991. Chimiste de formation, René Dabard a largement contribué à la diversification des formations de l'INSA, en ouvrant deux nouvelles filières : "Génie mécanique et productique" (parrainée par Citroën), et "Électronique et systèmes de communications". Il a amélioré la vie étudiante par la construction d'une nouvelle résidence et la rénovation de l'ancienne. René Dabard a également développé l'activité de recherche, grâce au soutien des collectivités (District, Région).

■ Désiré Amoros à l'INSA

Rennes : nous avons évoqué précédemment, le départ en retraite de René Dabard, directeur de l'Institut national des sciences appliquées de Rennes. Son successeur, Désiré Amoros, est pour les Bretons un personnage bien connu. Il a en effet été Délégué régional à la recherche et à la technologie (DRRT), de 1984 à 1989, et assurait en même temps le rôle de chargé de mission auprès du Préfet de région. "Cette époque a vu se développer de nombreuses initiatives en matière de promotion de

la recherche et du développement technologique : mise en place du réseau des conseillers technologiques, des centres de transfert et d'innovation (les CRITT), éveil de la culture scientifique...", se souvient Désiré Amoros.

L'INSA est également un terrain connu pour Désiré Amoros, qui y a enseigné pendant 10 ans, et y a assumé plusieurs charges, dont la direction des relations industrielles et la responsabilité du service de formation continue. En 1989, à la suite de son mandat de DRRT, il a été nommé à Toulouse, à la direction de l'École nationale supérieure d'électrotechnique, d'électronique, d'informatique et d'hydraulique (ENSEEIH), avant de revenir à Rennes en septembre dernier, pour prendre la direction de l'INSA.

► Rens. : Marie-France Kerlan, tél. 99 28 65 93.



▲ Désiré Amoros a été enseignant à l'INSA de 1974 à 1984. Il en est aujourd'hui le directeur.

■ Retour à l'herbe

Brennilis (29) : vingt-cinq experts nucléaires de l'OCDE (Organisation de coopération et de développement économiques) ont, quatre jours durant, expertisé le démantèlement de la centrale nucléaire de Brennilis dans les monts d'Arrée. Séduits par le démantèlement à la bretonne, en fait d'une qualité équivalente à celle des partenaires occidentaux, les experts internationaux ont rendu leur copie. Le Belge Lucien Teuckens, président de ce groupe de travail émanant de la Nuclear energy Agency (créé dans le cadre de l'OCDE), est positif : "Le niveau technique et scientifique des opérations est très élevé." Pour le prochain stade de démantèlement, on envisage maintenant d'aller encore plus loin, et de passer à ce que les experts nomment un démantèlement de niveau 3. C'est ce que l'on appelle sur le site de la centrale, "le retour à l'herbe".

► Rens. : Michel Noraz, tél. 98 99 69 00.

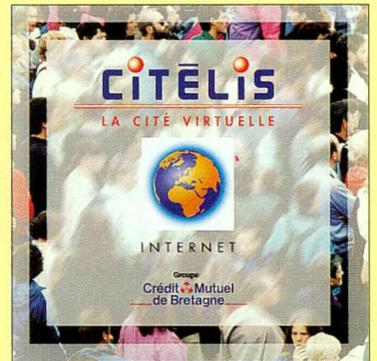
■ Moyens informatiques : la "coop" du Ponant...

Brest : réunir les moyens informatiques destinés aux élèves d'écoles du Ponant comme l'ENSIETA (École nationale supérieure des industries et techniques d'armement), l'UBO (Université de Bretagne occidentale), l'ENIB (École nationale d'ingénieurs de Brest) ou d'autres, c'est l'objectif de Michel Moan, directeur de l'IUP Génie mécanique de Brest, qui a lancé un projet d'Atelier inter-établissement de production (AIP) dans le cadre du plan État-Région. Il s'agit en fait de la création d'un véritable parc informatique commun, qui permettra aux partenaires de faire entre autres, des économies, tout en assurant un renouvellement plus facile du matériel. À terme, on pourra même envisager d'ouvrir ledit parc aux entreprises. Cependant, si les 6 millions de francs nécessaires à l'équipement de base sont d'ores et déjà réunis, cette coopérative nouvelle manière ne devrait pas voir le jour avant deux ans.

■ Internet via votre banque

Rennes : le Crédit mutuel de Bretagne (CMB) est la première banque française à offrir à ses clients un accès au réseau international Internet. Baptisé Citélis, ce service comporte, en plus de l'accès au monde Internet, une galerie marchande virtuelle, où l'on peut réserver un voyage, lire un journal, acheter du vin, directement à partir de son compte bancaire. Cette initiative permet d'étendre à une large population la connaissance du réseau Internet, dont l'accès était jusqu'alors réservé aux chercheurs et à quelques entreprises. Le coût est particulièrement attractif, puisque toute personne équipée d'un micro-ordinateur et d'un modem devient citoyen de Citélis pour seulement 15 F par mois plus le prix de la communication (70 centimes la minute de connexion).

► Rens. : Citélis, tél. 99 85 78 78.

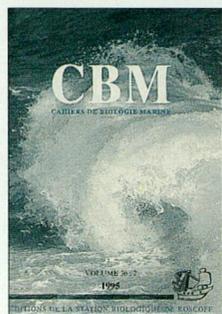


■ Le radôme sert aux rencontres

L'Agence de développement industriel du Trégor (ADIT) et le Musée des télécommunications de Pleumeur-Bodou ont mis en place les "Rencontres du radôme". Avec un rendez-vous tous les deux mois, les organisateurs incitent tous ceux que la région compte de décideurs, ingénieurs, techniciens ou enseignants à venir écouter les plus grands chercheurs bretons. Ceux-ci défricheront pour ce public tous les thèmes d'avenir.

► Rens. : ADIT, tél. 96 46 42 28 ou Musée des télécommunications, tél. 96 46 63 63.

À lire



■ **“Les cahiers de biologie marine”**, édités par la Station biologique de Roscoff. Fondée par le professeur Georges Teissier en 1960, cette revue internationale trimestrielle, abondamment illustrée, publie en anglais et en français, les résultats de travaux réalisés aussi bien à Roscoff qu’à Santa Cruz en Californie ou dans la mer du Japon. L’abonnement est de 950 F par an.
 ► Rens. : Nicole Guyard, tél. 98 29 23 04.

Expositions

■ Jusqu’au 30 décembre/
Tous parents... tous différents

Rennes : la connaissance sur nos origines a beaucoup progressé cette dernière décennie grâce à la biologie moléculaire et à la génétique... Mais certaines avancées mettent en cause nos principes moraux et éthiques. Où en sont les grands travaux scientifiques ? Quelles sont leurs implications sur notre société ? Comment quelques milliards d’êtres humains sont-ils parents et pourtant tous différents ? Pour se distraire, une maquette électronique, la “Loterie de l’hérédité”, permet au public de “fabriquer” la physionomie d’un enfant en fonction de ses parents.

► Rens. : Espace des Sciences, tél. 99 35 28 28.

■ À partir du 8 janvier/
Aux origines de l’univers

PROCHAINEMENT

Rennes : notre histoire est intimement liée à celle de l’univers. Elle a commencé par une gigantesque explosion, le Big-Bang, il y a 15 milliards d’années. Les atomes d’hydrogène qui entrent dans la composition des molécules organiques de notre corps sont nés quelques minutes seulement après le Big-Bang... Cette exposition est un véritable voyage à remonter le temps, en compagnie d’Hubert Reeves.

Espace des Sciences : ouvert du lundi au vendredi de 12 h 30 à 18 h 30, le samedi de 10 h à 18 h 30. Entrée : 10 F, tarif réduit : 5 F, gratuit pour les moins de 12 ans. Groupes le matin sur réservation uniquement.



Formation

■ Technologie spécialisée

Brest, Quimper : créé et expérimenté en 1994 dans quatre IUT de la région lyonnaise, le Diplôme national de technologie spécialisée (DNTS) arrive à Brest et Quimper. Le thème retenu pour le DNTS finistérien est “Maîtrise de l’environnement industriel”, le seul de ce type en France pour l’instant. Il s’agit d’apprendre à maîtriser les problèmes de pollution dus à l’activité des entreprises, une démarche qui correspond bien aux tendances de l’époque.

Dispensé à la fois dans des établissements de Brest et Quimper, ce diplôme a comme principale originalité de comporter, en plus d’un enseignement classique, des stages suivis intégralement en entreprise.

► Rens. : IUT Brest, tél. 98 01 60 50.

FORMATION CONTINUE UNIVERSITE DE RENNES1



FORMATIONS EN INFORMATIQUE



L’Institut de Formation Supérieure en Informatique et Communication (IFSIC) et L’Institut de Recherche en Informatique et Systèmes Aléatoires (IRISA) proposent

FORMATIONS COURTES

- Systèmes (UNIX, SYSTEMES DISTRIBUES, WINDOWS...)
- Programmation (LANGAGE C, OBJETS-C++, PROLOG, LANGAGES SYNCHRONES...)
- Bases de données (ORACLE, BD RELATIONNELLES...)
- Réseaux (RESEAUX DE MICROS, ADMINISTRATION ...)
- Internet, Multimédia, Images numériques, Maintenance d’un parc PC, Méthode MERISE etc...

Stages accessibles en Formation Continue aux salariés et demandeurs d’emploi
 Possibilité de réalisation sur mesure en intra-entreprise

FORMATIONS DIPLOMANTES

- DESS Informatique Double Compétence (IDC)
- DESS Informatique et Ses Applications (ISA)
- MAITRISE Méthodes Informatiques Appliquées à la Gestion (MIAGE)

Formations accessibles à des informaticiens ou non-informaticiens par Validation d’Acquis



INFORMATIONS

Service d’Education Permanente
 4, rue Kléber 35000 RENNES
 Tél. 99 84 39 50 Fax 99 63 30 33
 Email: Henri.Cuvellier@univ-rennes1.fr

3615

INFOREN1
 Choix Formation continue
 1,01 F / mn

Colloques

■ 1^{er}-2 décembre/ Les médias à l'Est

Rennes : le département "Sciences de l'information et de la communication" de l'université de Rennes 2 organise un colloque sur les médias dans les pays de l'Est. Quatre thèmes sont traités : l'information de guerre en Europe, les médias des minorités, médias et identités de frontière, images et identités.

► Rens. : *Alain Calmes*,
tél. 99 14 15 85.

■ 7 décembre/ Soins ambulatoires

Rennes : l'Observatoire régional de santé de Bretagne (ORSB) organise une rencontre des professionnels de santé libéraux de la région Bretagne, à l'École nationale de la santé publique (ENSP). Plusieurs débats sont au programme, notamment sur les informations nécessaires à une meilleure connaissance de l'état sanitaire d'une population, sur les modes actuels de coordination des professionnels de santé libéraux, sur le rôle technique de l'ORSB et sur les perspectives d'avenir.

► Rens. : *Odile Picquet*,
tél. 99 33 98 94.

■ 18-19 décembre/ Géosciences marines

Brest : plus de 200 personnes sont attendues au Quartz, pour confronter leurs derniers résultats sur la croûte océanique, lors de ce colloque organisé principalement par l'URA CNRS GEDO "Genèse et évolution des domaines océaniques", un laboratoire de l'université de Bretagne occidentale, et par la Société géologique de France (SGF).

► Rens. : *Pascal Gente*,
tél. 98 01 61 79.

Conférences



Biologie-santé- culture

Les rencontres Biologie-santé-culture 1995 sont organisées par le CCSTI, la Ville de Rennes et le centre culturel Triangle. Elles présentent le bilan de 50 années de recherche sur le cancer. Au Triangle, à 20 h 30, entrée libre.

► Rens. : *CCSTI*,
tél. 99 35 28 20.

■ 5 décembre/ Environnement et cancer

Rennes : spécialiste de gastro-entérologie à l'hôpital Avicenne de Bobigny, Robert Benamouzig expose l'implication des facteurs exogènes (environnementaux, alimentaires...) dans la survenue d'un cancer de l'œsophage. Il évoque, en particulier, l'effet de l'alcool et du tabac.

Les mercredis de la mer



Ces conférences sont organisées par le CCSTI et le centre IFREMER de Brest, en collaboration avec la fondation Natures & découvertes. À la Maison du Champ de Mars, à 20 h 30, entrée libre.

► Rens. : *CCSTI*, tél. 99 35 28 20.

■ 13 décembre/ Technologie - 6000 m

Rennes : c'est au tour de Patrick Nérissou, chef du service des relations publiques du Centre IFREMER de Brest et co-organisateur de ces conférences "Les mercredis de la mer", de venir nous parler des engins sous-marins, habités ou non, qui descendent sans frémir jusqu'à 6000 mètres de profondeur. Embarquement immédiat à bord du *Nautile*...

■ 10 janvier/ Les pesticides en milieu marin

Rennes : les pesticides regroupent herbicides, insecticides et fongicides. Destinés à améliorer la qualité et le rendement des cultures, et à protéger les bâtiments et les axes de circulation, ils sont hélas rejetés en grande quantité dans la plupart des rivières et dans la mer, où ils nuisent à la croissance des algues et provoquent divers dégâts encore mal connus. Gaël Durand, chargé de mission à la Communauté urbaine de Brest, prend l'exemple de la rade de Brest.

Conférences à Océanopolis



À 20 h 30, à l'auditorium d'Océanopolis, port du Moulin-Blanc, entrée libre.

► Rens. : *Chantal Guillem*,
tél. 98 00 96 00.

■ 6 décembre/ La météo, élément de sécurité en mer

Brest : le domaine maritime est divisé en plusieurs parties, chacune d'entre elles bénéficiant de bulletins météorologiques qui sont diffusés par des moyens radio appropriés, mais aussi par radio VHF, fax, répondeurs téléphoniques, Minitel, médias. "Tout ce dispositif n'a qu'un but : assurer la sécurité en mer", explique Claude Fons, directeur départemental de Météo France.

■ 10 janvier 1996/ Les marées

Brest : les populations littorales vivent depuis des temps immémoriaux au rythme des marées. Deux fois par jour, la mer monte et descend, couvrant et découvrant de plus ou moins vastes étendues. Dans ces rythmes, on retrouve les rythmes astronomiques de ce formidable ballet de la Terre, de la Lune et du Soleil.

RESEAU

REVUE DE LA RECHERCHE ET DE L'INNOVATION EN BRETAGNE

■ Président du CCSTI : Paul Tréhen.
Directeur de la publication : Michel Cabaret. ■ Rédacteur en chef : Hélène Tottévin. ■ Collaboration : Françoise Boiteux-Colin, Marc-Élie Pau. ■ Comité de lecture : Louis Rault, Christian Willaume, Gilbert Blanchard, Monique Thorel. ■ Abonnements/Promotion : Béatrice Texier, Danièle Zum-Folo, Alain Diard. ■ Publicité : Evénement Média, BP 33 - 35511 Cesson-Sévigné Cedex, tél. 99 83 77 00.

RESEAU est publié grâce au soutien de la Région Bretagne, du secrétariat d'Etat à la Recherche, des départements du Finistère et d'Ille et Vilaine, de la Ville de Rennes et de la Direction régionale des Affaires culturelles. Édition : CCSTI. Réalisation : Pierrick Bertot Création Graphique, Cesson-Sévigné.

QUI A DIT ?

Réponse de la page 6

Le chanteur Renaud Séchan.

Pour recevoir RESEAU, ABONNEZ-VOUS !

Abonnement pour 1 an (11 numéros)

- Tarif : 200 F
 Abonnement de soutien : 300 F
 Abonnement étudiants : 100 F

Nom _____
Prénom _____
Organisme/Société _____
Adresse _____
Ville _____
Code postal _____
Tél. _____
Facture OUI NON
Bulletin d'abonnement et chèque à retourner à :
CCSTI, 6, place des Colombes, 35000 RENNES.
Tél. 99 35 28 20.

Faites découvrir RESEAU à vos amis

Donnez-nous les coordonnées de votre ami, il recevra gracieusement le prochain numéro de Réseau

Nom _____
Prénom _____
Organisme/Société _____
Adresse _____
Ville _____
Code postal _____
Tél. _____
R. 117

GÉOSCIENCES MARINES
18 et 19 décembre 1995
Centre de Congrès du Quartz
2-4 Avenue Chénier, Brest

Genèse et évolution de la lithosphère océanique

7 thèmes scientifiques :

- 1 - Chronologie des domaines océaniques
- 2 - Sédiments et marges passives
- 3 - Processus de formation de la lithosphère
- 4 - Processus hydrothermaux
- 5 - Processus litho-sédimentaires
- 6 - Lithosphère transformée et subductée
- 7 - Carte géologique synthétique

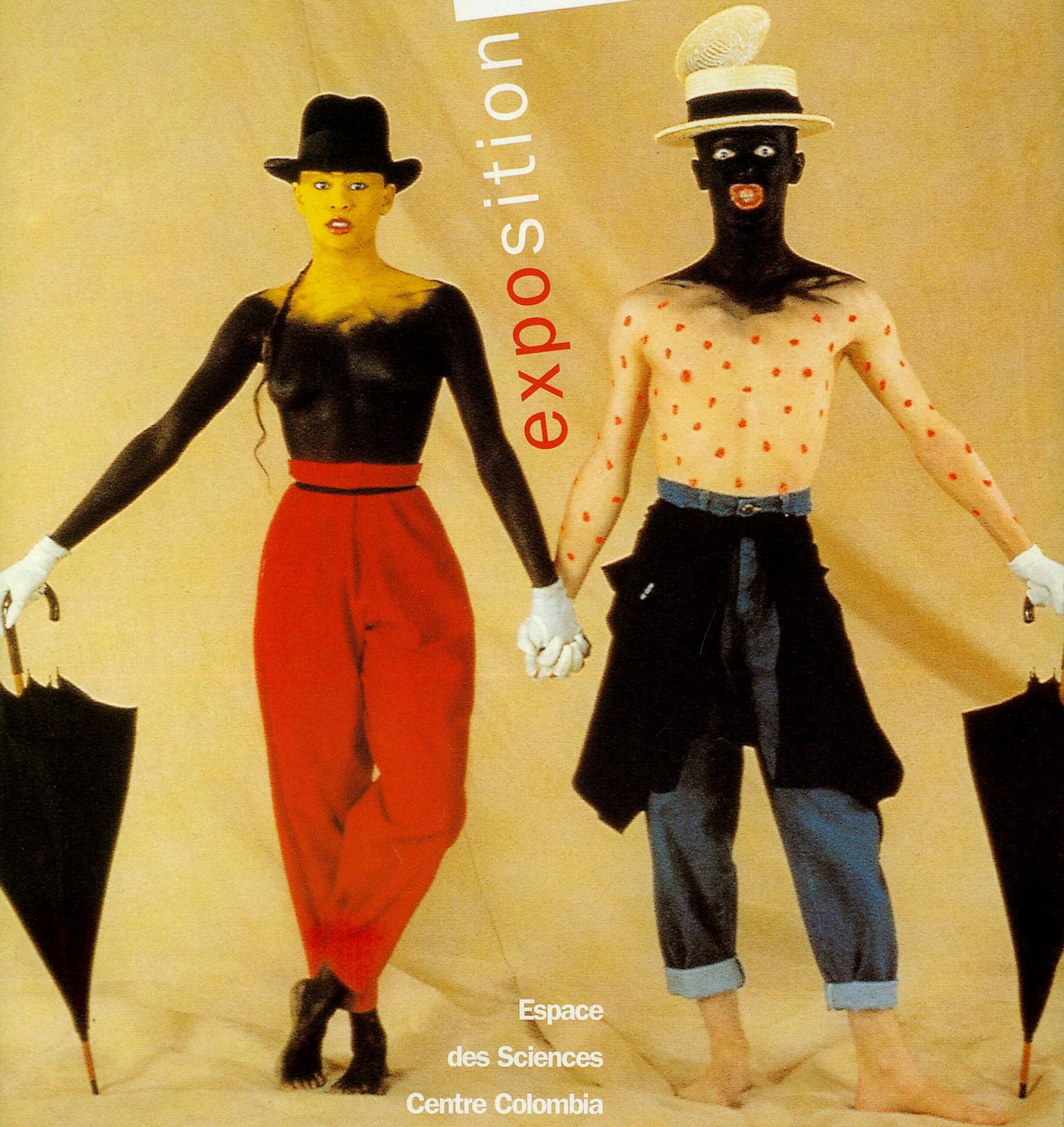
Plus de 200 personnes attendues au Quartz, pour confronter leurs derniers résultats sur la croûte océanique, lors de ce colloque organisé principalement par l'URA CNRS GEDO "Genèse et évolution des domaines océaniques", un laboratoire de l'université de Bretagne occidentale, et par la Société géologique de France (SGF).

► Rens. : *Pascal Gente*,
tél. 98 01 61 79.

tous parents...

tous différents

exposition



Espace
des Sciences
Centre Colombia
1er étage
Rennes

du 28 août
au 30 décembre
1995

