



## Programme de suivi des conséquences écologiques et écotoxicologiques de la marée noire "Erika"

Nantes, 06/07/01

### Compte -rendu de la réunion « ERIKA - IFREMER » du 29/03/01

**INERIS**

INSTITUT NATIONAL DE L'ENVIRONNEMENT  
INDUSTRIEL ET DES RISQUES

**ifremer**

**Secrétariat scientifique : Morgan LE MOIGNE, IFREMER rue de l'île d'Yeu 44311 NANTES**

Tel : 02 40 37 42 18 – Télécopie : 02 40 37 40 75 - Email : [morgan.le.moigne@ifremer.fr](mailto:morgan.le.moigne@ifremer.fr)

Cette réunion avait pour objet de réunir les chercheurs de l'IFREMER ayant un projet dans le programme de « suivi des conséquences écologiques et écotoxicologiques dues au naufrage de l'ERIKA », mis en place par le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'environnement. Elle a été l'occasion de faire le point sur les sites toujours en cours de prélèvements et sur des études qui ont été réalisées suite à la marée noire, indépendamment du programme de « suivi ».

### **Liste des participants**

Hélène OGER-JEANNERET, DEL/Laboratoire côtier  
Hubert GROSSEL, DEL/Laboratoire côtier  
Yoann LE MERRER, DEL/Laboratoire côtier  
Gilles RATISKOL, DEL/Laboratoire côtier  
Mireille FORTUNE, DEL/Laboratoire côtier  
Dominique BAUD, DEL/Laboratoire côtier  
Anne THEBAUD, DRV/RA  
Yves DESAUNAY, DRV/RH  
Camille GILLIERS, DRV/RH (stagiaire)  
Olivier LE PAPE, DRV/RH  
Daniel GUERULT, DRV/RH  
Catherine MUNSCHY, DEL/PC  
Jacek TRONCZYNSKI, DEL/PC  
Jean-François CHIFFOLEAU, DEL/PC  
Anne GROUHEL, DEL/PC  
Gilles BOCQUENE, DEL/PC  
Marie Annick LE GALL, communication

Secrétariat scientifique du programme : Daniel COSSA, Morgan LE MOIGNE

### **I - Présentation du programme de « suivi des conséquences écologiques et écotoxicologiques dues à la marée noire de l'ERIKA » (Morgan Le Moigne, animatrice scientifique du programme)**

Suite au CIADT du 28 Février 2000, le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement a été chargé de mettre en place un programme de suivi des conséquences écologiques et écotoxicologiques dues au naufrage de l'ERIKA. Il a été confié à l'IFREMER et l'INERIS la co-animation de ce programme. Une convention tripartite a été signée entre le MATE, l'IFREMER et l'INERIS.

Le programme est constitué de 4 instances :

- un Comité de Pilotage national
- un Conseil Scientifique
- un Secrétariat Permanent
- un Secrétariat Scientifique

**( Compositions et fonctions annexe 1)**

Chaque projet présenté au programme de « suivi » suit un schéma de cheminement qui comporte 4 étapes :

- 1) examen par le secrétariat scientifique qui évalue son éligibilité par rapport au cahier des charges
- 2) mise à expertise
- 3) examen par le secrétariat permanent qui juge de la pertinence et de la complémentarité par rapport aux projets déjà retenus et aux besoins
- 4) notification de financement par le ministère

**(Voir schéma et note explicative annexe 2)**

Actuellement 14 projets font partis du programme (**annexe 3**).

Un appel à projet permanent 2001 a été mis en ligne depuis le 21 février 2001. Il est consultable à l'adresse suivante :

<http://www.ifremer.fr/envlit/surveillance/erikalisteprojets.htm>.

## **II - Présentation des projets IFREMER faisant partis du programme de « suivi »**

### **1) SEDERIKA « Contamination des sédiments par les HAP avant et après le naufrage de l'ERIKA » - Jacek TRONCZYNSKI (DEL/PC) -**

Cette étude vise à évaluer l'impact du naufrage de l'ERIKA sur la contamination des sédiments et de l'eau par les HAP. Elle est basée sur une comparaison entre les résultats des campagnes de prélèvements en mer déjà réalisées antérieures à l'accident (incluant des sites tels que les marais de Guérande) et ceux des campagnes entreprises cette année dans le cadre du présent projet. Les résultats permettront une évaluation objective de l'influence du naufrage de l'ERIKA sur la qualité générale du sédiment à moyenne échelle dans la zone impactée et la contamination de la colonne d'eau et des sédiments dans les zones sélectionnées. Les données recueillies permettent de rechercher des liens entre les concentrations en contaminant dans les organismes marins (principalement espèces « sentinelles ») et les niveaux de la contamination de leur habitat c'est à dire des compartiments abiotiques des écosystèmes côtiers. Ces résultats devraient aider à la compréhension des conséquences toxicologiques et écologiques de la contamination chimique de l'environnement marin suite à la marée noire (**annexe 4**).

### **2) MOLERIKA « Etude de la contamination chimique des mollusques par les HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques), le nickel et le vanadium suite au naufrage de l'ERIKA » - Catherine MUNSCHY et Jean-François CHIFFOLEAU (DEL/PC) -**

Ce projet propose de suivre l'évolution de la contamination chimique par les HAP (hydrocarbures aromatiques polycycliques), le nickel et le vanadium résultant de la marée noire de l'Erika par l'utilisation d'indicateurs biologiques quantitatifs intertidaux. L'échantillonnage d'Audierne au Sud de la Vendée décrira l'étendue géographique de l'impact, le pas de temps de 1 mois choisi depuis le début de l'année 2000 renseignant sur l'évolution temporelle de la contamination et/ou de la

décontamination des organismes suivant leur localisation depuis le naufrage. Les données du RNO sur les concentrations en HAP dans les mollusques (16 composés individuels analysés une fois par an depuis 1994), en nickel et vanadium, et les prélèvements dits du « point zéro » effectués avant l'échouage des nappes du fioul serviront de références pour établir les tendances temporelles des mêmes contaminant aux mêmes points. Une recherche des empreintes spécifiques de la contamination par les produits de l'Erika (en particulier les HAP alkylés et soufrés) sera réalisée en CPG/SM (chromatographie en phase gazeuse/spectrométrie de masse). Enfin, une étude rétrospective sur les échantillons du RNO situés dans la zone et conservés dans la banque d'organismes de l'IFREMER aidera à appréhender les artefacts dus aux variations saisonnières des teneurs en métaux dans les organismes étudiés (**annexes 5 et 6**)

### **3) MONERIKA « Suivi des effets biologiques du pétrole de l'ERIKA sur la moule » - Gilles BOCQUENE (DEL/PC) -**

Le suivi des effets du pétrole de l'ERIKA sur les organismes exposés consiste en un suivi spatio-temporel des effets biologiques sublétaux (spécifiques ou non) sur la moule (*Mytilus edulis*) des effets des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAPs) à travers l'utilisation d'une série de biomarqueurs développés au laboratoire DEL/PC de NANTES, au LPTC de l'Université BORDEAUX II et au laboratoire Ecotoxicologie de l'Université du HAVRE.

Les biomarqueurs d'effets biologiques des HAPs proposés ici (validés ou en cours de validation) sont aussi des méthodes d'évaluation de l'impact des contaminants recommandés par OSPAR et le CIEM.

Dans le projet de suivi présenté, on se propose de suivre la restauration du milieu à travers l'utilisation 6 biomarqueurs d'exposition et de 3 biomarqueurs de génotoxicité, chez la moule, sur 13 stations du littoral impacté. Pour comparaison, le même suivi est réalisé sur un site non touché par le pétrole de l'ERIKA (**annexe 7**).

### **4) ECTOPHY**

#### **a) « Suivi ECologique, Toxicologique et PHYsiologique des poissons exposés à la marée noire de l'ERIKA » -Yves DESAUNAY (DRV/RH) -**

Après une phase de diagnostic menée en 2000, ECTOPHY (dossier scientifique complet remis en mars 2000) engage un suivi des sites pollués ( plus un site témoin) et de la faune halieutique, avec la sole comme espèce pilote. Seront menées en parallèle des contrôles de la qualité écologique des nourriceries côtières, des mesures biochimiques et physiologiques sur des poissons du milieu et des calibrations de ces mesures par exposition contrôlée aux hydrocarbures. Les laboratoires impliqués interviendront de façon coordonnée et fourniront des résultats intégrés. Les analyses d'échantillons prélevés en 2000 fourniront un premier référentiel (contamination, biomarqueurs, histopathologie, indices de croissance). Les contrôles seront effectués en automne, sur les poissons de l'année en cours (environ 8 mois) et les cohortes 1999 et 2000 (pendant trois ans) jusqu'à leur âge de recrutement (entrée en phase exploitée) (**annexe 8**).

**b) Résultats sur les biomarqueurs mesurés dans les soles exposées à la marée noire –Gilles BOCQUENE (DEL/PC) –**

Ces premiers résultats sembleraient montrer une diminution de l'activité EROD sur 3 des 5 stations (Pertuis Breton, Baie de Bourgneuf et Nord Vilaine) tandis que les mêmes

activités restent stables entre Février et Septembre pour les 2 stations Estuaire de Loire et Sud Vilaine (**annexe 9**).

L'impact biologique le plus fort est mesuré un mois après l'arrivée du pétrole.

Une activité de détoxification chez des soles prélevées sur les zones impactées par le pétrole de l'ERIKA (en Février, Juillet et Septembre) semble donc être constatée.

Cette décroissance de l'activité EROD dans le temps (entre Février et Septembre) suggère une exposition décroissante aux HAPs

**c) Résultats d'indices de condition (morphométrie) et de nutrition (ARN/ADN) sur la sole –Camille GILIERIS (DRV/RH)**

L'impact physiologique de la marée noire de l'Erika a été évalué sur des juvéniles de groupe-0 de soles (*Solea solea*) échantillonnés lors des campagnes « nursery » en septembre 2000 sur 3 zones de nourricerie touchées par la marée noire ( estuaire de la Vilaine, estuaire de la Loire, Baie de Bourgneuf).

L'état nutritionnel de ces juvéniles a été estimé à l'aide du rapport ARN/ADN (dosage des acides nucléiques dans le muscle blanc).

La croissance somatique de ces mêmes juvéniles a été évaluée par des indices morphométriques (calculés à partir de mesures individuelles de taille, de poids des individus échantillonnés) (**annexe 10**).

**III - Autres projets réalisés suite au naufrage de l'Erika**

**1) « Suivi de la contamination des coquillages par les HAP dans les zones conchylicoles » - Hélène OGER-JEANNERET (DEL/Laboratoire côtier)**

Ce projet rentre pour l'instant dans le cadre d'une convention Ifremer / DPMA / Préfecture de Loire-Atlantique. 25 points environ font encore l'objet d'un prélèvement mensuel (**annexe 11**).

Le MATE prendra le relais dans le cadre du programme de « Suivi-Erika » à la fin de la convention pour continuer ce suivi environnemental.

**2) « Ecopathologie chez les huitres creuses, les moules, les palourdes et les coques suite à la marée noire » - Anne THEBAULT (DRV/RA)**

Pas de documents reçus à ce jour.

## **ANNEXE 1 :**

**COMITE DE PILOTAGE, CONSEIL SCIENTIFIQUE, SECRETARIAT PERMANENT ET  
SECRETARIAT SCIENTIFIQUE DU PROGRAMME DE « SUIVI-ÉRIKA »**

**LE PROGRAMME DE SUIVI  
DES CONSEQUENCES ECOLOGIQUES ET ECOTOXICOLOGIQUES  
DE LA MAREE NOIRE DE L'ERIKA**

**CIADT du 28/02/00**



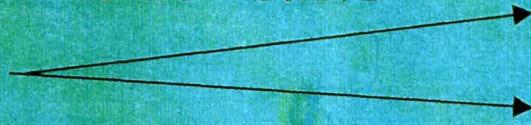
**MATE**

**mise en place du programme de "suivi"**

**2 mesures**

4.4.3

2.2.1



Convention tripartite



**INERIS / IFREMER**

**Animation scientifique et technique du programme**

**LE PROGRAMME DE SUIVI  
DES CONSEQUENCES ECOLOGIQUES ET ECOTOXICOLOGIQUES  
DE LA MAREE NOIRE DE L'ERIKA**

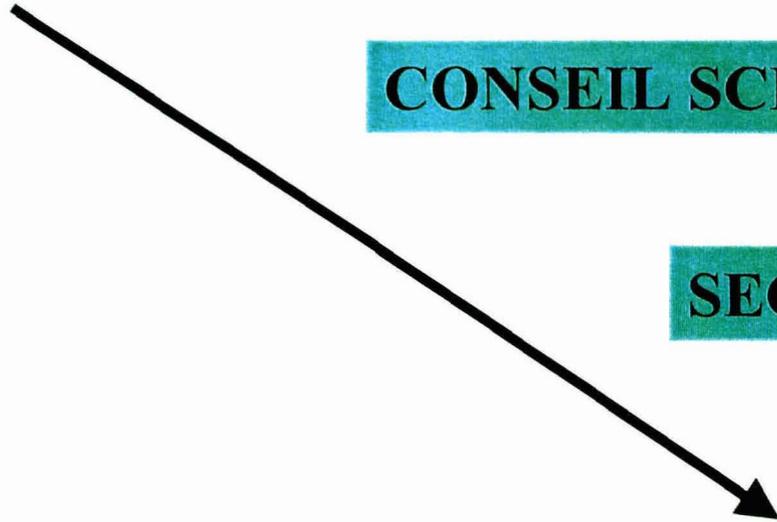
**ORGANIGRAMME**

**COMITE DE PILOTAGE**

**CONSEIL SCIENTIFIQUE**

**SECRETARIAT PERMANENT**

**SECRETARIAT SCIENTIFIQUE**



## COMITE DE PILOTAGE NATIONAL

### « SUIVI DES CONSEQUENCES ECOLOGIQUES ET ECOTOXICOLOGIQUES DE LA MAREE NOIRE DUE AU NAUFRAGE DE L'ERIKA »

**Présidence** : le directeur de l'eau : M. BAUDOT

**Composition** :

- représentants de l'IGE et des D4E, DNP, DE et DPPR ; représentant de la DATAR ;
- représentants des DIREN Bretagne et Pays de Loire ;
- représentant de l'IFEN ;
- représentants des ministères concernés par le suivi de la marée noire : agriculture et pêche, santé, recherche, intérieur, transports, SG de la mer ;
- représentants d'associations : observatoire associatif, Bretagne vivante/SEPNB, LPO, FNE ;
- représentants des collectivités territoriales: conseils régionaux de Bretagne et Pays de la Loire, conseils généraux du Finistère, Morbihan, Loire-Atlantique, Vendée ; 2 représentants de l'Association des Maires de France
- représentants des agences de l'eau, de l'ADEME, du conservatoire du littoral et du CEDRE,
- le président du conseil scientifique du «réseau de suivi des conséquences écologiques et écotoxicologiques de la marée noire » et celui du comité d'experts en matière de pollution marine prévu auprès de la ministre par le CIADT du 28 février 2000 ;
- deux personnalités qualifiées désignées par la ministre.

**Missions** : il est chargé de rendre un avis sur les orientations et la stratégie d'exécution du programme de suivi. Il doit aussi veiller au bon fonctionnement du dispositif de mobilisation des organismes scientifiques prévu à la mesure 4.4.1 du CIADT :

**Fonctionnement** : Il se réunit une fois par an. Les rapports d'avancement du programme de suivi (mesures 4.4.1 et 2.2.1) lui sont présentés, ainsi que les rapports des recherches conduites dans le cadre de la mesure 5 du CIADT..

## CONSEIL SCIENTIFIQUE

### « SUIVI DES CONSEQUENCES ECOLOGIQUES ET ECOTOXICOLOGIQUES DE LA MAREE NOIRE DUES AU NAUFRAGE DE L'ERIKA »

**Présidence : Lucien LAUBIER**

**Composition :**

- J.C. LEFEUVRE et BOUZILLE : présidents des 2 CSRPN (Conseil Scientifique Régional du Patrimoine Naturel) de Bretagne et Pays de la Loire ;
- Paule VASSEUR : présidente du Conseil Scientifique du programme national d'écotoxicologie ;
- Henri DESCAMPS : président du Conseil Scientifique du programme "Recréer la nature" ;
- François CUQ : membre du Conseil Scientifique du programme national de recherche sur les zones humides ;
- François RAMADE : écologie et écotoxicologie ;

Pressenti (attente de confirmation) :

Jean-Claude BERTRAND : centre d'océanographie de Marseille

*Membres européens :*

- Carla CREO : italienne, microbiologiste, membre de la délégation italienne du Comité pour la protection de l'environnement marin de l'Organisation Maritime Internationale et d'un consortium de l'agence européenne de l'environnement ;
- Carlo HEIP : néerlandais, centre d'écologie estuarienne et côtière, institut néerlandais d'écologie

**Mandat :**

- Validation des travaux du secrétariat scientifique et du secrétariat permanent, rôle de conseiller scientifique auprès des instances, évaluation ex-post des projets
- Evaluation stratégique du programme de suivi, ce qui implique que le conseil scientifique fera une critique sur le fond et sur l'animation du programme tous les 3 ans et préparera un document de synthèse à partir des résultats de chaque projet de recherche.

## SECRETARIAT PERMANENT

### « SUIVI DES CONSEQUENCES ECOLOGIQUES ET ECOTOXICOLOGIQUES DE LA MAREE NOIRE DUE AU NAUFRAGE DE L'ERIKA »

**Présidence :** Benoit LESAFFRE (directeur des études économiques et de l'évaluation  
environnementale du MATE)

**Composition :**

- Les directions du MATE
- Les DIREN BRETAGNE et PAYS de LOIRE
- L'IFEN
- Un représentant de la Direction de la Technologie du Ministère de la Recherche
- Un représentant de la Direction de la Recherche et des Affaires Scientifiques et Techniques (DRAST) du Ministère de l'Equipement
- Un représentant de la Direction Générale de la Santé (DGS) du Ministère de la Santé

L'IFREMER et l'INERIS, qui assurent le secrétariat scientifique, sont invités à assister à ces réunions.

**Missions :** il est chargé de la mise en oeuvre du programme et d'établir les propositions d'engagement de crédits.

**Fonctionnement :** Il se réunit en tant que de besoin, sur convocation de la direction des études économiques et de l'évaluation environnementale.

## SECRETARIAT SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

### « SUIVI DES CONSEQUENCES ECOLOGIQUES ET ECOTOXICOLOGIQUES DE LA MAREE NOIRE DUE AU NAUFRAGE DE L'ERIKI »

#### Composition :

- Eric THYBAUD de l'INERIS
- Daniel COSSA de l'IFREMER
- Morgan LE MOIGNE
- Patricia CORREZE-LENEE du MATE

#### Missions :

- Gestion des données du programme
- Coordination et animation scientifique des équipes
- Gestion administrative et financière
- Coordination et production scientifique
- Communication et valorisation

Fonctionnement : Il se réunit en tant que de besoin.

## **ANNEXE 2 :**

**SCHEMA DE CHEMINEMENT DES PROJETS ET NOTE DESCRIPTIVE**

## ARRIVEE DES PROJETS

provenance : DNP, Ifremer, DIREN, IFEN, Appel à projets



## EXAMEN PAR LE SECRETARIAT SCIENTIFIQUE

éligibilité par rapport au cahier des charges



*Oui, mais...*

modification du projet

*NON* : validation du rejet par le secrétariat permanent

**OUI : EXPERTISE de la qualité**

*Oui, mais...*

modification du projet

*NON* : validation par le secrétariat permanent et notification du rejet.

**OUI : EXAMEN PAR LE SECRETARIAT PERMANENT**

pertinence et complémentarité par rapport aux projets déjà retenus et aux besoins

*Rectification du projet*

*NON* : notification du rejet

**OUI : NOTIFICATION AUX EQUIPES DU FINANCEMENT PREVISIONNEL par la DNP et les DIREN pour la mesure 2.2.1 , par la D4E pour la mesure 4.4.3 (montant alloué suivant les crédits du MATE)**

## CHEMINEMENT DES PROJETS

I - Un nouveau dossier donnant réponse à l'appel à projets permanent 2001 est reçu et examiné en premier lieu par le **secrétariat scientifique** (Daniel COSSA, Eric THYBAUD et Morgan LE MOIGNE), guichet unique où sont centralisées les propositions.

- S'il ne rentre **pas dans le cahier des charges**, il est alors transféré au Secrétariat Permanent pour information. Il peut éventuellement être réorienté vers un autre programme comme le RRIT.
- S'il est **intéressant** pour le "programme de Suivi" mais incomplet (méthodologie, sites...), les "proposants" doivent compléter ces manques avant d'être soumis à expertises.

II - Les **experts** (au moins deux), désignés par le secrétariat scientifique, évaluent les projets sur les points suivants : qualité scientifique du projet, capacité des équipes à réaliser le travail proposé, réalisme des échéanciers et sommes demandées. Ils ont alors un délai de 15 jours pour envoyer leur avis. S'ils ne peuvent le faire, un autre expert est contacté.

- Si les expertises sont **défavorables**, le projet est soumis au Secrétariat Permanent pour qu'il valide ces décisions.
- Si les experts demandent des **compléments** d'informations ou des modifications, les responsables de projets sont alors contactés par le **secrétariat scientifique**. Au vue des modifications, le secrétariat scientifique le réintègre dans le circuit décrit précédemment.
- Si deux expertises sont **favorables** alors le projet est présenté au **Secrétariat Permanent**.

III - Suite à deux expertises favorables et en fonction de la pertinence du projet, de sa complémentarité avec d'autres projets ou bien s'il remplit une lacune du programme, le **secrétariat permanent propose** soit :

- de le rejeter car il ne correspond aux attentes,
- de demander qu'il soit modifié ou complété avant de le financer,
- de le soumettre à nouveau à expertise
- de le financer par les crédits déconcentrés de la mesure 2.2.1 ou par ceux de la mesure 4.4.3, suivant les crédits du MATE.

IV - Sur la base de ces avis, les ordonnateurs (D4E, DNP et DIREN) notifient aux équipes retenues les décisions prises et les montants prévus.

**ANNEXE 3 :**  
**Liste des Projets**

**LISTE DES PROJETS RETENUS AU 05/06/01**

*programme de suivi des conséquences écologiques et écotoxicologiques dues au naufrage de l'ERIKA*

Volet 1 et 2 du cahier des charges : répartition dans les milieux, transformation, biodisponibilité

N°	Titre de l'étude
6	<b>Etude comparative de la contamination des sédiments par le Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) avant et après le naufrage de l'ERIKA</b> <i>IFREMER - Jacek TRONCZYNSKI</i>
10bis	<b>Evaluation de l'impact écologique et de la contamination d'invertébrés benthiques par la marée noire de l'ERIKA en zone intertidale à l'aide de marqueurs métalliques (nickel et vanadium, métallothionéine</b> <i>ISOMER - Jean-Claude AMIARD</i>
11	<b>Etude de la contamination chimique des mollusque par les HAP, le nickel et le vanadium suite au naufrage de l'ERIKA</b> <i>IFREMER - Catherine MUNSCHY</i>
12	<b>Dispositif de suivi des conséquences écologiques et écotoxicologiques de la marée noire de l'ERIKA ; exposition des organismes marins aux HAP et autres contaminants organiques persistants, biodisponibilité et recherche de métabolites</b> <i>UMR 5472 Université. de Bordeaux -Hélène BUDZINSKI</i>

Volet 3 et 4 du cahier des charges : impacts sur les organismes vivants, restauration.

N°	Sujet d'étude
9	<b>Suivi écologique, toxicologique et physiologique des poissons exposés à la marée noire de l'ERIKA</b> <i>CNRS/IFREMER - Yves DESAUNAY</i>
1	<b>Impact de la marée noire sur les peuplements des étages supérieurs de la zone intertidale rocheuse</b> <i>LEMAR/LEBAM (Université de Bretagne Occidentale) - Christian HILY</i>
7	<b>Suivi des effets biologiques du pétrole de l'ERIKA sur la moule</b> <i>IFREMER LPTC Université. du Havre - Gilles BOCQUENE</i>
17	<b>Evaluation de l'impact à cours et moyen terme de la marée noire de l'ERIKA sur le littoral vendéen et suivi de la restauration du milieu, par l'utilisation de bioindicateurs, les foraminifères</b> <i>LEBIM/Université d'Angers - Jean-Pierre DEBENAY</i>
21	<b>Programme de recherche et de suivi des oiseaux marins en mer</b> <i>MNHN Biarritz CNRS Chizé LPO - Michel METAIS</i>
33b	<b>Elaboration d'un état de référence de la végétation littorale terrestre</b> <i>Conservatoire national Botanique de Brest - Sylvie MAGNANON</i>
14	<b>Impact de la marée noire de l'ERIKA sur les oiseaux marins et littoraux nicheurs</b> <i>SEPNB-Bretagne vivante - Bernard CADIOU</i>
20	<b>Impact de la marée noire de l'ERIKA sur les oiseaux d'eau littoraux et milieux fréquentés</b> <i>LPO/U. de Rennes - Bernard DECEUNINCK</i>
19	<b>Mise en place d'un réseau d'observation des habitats marins insulaires du Morbihan</b> <i>SEPNB/UBO - Guillaume GELINAUD</i>
24	<b>Bilan du plan national de sauvetage des oiseaux mazoutés</b> <i>LPO/SEPNB/ENVN - Laurent BRUCY</i>

**ANNEXE 4 :**  
**PROJET SEDERIKA**

**Etude et suivi de la contamination chimique du milieu marin par les hydrocarbures suite au naufrage de l'Erika**

**Programme SEDERIKA**

**Etude comparative de la contamination des sédiments et de l'eau par les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) avant et après le naufrage de l'Erika**

**IFREMER**

Participants

Bernard Averty, Karine Moisan, Nadège Guiot, Emmanuelle Chartier, Isabelle Truquet, Yoann Le Merrer, Sandrine Bonnetot, Cathy Treguier, Mireille Fortune, Joëlle Dimmet, Nicolas Bourgeois, Sylvain Bermell, Gilles Bocquene, Thierry Burgeot, Catherine Munschy, Bernard Boutier, Hélène Oger-Jenneret, Grossel Hubert, Jacek Tronczynski...

## **Programme SEDERIKA**

### **OBJECTIFS :**

- 1. Déterminer les niveaux de concentration et l'étendue spatiale de la contamination par les HAP des sédiments ;**
- 2. Comparer les concentrations en HAP dans les sédiments échantillonnées avant l'accident d'Erika (résultats de la campagne réalisée en juin 1999) et après cet accident au cours d'une campagne réalisée en été 2000 ;**
- 3. Déterminer les niveaux de concentration en contaminants dissous et particuliers dans la colonne d'eau, et dans les sédiments sur les sites sélectionnés : autour de l'épave de l'Erika et un site atelier ;**
- 4. Suivre l'évolution de la contamination dans l'eau (HAP dissous et particuliers) sur un site atelier de traicts du Croisic ;**
- 5. Identifier des empreintes et des indices géochimiques caractéristiques de la contamination par des hydrocarbures du fioul d'Erika ;**
- 6. Cartographier les sites contaminés par les hydrocarbures.**

# **Etude et suivi de la contamination chimique du milieu marin par les hydrocarbures suite au naufrage de l'Erika**

## **1. Caractérisation chimique, étude et suivi d'altération du fioul**

## **2. Etude de la contamination chimique : Références avant accident et après naufrage**

**Sédiments**

**Eau/MES**

**Capteurs chimiques SPMD**

**Mollusques et crustacés**

**Poissons**

## Travaux en cours

### 1. Caractérisation chimique et étude d'altération du fioul

- ✓ Analyse des CAP (HAP) échantillon Erika - CEDRE
- ✓ Identification d'indices géochimiques
- ✓ Suivi d'altération du fioul Batz s/Mer : décembre 99 à octobre 2000
- ✓ Premiers éléments du bilan

travaux en cours

**2. Etude de la contamination chimique**

**Sédiments :**

<b>Références avant accident</b>	<b>Après naufrage</b>
<b>RNO- juin 99</b>	<b>Campagnes GW-02, TH-01 et 02</b>
<b>Marée de Guérande septembre 99</b>	<b>février /mars/ juillet 2000 Prélèvements côtiers 2000</b>

**Eau/MES :**

<b>Références avant accident</b>	<b>Après naufrage</b>
<b>Campagnes AMAR juin 1995 et ZHED février 1999</b>	<b>Campagne TH-01 épave/côte Suivi Pen-Bron mars 2000 Marée salants juillet 2000</b>

**3. Etude expérimentale Ile Dumet de mars à juin 2000**

**Capteurs chimiques SPMD  
Moules transplantés  
Eau/MES**

**Caractérisation de fioul Erika  
Echantillon CEDRE**

\*\*\*\*\*

**Analyse élémentaire CHNSO du fioul de l'Erika**

Élément	DEL/PC Echantillon CEDRE %	IFP %
C	85,2	86,0
H	10,8	10,2
S	2,42	2,5
N	0,23	0,4 (K)
O	-	1,6
V		89 (ppm)
Ni		39 (ppm)

\*\*\*\*\*

**Grandes familles chimiques (IFP)**

	%
<b>Hydrocarbures Aromatiques</b>	<b>55</b>
<b>Hydrocarbures Saturés</b>	<b>25</b>
<b>Résines</b>	<b>13</b>
<b>Asphaltènes</b>	<b>7</b>

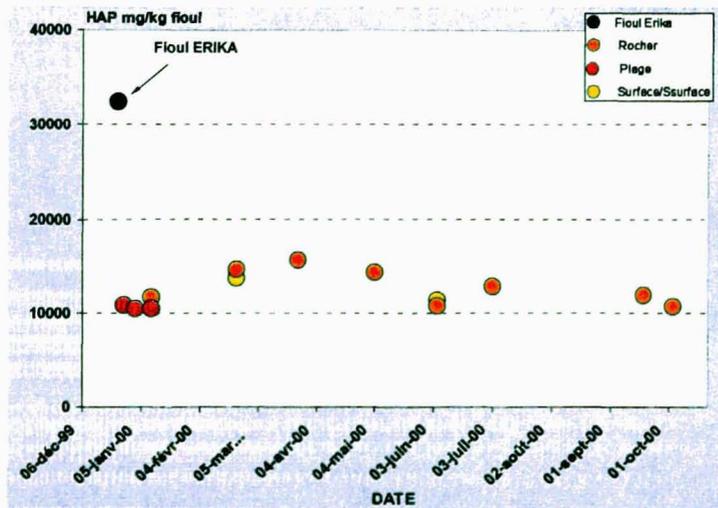
\*\*\*\*\*

**Composition moléculaire (DEL/PC)**

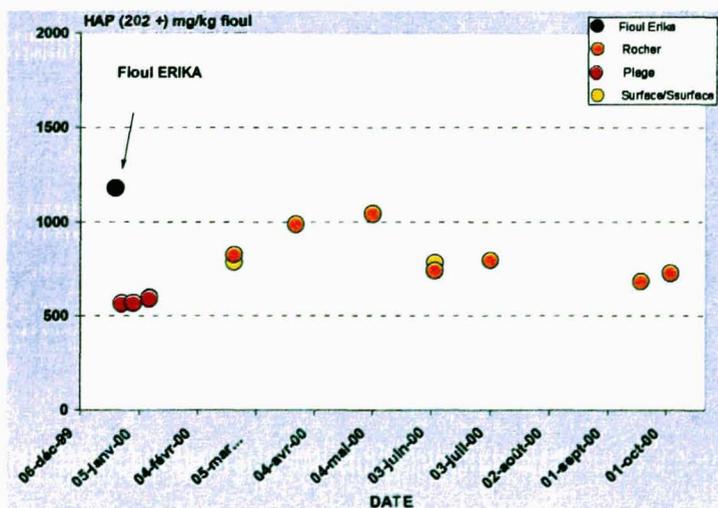
Echantillon CEDRE	Totaux mg/kg	Me-HAP %	HAP %
<b>HAP (F2) 181 composés</b>	<b>32479</b>	<b>90</b>	<b>10</b>
<b>16 HAP</b>	<b>0,27 %</b>		

\*\*\*\*\*

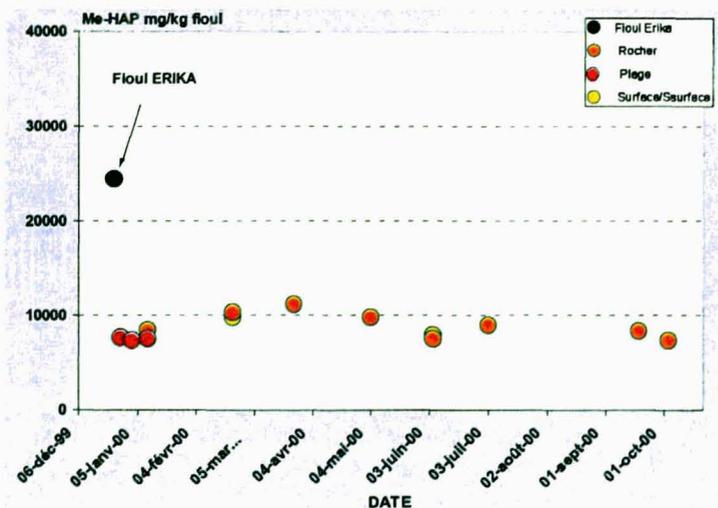
## Altération de fioul décembre 1999 à octobre 2000 Concentrations en HAP



**HAP Totaux**  
perte d'environ de 70 %



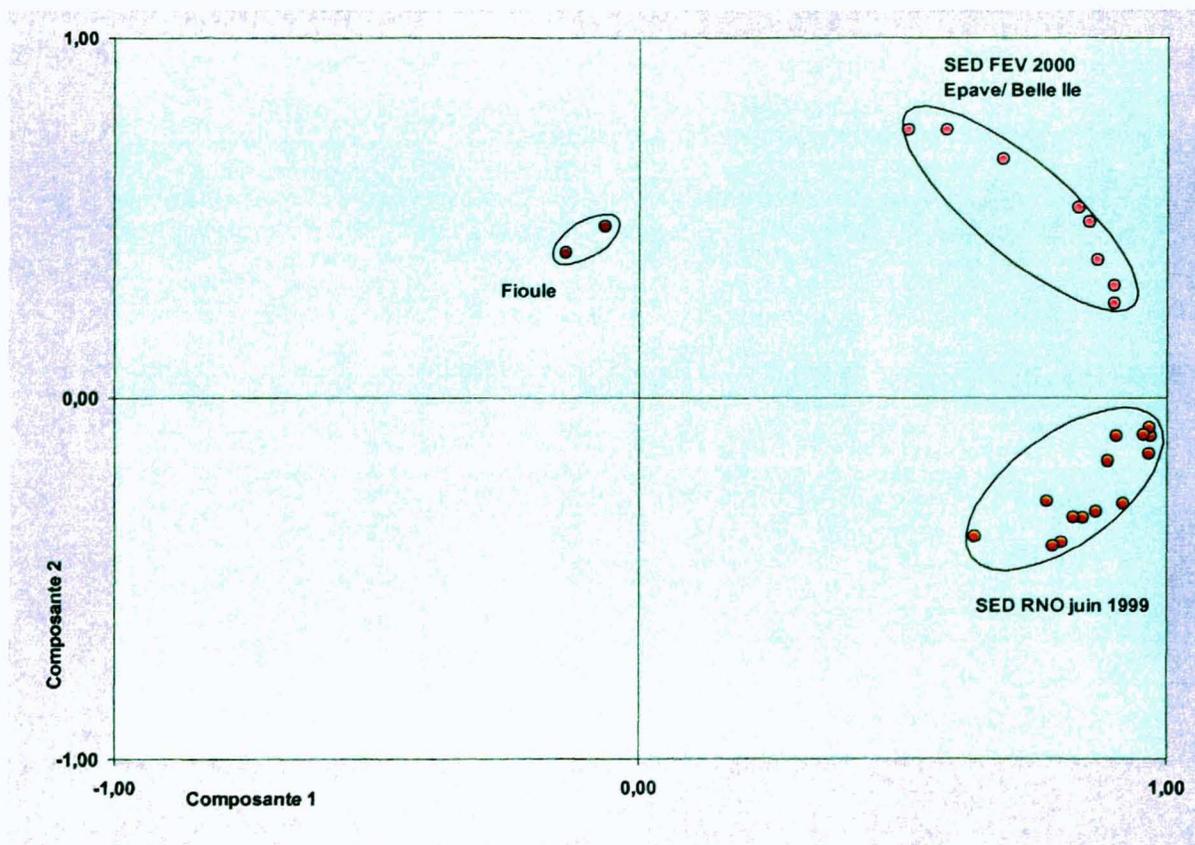
**HAP pyrogéniques**  
perte d'environ de 50 %



**HAP alkylés**  
perte d'environ de 75 %

## Analyse Factoriel : méthode de PCA

Comparaison des empreintes du fioul et des sédiments contaminés et non contaminés par les hydrocarbures en provenance de l'Erika



**ANNEXE 5 :**  
**PROJET MOLERIKA (HAP)**

## PROJET MOLERIKA

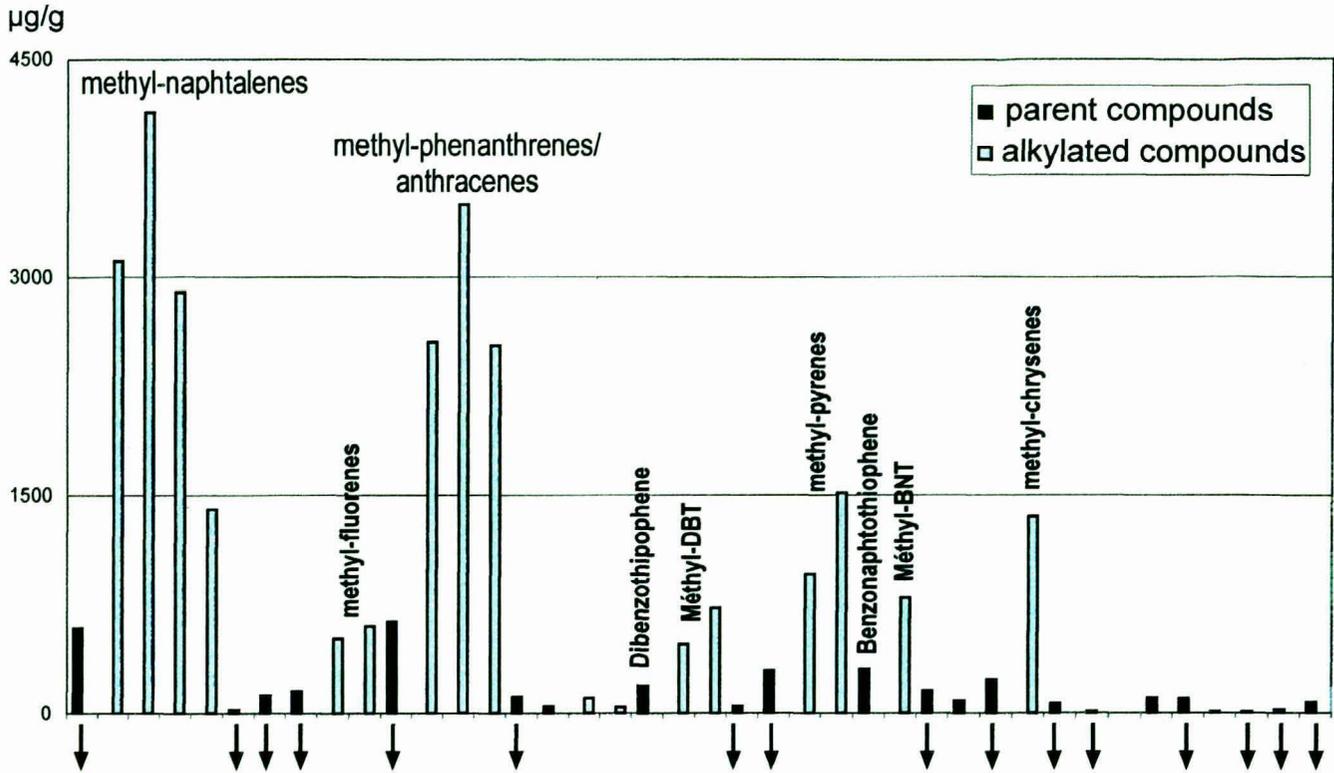
Etude de la contamination chimique des mollusques par les HAP (hydrocarbures aromatiques polycycliques), le nickel et le vanadium suite au naufrage de l'Erika

### PLAN D'ECHANTILLONNAGE

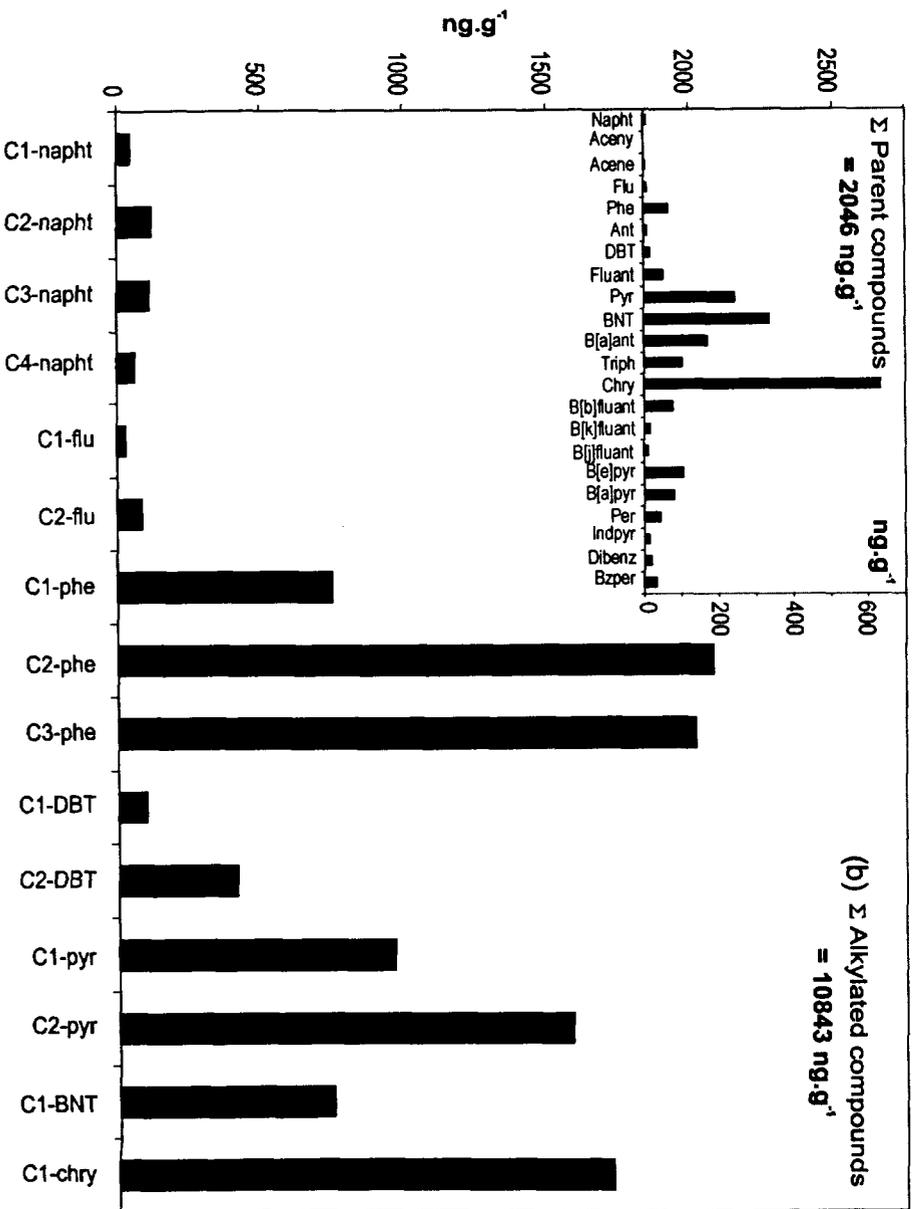
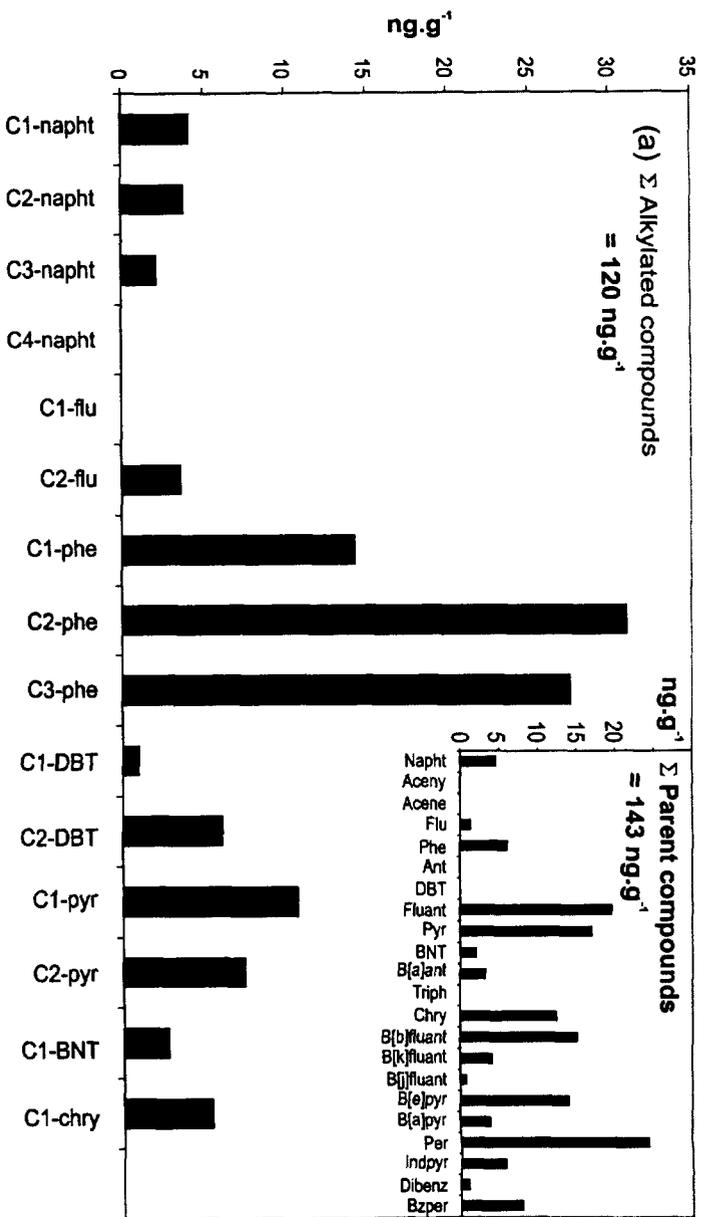
Contaminants suivis	Stations	Fréquence d'échantillonnage	Espèces
<b>HAP - empreintes</b>	- 11-9 stations : Baie d'Etel à Vendée Morbihan Loire Atlantique Vendée	Mensuelle, années 2000, 2001	moule, huître, coque, donax
<b>Nickel</b>	- 33 stations : Baie d'Audierne à Vendée	- Mensuelle, année 2000 (janvier à décembre) + Points zéro (déc. 1999)	moule, huître, coque, olive, pousse-pied
<b>Vanadium</b>	- 8 sites RNO : Riec s/ Belon à Baie de Bourgneuf	Trimestrielle, de 1995 à 1999	moule, huître

# Composition du fuel de l'Erika

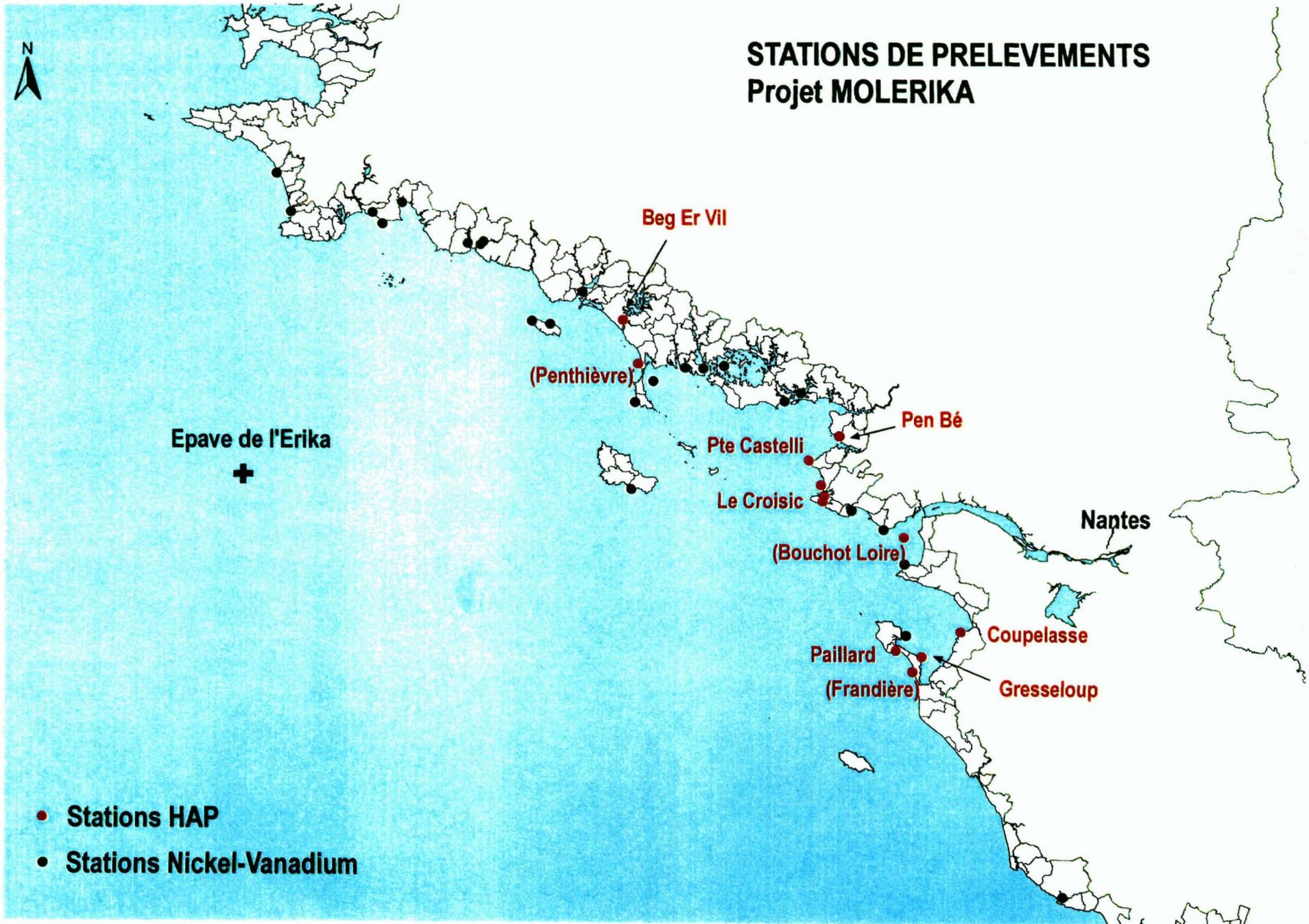
## HAP suivis dans les mollusques



Figures 5 : Comparison of PAH distribution profiles ( $\text{ng}\cdot\text{g}^{-1}$  dry weight) in mussels collected at « Pointe de Castelli » on 20/12/1999 (a) and 28/12/1999 (b).



# STATIONS DE PRELEVEMENTS Projet MOLERIKA



- Stations HAP
- Stations Nickel-Vanadium

**ANNEXE 6 :**  
**PROJET MOLERIKA (NICKEL ET VANADIUM)**

## **Contamination des mollusques du littoral Atlantique par le nickel et le vanadium suite au naufrage de l'ERIKA**

### **Contexte :**

- le naufrage du pétrolier ERIKA le 12 décembre 1999, au Sud du Finistère ; 20 000 tonnes de fioul déversés dans l'océan ; 400 km de côtes plus ou moins touchées par la marée noire
- le fioul de l'ERIKA contient environ 40 mg/kg de nickel et 90 mg/kg de vanadium (on peut donc évaluer le déversement dans l'océan à 1 tonne de nickel et 2 tonnes de vanadium).

### **Etudes précédentes sur ce thème :**

- surtout des études dans le golfe arabo-persique (activités pétrolières intenses + guerre du Golfe )
- études dans les abers bretons (Aber Wrac'h) suite au naufrage de l'Amoco-Cadiz

### **Observations :**

- Ni et V se séparent assez lentement du pétrole
- Ni et V persistent dans le sédiment contaminé
- Ni et V retrouvés dans les crabes, les poissons, les crevettes (contamination assez faible)

## **Projet MOLERIKA**

### **Sous-projet « NIVERIKA »**

#### **Objectifs**

- **Evaluer l'étendue et l'importance de la contamination des mollusques du Sud-Bretagne et de Vendée par Ni et V.**
- **Observer les tendances (contamination et décontamination)**

#### **Participants**

- **prélèvements :**

**laboratoires côtiers, IFREMER, DEL**

- **traitement des échantillons :**

**laboratoire Municipal et Régional de Rouen**

- **analyses et interprétations :**

<b>Jean-François Chiffoleau</b>	<b>IFREMER, DEL/PC</b>
<b>Dominique Auger</b>	<b>«</b>
<b>Emmanuelle Chartier</b>	<b>«</b>
<b>Aurélie Dufour</b>	<b>INTECHMER (stage)</b>

## **Stratégie**

### **Etendue de la contamination :**

**Suivi des concentrations en nickel et vanadium dans les mollusques (moules, huîtres, palourdes, coques, pouce-pieds, olives) sur 33 stations du littoral, de la Baie d'Audierne aux Sables d'Olonne pendant l'année 2000, avec un point zéro en décembre 1999 et une périodicité mensuelle.**

**Dans ce screening figurent 8 points du R.N.O.**

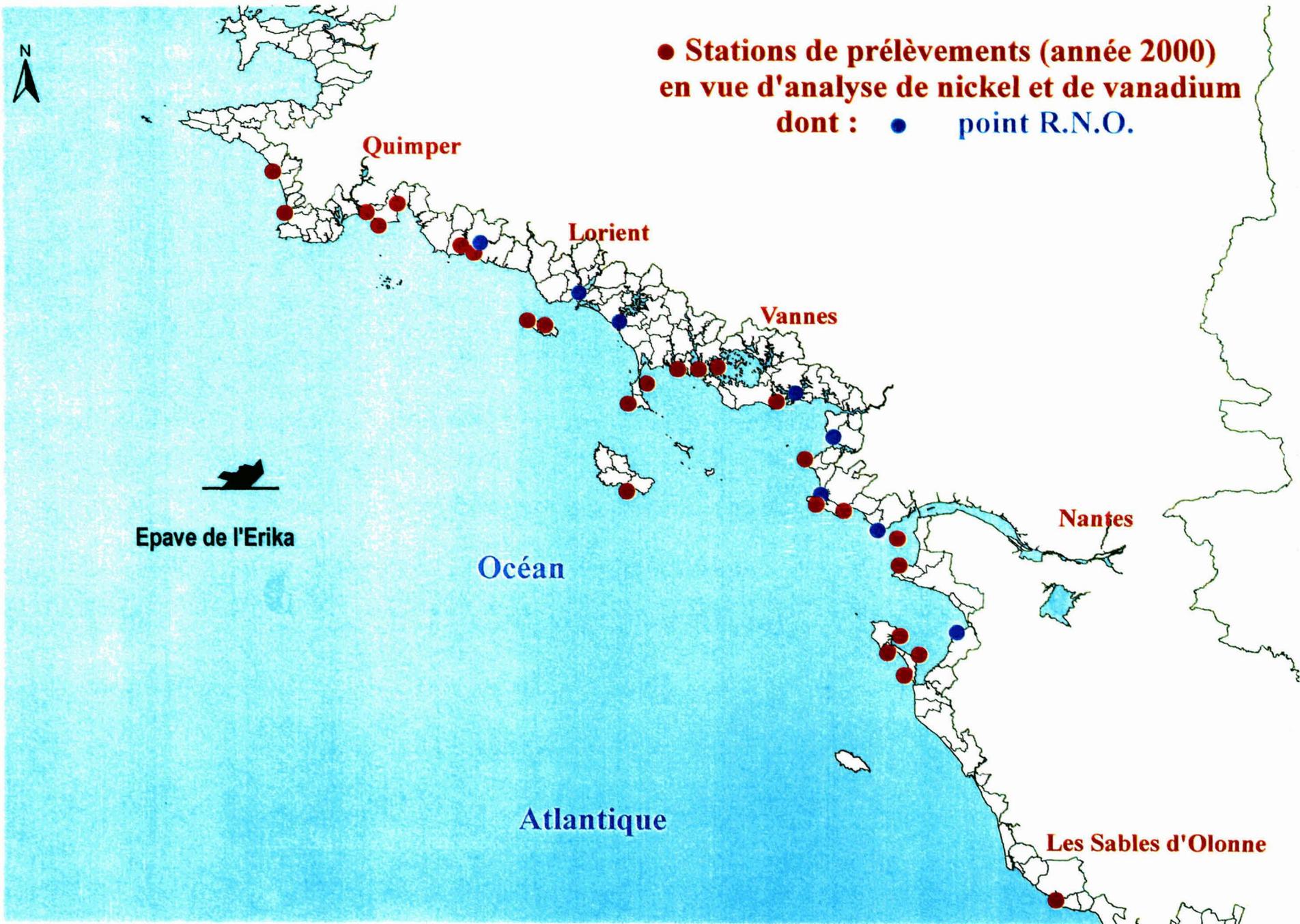
### **Variation saisonnières :**

**Identifiées sur les stations non impactées, et par mesure d'un contaminant absent du fioul (cadmium ?) sur quelques stations.**

### **Tendances historiques :**

**Analyse rétrospective de Ni et V sur les échantillons conservés (moulothèque) des points R.N.O. de la zone de 1995 à 1999.**

**S'il existe une contamination avérée en 2000, poursuite du suivi jusqu'à restauration des niveaux historiques.**



**ANNEXE 7 :**  
**PROJET MONERIKA**

MONITORING ERIKA

**THE SAMPLING**

**Mussel : *Mytilus sp* :**

↳ 60 individuals ( $45 \pm 5$  mm) / site.

↳ Gills + HP.

↳ from 01/2000 for 12 months (1<sup>st</sup> year) : 12 sites. 1 sample / month,

↳ from 01/2001 for 24 months (2<sup>nd</sup> and 3<sup>rd</sup> year) : 6 sites. 1 sample / month,

↳ Biomarkers + chemistry.

# MONERIKA

## MONITORING ERIKA

### THE BIOMARKERS

#### MUSSEL (*Mytilus sp*)

AChE (Gills) → neurotoxicity

BenzoPyreneHydroxylase BPH (HP) → PAHs

GST (Gills) → detoxication

Catalase → oxydative stress

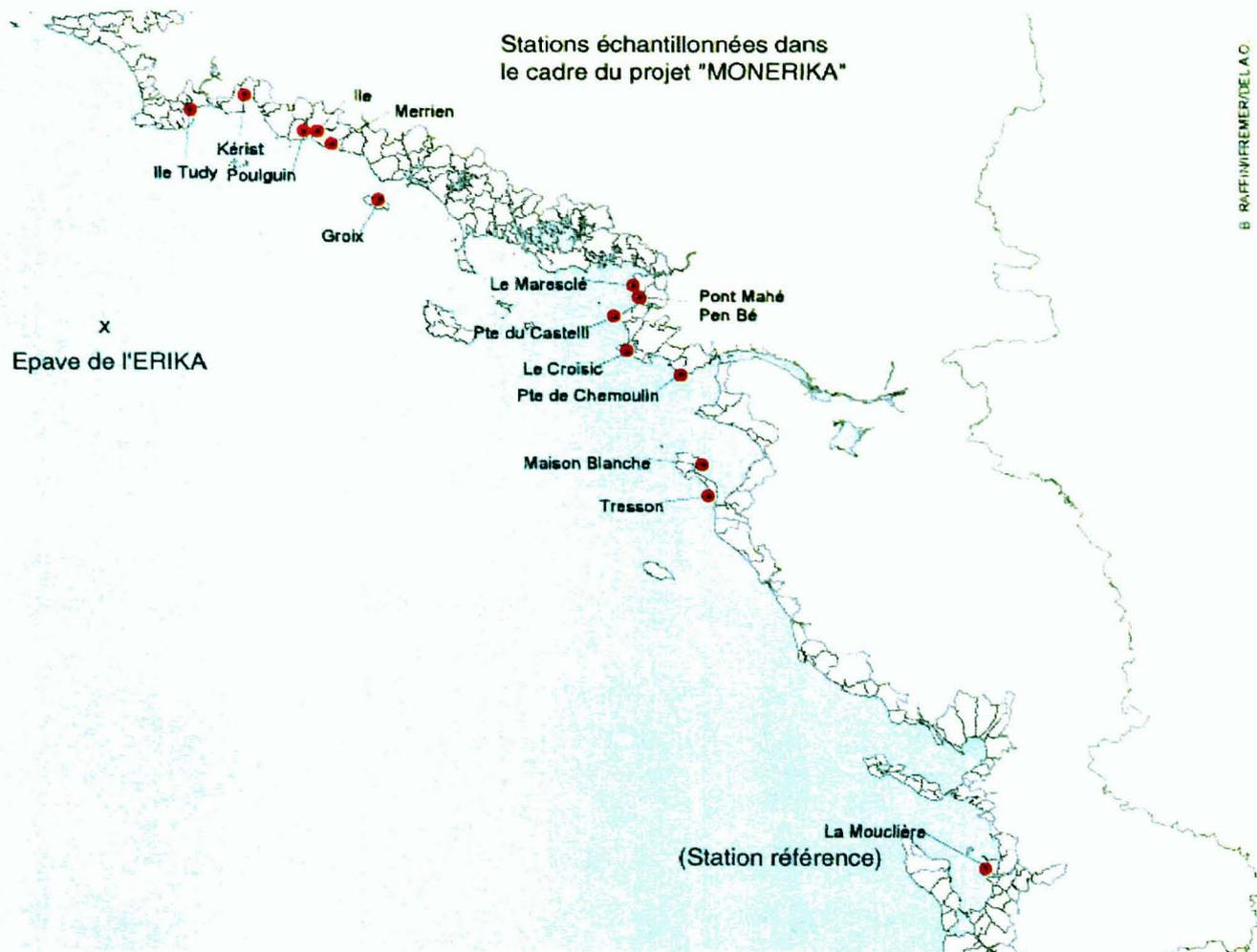
MDA (malondialdehyde) → oxydative stress

MXR → Multi Xenobiotic Resistance

DNA adducts → DNA damage

FASAY / P53 → P53 oncogene mutation

Comet assay → DNA damage



**ANNEXE 8 :**  
**PROJET ECTOPHY (a)**

**Question : identifier et mesurer l'impact de la pollution sur les nourriceries côtières**

- **Connaissances préalables sur les nourriceries Gascogne : sites et espèces clefs, peuplements halieutiques, macrofaune benthique**
- **Cycle saisonnier type des poissons à nourriceries côtières : ponte au large en hiver-printemps, diffusion larvaire, colonisation des fonds + ou – côtiers selon les espèces. Bilan de la colonisation en septembre : notre standard**

**- Approche « peuplement »**

- altération du support trophique (peuplement d'invertébrés benthiques)
- altération du peuplement halieutique
- **Approche spécifique « sole » : éco-toxico-physiologie**
- Impact écologique [campagnes février, juillet et septembre 2000]
- Dynamique de colonisation par la classe 2000
- Structure démographique observée en septembre 2000
- Impact toxicologique [mesures par DEL-PC sur la classe 1999]
  - Contamination par HAP
  - Biomarqueurs d'exposition
- Impact physiologique
  - croissance somatique du groupe 0 [tailles moyennes, indices morphométriques]
  - état nutritionnel [ARN/ADN]
  - taux de croissance récent du groupe 0 [otolithométrie, en attente]
- Altération de la reproduction [maturation des géniteurs, étude histologique en cours sur génération suivante]

## **RESULTATS EXPOSES (ECOHAL)**

**Observations des peuplements des sites Vilaine, Loire, Bourgneuf, Pertuis Breton en février, juillet et septembre 2000, comparaison avec l'état antérieur établi en 1997.**

**Résultats par site**

**Dynamique saisonnière des peuplements en 2000**

**Comparaison des peuplements 1997 / 2000 en automne**

**Comparaison des diagnostics**

**Analyse particulière de la population de sole**

**Conclusion : impact macroscopique ?**

**Prélèvements effectués sur les quatre nourriceries  
en 1996/97 et 2000**

		Strate 1	Strate 2	Strate 3	Strate 4	Strate 5	total	Hors zone
Vilaine	Sept 97	9	10	9	20		48 241152 m2	
	Février 2000	3	6	3	8		20 87875 m2	
	Juillet 2000	4	6	3	8		21 100107 m2	
	Sept 2000	6	7	5	15		33 123087 m2	
Loire	Sept 97	5	8	10			23 100581 m2	
	Février 2000	1	4	6			11 47896 m2	
	Juillet 2000	1	4	6			11 51476 m2	
	Sept 2000	3	12	7			22 81413 m2	
Bourg neuf	Sept 97	10	6	2			18 79028 m2	
	Février 2000	5	1	2			8 34211 m2	
	Juillet 2000	5	1	2			8 34459 m2	
	Sept 2000	16	2	3			21 79553 m2	4
Pertuis breton	Sept 96	12	5	6	4	4	31 167611 m2	
	Février 2000		3	5	2		10 46407 m2	
	Juillet 2000		3	4	2		9 38984 m2	
	Sept 2000	5	4	4	3	2	18 68025 m2	3
						total	312	7

Strate 1 : estuaires et fonds de baies < 5 m

Strate 2 : fonds sablo-vaseux 5 – 10 m

Strate 3 : fonds hétérogènes 5 – 10 m

Strate 4 : fonds vaseux et fosses 10 – 25 m

Strate 5 : sables moyens et fins de la côte vendéenne 5 – 20 m

## MATERIEL ET METHODES

### Protocole de prélèvement

efficacité du CP3M : perche plus lourde en 2000,  
vitesse légèrement supérieure en NURSE 2000.

⇒ efficacité supérieure en 2000

### Deux groupes faunistiques

**Le groupe « PIC » : tous les poissons et les invertébrés d'intérêt halieutique (tous les individus ont été recensés).**

**Le groupe « EB » : macro-invertébrés épibenthiques (nombre déterminé à partir de sous-échantillons).**

### Classes d'occurrence et de densité :

espèces-clefs et espèces accessoires

L'occurrence d'une espèce est la fréquence de présence relative à l'échelle d'un site. Sa densité est exprimée par le nombre d'individus capturés rapporté à l'hectare chaluté.

#### groupe « PIC »,

espèces-clefs : occurrence > 50% et/ou abondance > 10 individus/ha, à l'échelle des strates (campagnes Nurse de septembre) et à l'échelle globale du site pour les campagnes Black (février et juillet).

#### groupe « EB »,

les espèces-clefs sélectionnées uniquement par leur occurrence > 50%.

Les autres espèces sont qualifiées d'accessoires.

## RESULTATS : composition faunistique

Baie de Vilaine		Espèces clefs		Espèces accessoires	total
Poissons	Bentho-démersaux commerciaux	8	Merlu	14	22
			Merlan		
			Tacaud		
			Rouget		
			Plie		
			Flet		
			Sole		
			Céteau		
	Pélagiques	2	Sprat	2	4
			Chinchard		
	Bentho-démersaux non commerciaux	6	Motelle	5	11
			Gobie noir		
			Gobie buhotte		
			Callionyme lyre		
Arnoglosse lanterne					
Petite sole jaune					
Crustacés commerciaux	3	Bouquet	2	5	
		Crevette grise			
		étrille			
Mollusques commerciaux	2	Seiche	5	7	
		casseron			
<b>Groupe PIC</b>		21		28	49
<b>Groupe EB</b>		25		28	53
<b>Nombre total d'espèces</b>		46		56	102

### Bilan 2000 baie de Vilaine

Dénombrement des espèces clefs et accessoires.

Groupe PIC : tous Poissons et Invertébrés Commerciaux

Groupe EB : macrofaune EpiBenthique

Estuaire de la Loire		Espèces clefs		Espèces accessoires	total
<b>Poissons</b>	<b>Bentho-démersaux commerciaux</b>	7	Anguille	10	17
			Merlan		
			Tacaud		
			Rouget		
			Flet		
			Sole		
			céteau		
	<b>Pélagiques</b>	2	Sprat	1	3
			chinchard		
	<b>Bentho-démersaux non commerciaux</b>	4	Motelle	6	10
			Gobie buhotte		
			Callionyme		
			Petite sole jaune		
<b>Crustacés commerciaux</b>	2	Bouquet	3	5	
		Crevette grise			
<b>Mollusques commerciaux</b>	2	Seiche	3	5	
		casseron			
<b>Groupe PIC</b>		17		23	40
<b>Groupe EB</b>		14		29	43
<b>Nombre total d'espèces</b>		31		52	83

### Bilan 2000 estuaire externe de la Loire

Dénombrement des espèces clefs et accessoires.

Groupe PIC : tous Poissons et Invertébrés Commerciaux

Groupe EB : macrofaune EpiBenthique

Baie de Bourgneuf		Espèces clefs		Espèces accessoires	total
<b>Poissons</b>	<b>Bentho-démersaux commerciaux</b>	5	Merlan	10	15
			Tacaud		
			Rouget		
			Dorade grise		
			sole		
	<b>Pélagiques</b>	1	chinchard	3	4
<b>Bentho-démersaux non commerciaux</b>	4	Petit tacaud	8	12	
		Motelle			
		Gobie buhotte			
		callionyme			
<b>Crustacés commerciaux</b>		1	Crevette grise	3	4
<b>Mollusques commerciaux</b>	4	Seiche	3	7	
		Encornet			
		Casseron			
		buccin			
<b>Groupe PIC</b>		15		27	42
<b>Groupe EB</b>		12		28	40
<b>Nombre total d'espèces</b>		27		55	82

### Bilan 2000 baie de Bourgneuf

Dénombrement des espèces clefs et accessoires.

Groupe PIC : tous Poissons et Invertébrés Commerciaux

Groupe EB : macrofaune EpiBenthique

Pertuis Breton		Espèces clefs		Espèces accessoires	total
Poissons	Bentho-démersaux commerciaux	6	Merlan	11	17
			Tacaud		
			Rouget		
			Dorade grise		
			Sole		
			Céteau		
	Pélagiques	1	anchois	3	4
	Bentho-démersaux non commerciaux	6	Hippocampe	4	10
			Motelle		
			Gobie noir		
Gobie buhotte					
Callionyme					
Petite sole jaune					
Crustacés commerciaux		2	Bouquet	4	6
			Crevette grise		
Mollusques commerciaux		7	Seiche	2	9
			Encornet		
			Casseron		
			Pétoncle		
			Vanneau		
			c. St Jacques		
		Huître plate			
<b>Groupe PIC</b>		22		24	46
<b>Groupe EB</b>		18		12	30
<b>Nombre total d'espèces</b>		40		36	76

### Bilan 2000 Pertuis Breton

Dénombrement des espèces clefs et accessoires.

Groupe PIC : tous Poissons et Invertébrés Commerciaux

Groupe EB : macrofaune EpiBenthique

**OCCURRENCES ET DENSITES :  
EXEMPLE DE LA BAIE DE VILAINE**

Baie de Vilaine Groupe PIC Espèces- clefs	Nurse 97		Black 1		Black 2		Nurse 2000	
	occ	d	occ	d	occ	d	occ	d
Merlu	16.7	0.37	20	1.25	38.1	1.48	24.2	1.38
Merlan	47.9	22.35	75	3.87	100	44.01	90.9	74.42
Tacaud	22.9	27.91	100	32.55	95.2	92.67	90.9	78.81
Rouget	8.3	0.25					24.2	4.39
Plie	22.9	1.29	45	1.59	52.4	9.2	42.4	5.36
Flet	2.1	0.04	15	0.68			6.1	2.11
Sole	70.8	15.84	100	62.36	100	53.51	87.9	85.06
Céteau	25	1.95	45	11.72	81	11.08	81.8	15.11
Sprat	8.3	0.54	10	0.23	42.9	21.86	48.5	2.84
Chinchard	29.2	3.73			28.6	0.69	57.6	7.23
Bouquet	10.4	0.37	30	2.39			51.5	86.77
Crevette grise	75	31.72	100	65.09	90.5	431.7	87.9	645.2
Etrille	35.4	1.78	55	26.29	28.6	2.57	66.7	6.17
Seiche	43.8	1.74			9.5	0.2	72.7	9.75
Casseron	95.8	29.77	5	0.11	81	7.12	75.8	14.06
Motelle	4.2	0.08	60	2.73	4.8	0.1	3	0.08
Gobie noir	33.3	1.53	45	2.39	23.1	0.59	54.5	3.17
Gobie buhotte	75	86.6	75	6.82	33.3	51.33	90.9	254.3
Callionyme	91.7	105	90	22.42	95.2	55.88	90.9	127.2
Arnoglosse	6.3	0.12	30	1.02	19	0.69	45.5	2.76
Petite sole jaune	75	31.93	95	116.9	90.5	89.61	81.8	89.12
21 espèces	21 esp		18 esp		18 esp		21 esp	

Baie de Vilaine Groupe PIC Espèces accessoires	Nurse 97		Black 1		Black 2		Nurse 2000	
	occ	d	occ	d	occ	d	occ	d
Petite roussette			5	0.11			3	0.08
Raie bouclée	2.1	0.04	5	0.11	4.8	0.1		
Lieu jaune	2.1	0.04	10	0.23				
St Pierre	6.3	0.12						
Bar commun	20.8	0.87	45	3.87			12.1	0.32
Dorade royale							3	0.08
Dorade grise	8.3	0.46	5	0.11			6.1	0.16
Mulet doré			4.5	3.64				
Mulet porc			5	0.11				
Prêtre	22.9	0.62	15	0.34	4.8	0.1	27.3	1.71
Grondin gris			20	0.91	38.1	2.77	15.2	1.38
Grondin perlon			15	0.57	19	1.58	3	0.08
Turbot	2.1	0.04			4.8	0.1		
Barbue	2.1	0.04						
Sardine							6.1	0.24
Anchois	14.6	1.62			19	0.49	9.1	0.24
Tourteau			10	0.34	4.8	0.1		
Araignée			5	0.11	19	0.4	9.1	0.24
Encornet	18.8	2.65						
Vanneau	6.3	0.37	5.	0.11			12.1	2.27
C. St Jacques					4.8	0.1		
Huître plate							3	0.08
Buccin	6.3	0.17	30	5.58	9.5	7.52	30.3	1.38
Torpille marbrée					9.5	0.3		
Hippocampe	4.2	0.08	25	1.14	9.5	0.3	6.1	0.16
Syngnathe aiguille	4.2	0.08	5	0.11			3	0.08
Petit tacaud	4.2	0.08	5	0.23			3	0.32
Targie naine	2.1	0.04						
28 espèces	16 esp		17 esp		12 esp		16 esp	

Baie de Vilaine Groupe EB Espèces- clefs	Nurse 97		Black 1		Black 2		Nurse 2000	
	occ	d	occ	d	occ	d	occ	d
Aphrodite	62.5	10	95	111.3	61.9	74.62	66.7	84.2
Lagis	4.2	58.5	5	5.69			12.1	2159
Owenia	18.8	223.2	55	243.2	23.8	339.3	24.2	211.1
Sternaspis	45.8	52.8	65	222	52.4	339.7	60.6	211.6
Aporrhais	8.4	0.2	55	14.45	19	5.69	6.1	2.4
Nassa	52.1	26.7	60	330	52.4	208.4	45.5	156.1
Turritella	18.8	10.2	80	430.2			60.6	209.7
Philine	68.8	73.9	55	26.97	42.9	467.9	87.9	1343
Nudibranches	2.1	0.04	40	24.69	28.6	81.11	21.2	27.87
Nucula			30	21.62	19	311	33.3	574.2
Abra	4.2	0.9	20	8.53			18.2	128.7
Acanthocardia	47.9	18.5	60	27.65	28.6	16.48	45.5	381.8
Mactra	10.4	2	30	8.76	4.8	2.19	12.1	98.5
Spisula subt.	6.3	2.7	20	1.59	4.8	2.78	18.2	155.9
Carcinus	6.3	0.7	15	0.46	4.8	1.3	12.1	256.8
Liocarcinus depurator	75	32.2	90	83.98	100	1042	90.9	288.4
Macropodia	45.8	5.6	5	0.11	33.3	20.78	27.3	24.2
Pagurus	83.3	110.6	5	1.02	61.9	79.12	84.8	545.5
Amphiura chiajei	27.1	23.4	10	22.76	14.3	14.38	24.2	130.1
Amphiura brachiata	4.2	0.8			4.8	1	33.3	208.3
Ophiura ophiura	79.1	320.8	30	874	90.5	8853	87.9	11658
Asterias	97.9	112	100	611.4	100	1097	78.8	876.6
Astropecten	20.8	0.7	55	38.12	33.3	39.86	24.2	31.6
Stichopus	14.6	2.3	60	29.81	9.5	1.6	9.1	7.1
Ascidia			5	2.28			9.1	336.2
25 espèces	23 esp		24 esp		21 esp		25 esp	

Baie de Vilaine Groupe EB Espèces accessoires	Nurse 97		Black 1		Black 2		Nurse 2000	
	occ	d	occ	d	occ	d	occ	d
<b>Maldane</b>	4.2	3.6	25	11.04	9.5	4.99		
Dentalium			10	3.41			6.1	8.86
Gibbula	2.1	0.04						
Crepidula			5	0.11			3	0.1
Sipunculus	2.1	0.1						
Chamelea	4.2	0.1	5	0.11	4.8	1.1	3	0.3
Loripes	2.1	0.04						
Pandora					4.8	2.19	6.1	5.6
Pharus	14.6	0.8	20	2.39			6.1	4.4
Spisula sp.	10.4	4.3						
Spisula elliptica	4.2	0.3	5	0.11				
Laevicardium			5	0.11				
Tapes rhomboïdes			5	0.11				
Macoma							6.1	128
Pholas							3	2.4
Atelecyclus	6.3	0.2	10	1.82	28.6	16.78	3	1.7
Liocarcinus pusillus	2.1	0.04						
L. arcuatus	2.1	0.04						
L. vernalis							3	8
Polybius	6.3	0.1			4.8	17.98	6.1	2
Inachus					9.5	1.7	24.2	17.2
Ebalia	2.1	0.04						
Goneplax							3	0.1
Asthenognath us							3	2.3
Marthasterias	10.4	0.2						
Echinocardium	6.3	0.3	10	2.84				
Psammechinus	8.4	0.2	25	9.45	9.5	3.7	3	2.5
Sepiola	2.1	0.1	5	0.11	9.5	12	3	1.5
<b>28 espèces</b>	<b>17 esp.</b>		<b>12 esp.</b>		<b>8 esp.</b>		<b>15 esp.</b>	

## BAIE DE LA VILAINE

### Dynamique saisonnière du peuplement en 2000 :

#### **Peuplement « PIC »**

L'augmentation sensible des densités en septembre traduit l'arrivée et la colonisation des groupes 0, et valide la fonction « nourricerie » de l'habitat.

#### **Peuplement « EB »**

Les plus fortes fréquence et abondance de certaines espèces en février, période de pollution, serait dûe à une plus forte capturabilité de ces espèces ordinairement plus enfouies et qui viendraient en surface du sédiment, comme *Pharus*, *Spisula elliptica*, *Laevicardium*, *Tapes rhomboïdes*, *Echinocardium*, *Psammechinus*.

A l'automne 2000 le peuplement épibenthique présente un état diversifié et un niveau d'abondance élevé, après une déstabilisation modérée et passagère.

### Etat comparé des peuplements en septembre 1997 et 2000.

« PIC » : les mêmes 21 espèces clefs au cours des deux années. Pour les 16 espèces accessoires, 7 ne sont observées qu'en 1997 et 7 autres qu'en 2000, toutes faisant partie de la faune locale.

⇒ même si le protocole de prélèvement est plus efficace, le peuplement PIC est beaucoup plus abondant en 2000 et conserve la même structure.

« EB » : l'épibenthos montre une grande stabilité et une plus forte abondance en 2000.

## ESTUAIRE DE LA LOIRE

### Dynamique saisonnière observée en 2000

**« PIC »** Les espèces-clefs : bonne stabilité au travers des trois campagnes 2000 et dynamique normale qui traduit la réalité de la reproduction et de la colonisation du site par les juvéniles de l'année

**« EB »** Certaines espèces montrent une forte abondance et une répartition par taches,

pas de fortes captures de nécrophages en février, mais effectifs croissants ou stables entre février et juillet (*Nassa*, *Atelecyclus*, *Liocarcinus*, *Pagurus*, *Ophiurides* et *Asterias*). Parmi les espèces endogées, *Macra*, *Spisula elliptica*, *Pharus*, *Echinocardium* sont plus souvent capturés en février, période de pollution aigüe.

La macrofaune épibenthique du site a donc maintenu sa diversité. Son abondance est élevée en septembre, bien qu'une période de déstabilisation ait pu se produire en début d'année.

### Etat comparé des peuplements en septembre 1997 et 2000

**« PIC »** : L'augmentation de l'efficacité du chalut a bien un impact sur les densités observées d'espèces benthiques et démersales, mais elle ne modifie pas l'image de la structure du peuplement PIC

**« EB »** : stabilité du benthos, confortée par une forte augmentation des densités.

## BAIE DE BOURGNEUF

Dynamique saisonnière observée en 2000

« PIC » L'augmentation du nombre des espèces, partant d'un minimum en février (7 espèces) et des densités pour la plupart, atteste d'une colonisation estivale de la nourricerie.

*L'évolution de la sole ne semble pas optimale : baisse des occurrences et abondance relativement faible en juillet, traduisant un affaiblissement du groupe 1 (de février à juillet) et une introduction modérée du groupe 0 en septembre*

« EB »

\* quantité anormale de crépidules moribondes en février  
=> attraction des nécrophages, (*Aphrodite*, *Nassa*, *Turritella* et *Asterias*).

\* captures de bivalves endogés en février

\* prolifération de bivalves en septembre, traduisant un recrutement important (*Nucula*, *Spisula subtruncata*).

La macrofaune épibenthique semble avoir eu une dynamique perturbée en 2000, mais a recouvré en septembre un état très satisfaisant.

Etat comparé des peuplements en septembre 1997 et 2000.

« PIC » : Le peuplement PIC conserve sa diversité et sa structure, alors que son abondance est vraisemblablement supérieure (compte tenu de la meilleure efficacité).

« EB » : Le peuplement EB apparaît en fin d'année 2000 plus riche et plus abondant qu'en 1997.

**PERTUIS BRETON  
(zone témoin)**

**Dynamique saisonnière observée en 2000**

**« PIC » Les espèces-clefs affichent une dynamique normale avec une colonisation vérifiée en septembre pour la quasi totalité des poissons qui y ont leur nourricerie. On notera en particulier la forte densité de soles et de tacauds, due à une forte classe 2000.**

**« EB » Le groupe des espèces-clefs montre une bonne stabilité du nombre d'espèces en cours d'année. Pas de capture anormale d'espèces endogées, à l'exception d'une capture notable d'*Echinocardium*.**

**Etat comparé des peuplements en septembre 1996 et 2000.**

**Sur un laps de quatre années, la liste des espèces-clefs du PIC est identique.**

**Le seul constat est celui d'un très bon niveau de toutes les espèces.**

## COMPARAISON DES DIAGNOSTICS

30 espèces-clefs du PIC et 32 espèces-clefs du groupe EB permettent de fournir une vue synthétique du peuplement des fonds meubles côtiers entre la Vilaine et la Charente.

« PIC »

En raison de l'augmentation de l'efficacité du chalut en 2000, il est difficile de faire une comparaison quantitative avec l'état antérieur. On notera simplement la stabilité de la composition faunistique. Les couples des nombres d'espèces au cours des deux périodes pour Vilaine, Loire, Bourgneuf et Pertuis sont respectivement 26/27, 19/23, 24/24 et 27/27.

### Espèces de référence inter sites

Parmi les 13 espèces strictement communes (permanentes), on retiendra les 5 poissons benthiques et démersaux pour lesquels on dispose d'analyse démographique (composition en taille et âge) : merlan, tacaud, rouget, sole et céteau.

### Rapport 2000/1997 des valeurs des occurrences et des densités

espèce	occurrences				densités			
	Vilaine	Loire	Brgnf	PBret	Vilaine	Loire	Brgnf	PBret
Merlan	1.9	3.4	2	5.6	3.3	8.8	11.8	124
Tacaud	4	6.5	1.5	2.2	2.8	393	3.9	12.7
Rouget	2.9	7.4	1.5	3.8	17.6	234	2.5	42.5
Sole	1.2	2	2	0.9	5.4	6.6	2.7	22
céteau	3.3	7.3	6.8	8.6	7.7	132.5	6.4	25.1

⇒ augmentation significative des occurrences et des densités, au bénéfice de la Loire pour tacaud, rouget et céteau (dont les niveaux y étaient particulièrement bas en 1997) et du Pertuis Breton pour le merlan et la sole.

« EB »

8 taxons sont permanents et communs aux quatre sites : *Aphrodite*, *Nassa*, *Philine* (son absence en baie de Bourgneuf en 1997 est douteuse !), *Atelecyclus*, *Liocarcinus*, *Pagurus*, *Asterias*, *Ophiura*.

### Rapport 2000/1997

espèce	occurrences			densités		
	Vilaine	Loire	Brgnf	Vilaine	Loire	Brgnf
<b>Aphrodite</b>	1.1	1.2	0.9	8.4	35.2	4.7
<b>Nassa</b>	0.9	1	1.5	5.8	8.8	19.3
<b>Philine</b>	1.3	1.8	???	18.2	39.8	???
<b>Atelecyclus</b>	0.5	11.6	3	8.5	119	12.9
<b>Liocarcinus</b>	1.2	1.7	1.1	9	31.9	4.2
<b>Pagurus</b>	1	1.2	2.7	4.9	0.3	70
<b>Asterias</b>	0.8	1	1	7.8	2.3	7.7
<b>Ophiura</b>	1.1	0.8	0.9	36.3	5.1	3.3

⇒ constance générale des occurrences (sauf *Atelecyclus* en Loire) et variations aléatoires des densités, mais très généralement positives.

**CONCLUSION :**  
**PAS D'IMPACT MACROSCOPIQUE MAJEUR**

La variabilité 96/97 – 2000 est inscrite dans les limites « naturelles » à moyen terme, déterminées par le forçage de l'hydroclimat (exemple sole Vilaine sur 20 ans), 96 et 97 étant des années particulièrement faibles.

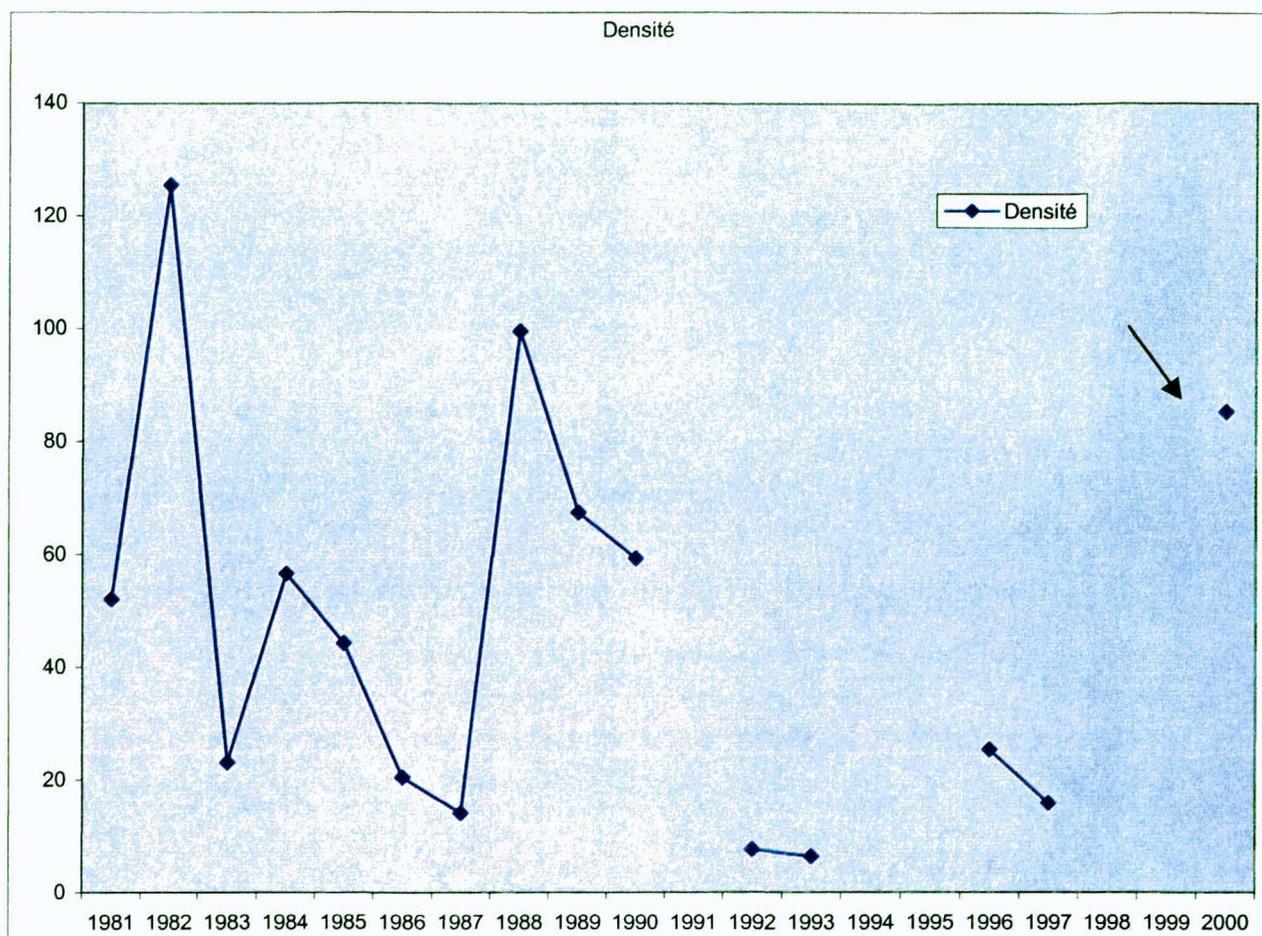
Les perturbations temporaires observées sur l'épi benthos peuvent résulter autant d'un effet « pollution » que d'un effet « tempête ».

La structure des peuplements et la dynamique saisonnière du recrutement ne sont pas altérées.

Les habitats conservent leur fonction de nurserie.

Une analyse fine des impacts physiologiques (croissance, reproduction) et de leur causalité (biomarqueurs spécifiques) reste pertinente dans le cas d'accidents écologiques.

## DIAGNOSTIC SUR LA SOLE : densités en automne en baie de Vilaine



Variabilité interannuelle élevée liée à l'hydroclimat local  
(effet positif des débits fluviaux d'hiver-printemps)

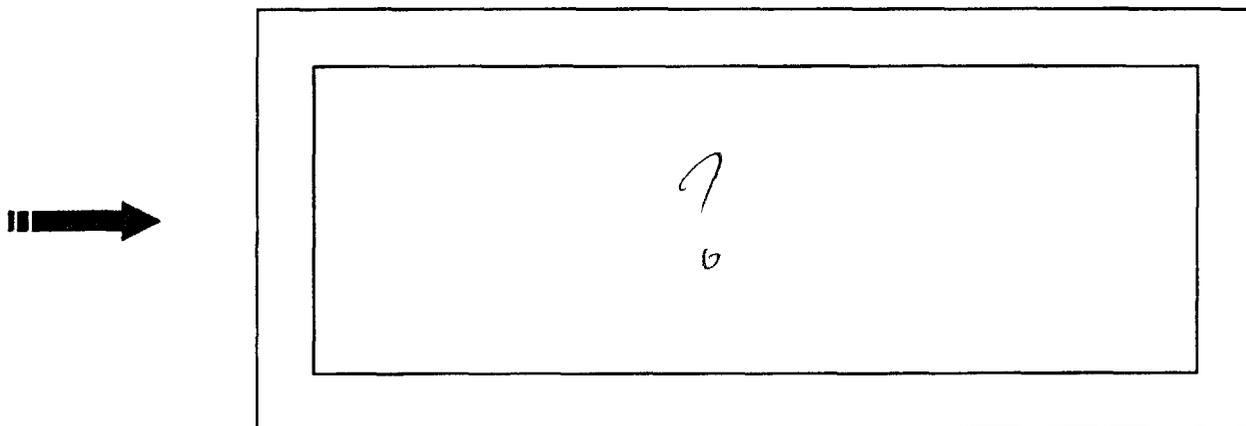
### Dynamique saisonnière des juvéniles de sole en Vilaine :

- permanence des juvéniles / 4 campagnes, groupes 0 et 1 dominants
- colonisation débute en juillet, classe de l'année domine en septembre (groupe 0) puis février (groupe 1)

Le schéma est général dans tous les sites, le groupe 0 étant parfois (Loire et Pertuis) non capturable en juillet (limitation d'accès aux petits fonds)

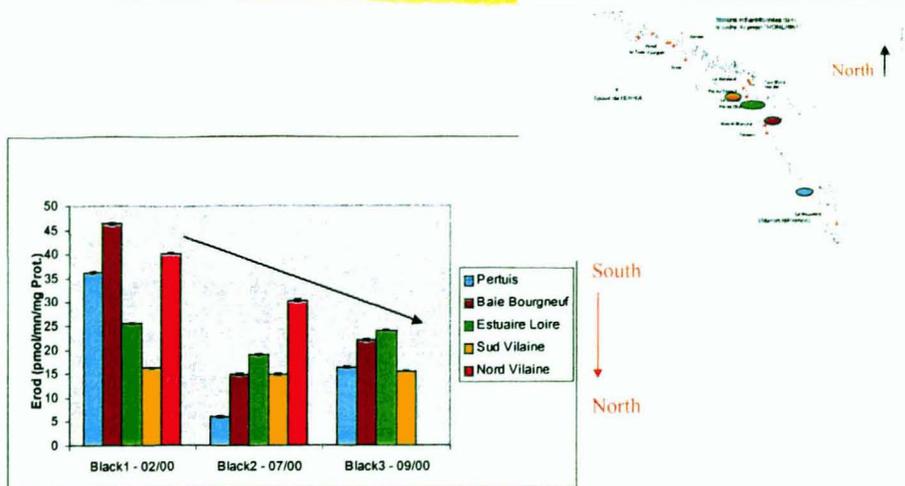
### Comparaison entre les sites en septembre

- le groupe 0 est dominant (sauf en Loire)
- les tailles moyennes du groupe 0 varient, elles sont plus fortes en Vilaine : effet local de l'hydroclimat ?

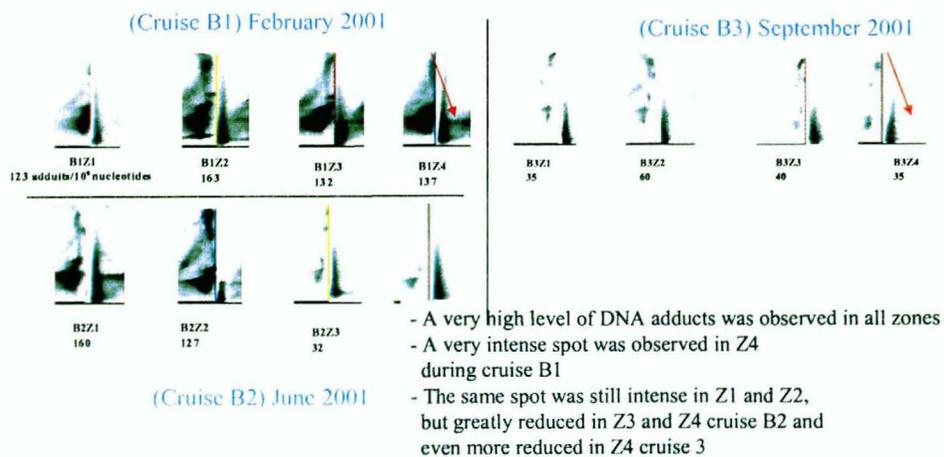


**ANNEXE 9 :**  
**PROJET ECTOPHY (b)**

## EROD activity in the sole *Solea solea*



## DNA adducts in juveniles *Solea solea*



**ANNEXE 10 :**  
**PROJET ECTOPHY (c)**

**Résultats exposés (cf :tableau) :**

- le rapport ARN/ADN ne présente de valeurs moyennes critiques ( $<2$ ) pour aucun des sites touchés. Les valeurs moyennes pour ces mêmes sites ne semblent pas non plus présenter de différences importantes avec celle du site témoin ( le Pertuis Breton). Les conditions de nutrition ne semblent donc pas avoir été altérées.
- Les indices morphométriques « K » et « B » (cf : tableau) ne présentent pas non plus de valeurs différentes entre les sites touchés et le site témoin. Les conditions de « croissance » ne semblent donc pas avoir été altérées non plus.

Il reste cependant à vérifier ces résultats préliminaires avec des analyses statistiques.

**Moyenne et écart-type des différents paramètres mesurés:**

n: le nombre d'individu

K:  $( W / Ls^3 )$  indice de condition de Fulton, 1911 en  $mg.mm^{-3}$

B:  $( W / Ls^2 * Ht )$  indice de condition de Jones *et al.*, 1999 en  $mg.mm^{-3}$

ARN/ADN: le rapport ARN/ADN du poisson.

(Ht: hauteur du poisson)

zone	n	K	B	ARN/ADN
Vilaine	25	0,012	0,049	2,6
		0,00	0,00	1,02
Loire	29	0,011	0,048	3,2
		0,00	0,00	0,76
Bourgneuf	30	0,011	0,045	2,9
		0,00	0,00	0,88
P. Breton	34	0,011	0,043	3,0
		0,00	0,00	0,78

**ANNEXE 11 :**

**SUIVI DE LA CONTAMINATION DES COQUILLAGES**

## **Bilan de la surveillance mise en place par les laboratoires côtiers de l'Ifremer dans les zones conchylicoles depuis le naufrage de l'ERIKA.**

Le 12 décembre 1999, le pétrolier ERIKA, dont les cuves contenaient environ 35 000 tonnes de fioul lourd, s'est brisé en deux à 70 km au sud de la pointe de Penmarch dans le Finistère. Les deux parties de l'épave ont coulé par 120 m de fond et des nappes de fioul ont rapidement commencé à dériver vers le sud pour atteindre, entre le 24 et le 26 décembre 1999, les 400 km de côtes entre le Finistère et la Vendée. La quantité de fioul répandue sur les côtes a été estimée entre 18 000 et 20 000 tonnes. Les principaux arrivages de fioul ont eu lieu jusqu'à la fin du mois de décembre 1999, touchant avec plus ou moins d'intensité tous les milieux (plages, cordons dunaires, vasières, rochers, falaises) sous forme de nappes, plaques et boulettes. Des échouages de moindre importance se sont poursuivis tout au long de l'année 2000, du fait des écoulements persistants de l'épave de l'ERIKA (dont le reste de la cargaison n'a été pompé qu'au cours de l'été 2000) et des conditions météorologiques (forts vents et courants d'ouest favorisant la remise en suspension du polluant et son dépôt sur le littoral).

A partir du 20 décembre 1999, anticipant l'arrivée des nappes de fioul sur le littoral des Pays de la Loire et le déclenchement du plan POLMAR - Terre, le laboratoire DEL/NT, comme les laboratoires côtiers de Concarneau, La Trinité-sur-mer et Bouin, a réalisé des prélèvements de coquillages sur une quarantaine de points afin de disposer d'un état initial de la contamination du littoral par les HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques) permettant d'affiner les connaissances acquises depuis plusieurs années sur les points de suivi régionaux régulièrement échantillonnés dans le cadre du RNO. Après l'échouage du fioul, ces prélèvements ont continué à un rythme mensuel, voire bimensuel dans certains secteurs.

Entre fin décembre 1999 et mi-février 2000, les Préfets ont prononcé des arrêtés successifs d'interdiction de ramassage et de commercialisation des coquillages, sur la base des constats visuels réalisés conjointement sur le terrain par les agents de l'Ifremer, des DDAM<sup>1</sup>, des professionnels de la conchyliculture et de l'ITOPF<sup>2</sup>.

La détermination par l'AFSSA<sup>3</sup> de la valeur - guide de 500 µg/kg de poids sec de chair de coquillage pour la somme de 16 HAP<sup>4</sup> reconnus au plan international comme présentant des risques de toxicité a permis de fixer au niveau interministériel un seuil d'exclusion de 1000 µg/kg poids sec (soit 1 mg/kg poids sec) au delà duquel l'exploitation et le ramassage des coquillages sont strictement interdits.

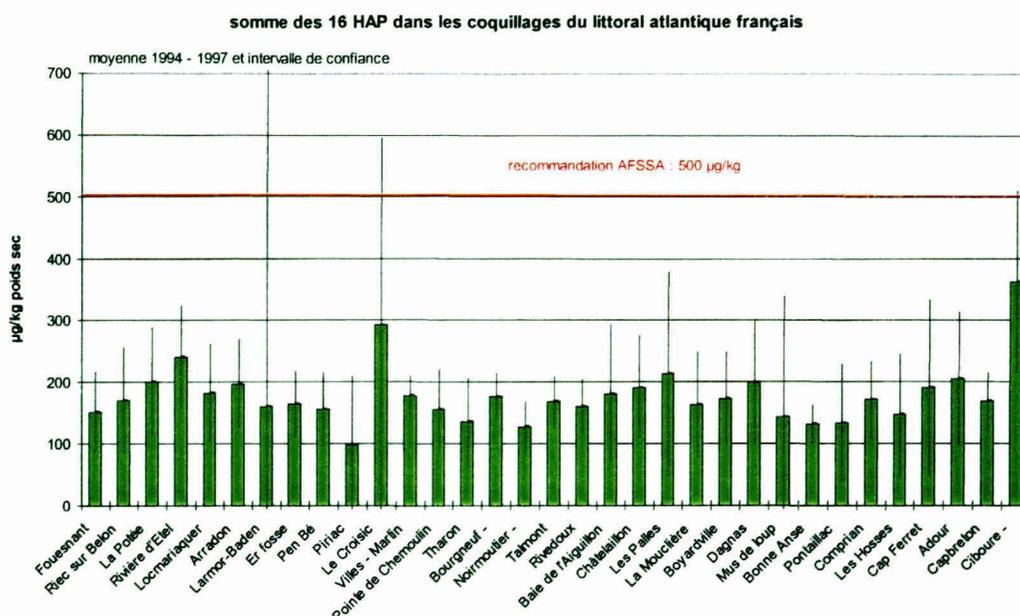
<sup>1</sup> DDAM : Direction Départementale des Affaires Maritimes

<sup>2</sup> ITOPF : International Tankers Owners Pollution Federation

<sup>3</sup> AFSSA : Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments

<sup>4</sup> HAP : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques. Les 16 HAP dont la recherche est recommandée par l'AFSSA sont : naphthalène, acénaphthylène, acénaphtène, fluorène, phénanthrène, anthracène, fluoranthène, pyrène, benzo[a]anthracène, chrysène, benzo[b]fluoranthène, benzo[k]fluoranthène, benzo[a]pyrène, dibenzo[ah]anthracène, benzo[ghi]pérylène et indéno[123-cd]pyrène.

La valeur – guide et le seuil d'exclusion ont été fixés en fonction des données épidémiologiques existantes et des résultats enregistrés par le RNO sur le littoral français, dont le graphique ci-dessous donne un aperçu pour la façade atlantique. On peut noter que dans la région des Pays de la Loire, le secteur du Croisic présente une contamination chronique avec des pics occasionnels dont l'origine n'est pas clairement identifiée à ce jour



Dès février 2000, les résultats d'analyses réalisées suite aux recommandations de l'AFSSA sont venues valider les observations faites sur le terrain. L'analyse systématique, dans les secteurs présentant une contamination supérieure à la valeur-guide, de quatre familles de composés caractéristiques du fioul de l'ERIKA a par ailleurs été entreprise, et les données acquises feront l'objet d'une exploitation ultérieure.

La gestion sanitaire des zones conchylicoles des quatre départements touchés par la marée noire de l'ERIKA a été rendue possible par la mise en place d'une convention tripartite entre la DPMA<sup>5</sup>, le Préfet de Loire-Atlantique coordonnateur du plan POLMAR-Terre et l'Ifremer. Cette convention prévoyait, sur l'ensemble de l'année 2000, un suivi mensuel (voire bi-mensuel dans les secteurs les plus pollués) de la contamination des coquillages par les HAP. Les résultats obtenus sur plus de 80 points échantillonnés chaque mois ont ainsi permis à l'administration de prendre les mesures nécessaires pour gérer au mieux l'ouverture et la fermeture des zones conchylicoles.

Après leur diffusion aux préfets, DDAM et organisations professionnelles des départements concernés, ces résultats sont synthétisés et mis à jour régulièrement sur le site internet de l'Ifremer <http://www.ifremer.fr> dont sont extraites les cartes de la page suivante pour les départements de Loire-Atlantique et de Vendée.

<sup>5</sup> DPMA : Direction de Pêches Maritimes et de l'Aquaculture, dépendant du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche.

En Loire-Atlantique et en Vendée (à l'exception de la baie de l'Aiguillon), l'ensemble du littoral a été touché à des degrés divers. De janvier à mars 2000, plus de 95% des secteurs conchylicoles et des zones de pêche à pied professionnelle et de loisir faisaient l'objet de mesures d'interdiction. Dans son rapport paru en décembre 2000 sur les « conséquences économiques et environnementales de la marée noire », le Conseil Economique et Social de la Région des Pays de la Loire estime que le coût provisoire de la marée noire s'élève à un montant de 2000 à 2500 MF. Si le préjudice le plus important touche les professions touristiques (entre 850 et 1300 MF), les professionnels de la mer ont eux aussi été sévèrement touchés avec un préjudice estimé à 100 MF dont 35 MF pour les seuls conchyliculteurs.

En Loire-Atlantique, la durée moyenne de fermeture des zones conchylicoles a été de 3 à 5 mois et une zone est toujours fermée fin décembre 2001.

La pêche à pied professionnelle et de loisir, interdite dès le 28/12/1999 dans ce département, a été autorisée par réouvertures successives entre juin et décembre 2000 selon l'état sanitaire des différents secteurs, dont l'un reste fermé en décembre 2000.

En Vendée, de nombreuses zones conchylicoles ont été réouvertes dès mars 2000, notamment en baie de Bourgneuf dont les différents secteurs sont restés fermés en moyenne de 4 à 6 semaines. En revanche, sur la côte ouest de Noirmoutier les fermetures ont duré jusqu'à 6 mois et en décembre 2000, un secteur présentait encore des niveaux de contamination par les HAP incompatibles avec la commercialisation des coquillages.

La pêche à pied professionnelle est restée interdite 4 mois et la pêche de loisir 7 mois, ne redevenant possible qu'en août 2000.

La surveillance mise en place pour répondre à un souci immédiat de gestion des zones conchylicoles, dont la fermeture a largement pénalisé l'économie des entreprises conchylicoles de la région, se poursuit en 2001 sur 25 points environ, toujours dans le cadre d'une convention Ifremer / DPMA / Préfecture de Loire-Atlantique.

T. André ?

