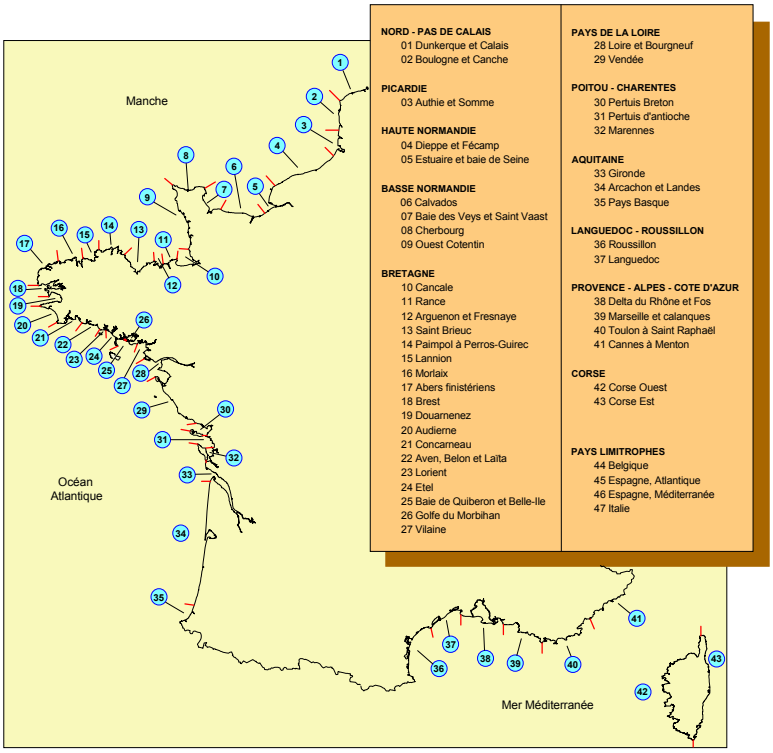


Surveillance du Milieu Marin

Travaux du Réseau National d'Observation de la Qualité du Milieu Marin

Edition 1997

MINISTÈRE DE L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE ET DE L'ENVIRONNEMENT

Ifremer

INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE POUR L'EXPLOITATION DE LA MER

SOMMAIRES DES EDITIONS PRECEDENTES

EDITION 1988 (épuisée)

LE RNO : PROGRAMMES ACTUELS
NIVEAUX ET TENDANCES DES PARAMETRES PRIORITAIRES
GROS PLAN SUR LES NITRATES EN RADE DE BREST

EDITION 1989-1990

LE RNO : PROGRAMMES ACTUELS
NIVEAUX ET TENDANCES DES PARAMETRES PRIORITAIRES (suite)
GROS PLAN SUR LA SURVEILLANCE DES EFFETS BIOLOGIQUES

EDITION 1991

LE RNO : PROGRAMMES ACTUELS
TENDANCES DES POLLUANTS DANS LA MATIERE VIVANTE
GROS PLAN SUR LA SURVEILLANCE MICROBIOLOGIQUE ET PHYTOPLANCTONIQUE

EDITION 1992-1993

LE RNO : PROGRAMMES ACTUELS
SURVEILLANCE DES ELEMENTS NUTRITIFS ET DE LA CHLOROPHYLLE
QUALITE DU MILIEU MARIN LITTORAL : UNE SYNTHESE

EDITION 1994

LE RNO : PROGRAMMES ACTUELS
SURVEILLANCE DES EFFETS BIOLOGIQUES PAR LA MESURE DE L'ACTIVITE ENZYMATIQUE EROD
L'ARSENIC ET LE CHROME DANS LES COQUILLAGES

EDITION 1995

LE RNO : PROGRAMMES ACTUELS
LES CONTAMINANTS DANS LA MATIERE VIVANTE
LES METAUX LOURDS DANS LES SEDIMENTS DE LA BAIE DE SEINE (CAMPAGNE 1993)

EDITION 1996

LE RNO : PROGRAMMES ACTUELS
LE MACROBENTHOS MARIN : TEMOIN DES VARIATIONS DE L'ENVIRONNEMENT COTIER
LA SURVEILLANCE DES CONTAMINANTS DANS LA MATIERE VIVANTE : COMPARAISON FRANCE / ETATS-UNIS

En cas d'utilisation de données ou d'éléments de ce bulletin, il doit être cité sous la forme suivante :
RNO 1997.- Surveillance du Milieu Marin. Travaux du RNO. Edition 1997. Ifremer et Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement. 32 p.

MINISTÈRE DE L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE ET DE L'ENVIRONNEMENT

INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE POUR L'EXPLOITATION DE LA MER

Surveillance du milieu marin

TRAVAUX DU RNO

Edition 1997

1

LE RNO : PROGRAMMES ACTUELS

2

QUADRIGE, UNE BASE DE DONNEES POUR L'ENVIRONNEMENT LITTORAL

R·N·O

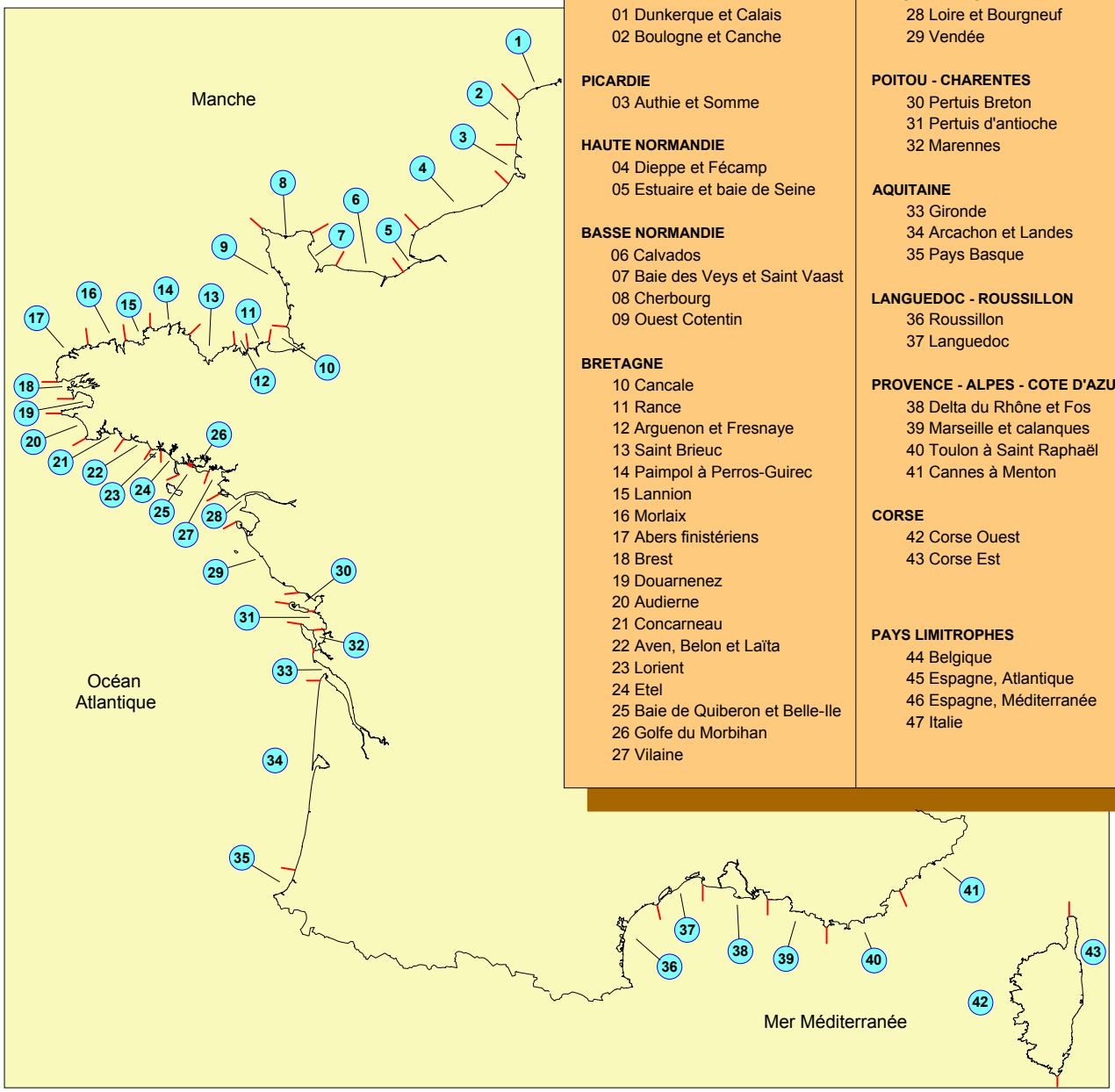
RESEAU NATIONAL D'OBSERVATION
DE LA QUALITE DU MILIEU MARIN

RNO/BULL97

RESEAU NATIONAL D'OBSERVATION DE LA QUALITE DU MILIEU MARIN

DISPOSITION DES SITES DE SURVEILLANCE

(NOUVELLES DEFINITIONS "QUADRIGE". Voir chapitre 2)



NORD - PAS DE CALAIS
- 01 Dunkerque et Calais
- 02 Boulogne et Canche

PICARDIE
- 03 Authie et Somme

HAUTE NORMANDIE
- 04 Dieppe et Fécamp
- 05 Estuaire et baie de Seine

BASSE NORMANDIE
- 06 Calvados
- 07 Baie des Veys et Saint Vaast
- 08 Cherbourg
- 09 Ouest Cotentin

BRETAGNE
- 10 Cancale
- 11 Rance
- 12 Arguenon et Fresnaye
- 13 Saint Brieuc
- 14 Paimpol à Perros-Guirec
- 15 Lannion
- 16 Morlaix
- 17 Abers finistériens
- 18 Brest
- 19 Douarnenez
- 20 Audierne
- 21 Concarneau
- 22 Aven, Belon et Laïta
- 23 Lorient
- 24 Etel
- 25 Baie de Quiberon et Belle-Ile
- 26 Golfe du Morbihan
- 27 Vilaine

PAYS DE LA LOIRE
- 28 Loire et Bourgneuf
- 29 Vendée

POITOU - CHARENTES
- 30 Pertuis Breton
- 31 Pertuis d'antioche
- 32 Marennes

AQUITAINE
- 33 Gironde
- 34 Arcachon et Landes
- 35 Pays Basque

LANGUEDOC - ROUSSILLON
- 36 Roussillon
- 37 Languedoc

PROVENCE - ALPES - COTE D'AZUR
- 38 Delta du Rhône et Fos
- 39 Marseille et calanques
- 40 Toulon à Saint Raphaël
- 41 Cannes à Menton

CORSE
- 42 Corse Ouest
- 43 Corse Est

PAYS LIMITROPHES
- 44 Belgique
- 45 Espagne, Atlantique
- 46 Espagne, Méditerranée
- 47 Italie

1 LE RNO : PROGRAMMES ACTUELS

1. CADRE GÉNÉRAL

Le Réseau National d'Observation de la qualité du milieu marin (RNO) a été mis en place par le Ministère chargé de l'Environnement avec pour premier objectif l'évaluation des niveaux et des tendances des polluants et des paramètres généraux de la qualité du milieu marin.

Les premiers prélèvements ont débuté en juin 1974, et jusqu'en 1978 ont essentiellement porté sur les eaux marines. Par la suite se sont développés les programmes de surveillance dans la matière vivante et le sédiment. Le progrès des connaissances, et notamment une analyse critique des résultats de la période 1974-1984, a permis d'optimiser les programmes "niveaux et tendances".

En 1987 un deuxième objectif, la surveillance des effets biologiques, a été introduit dans les programmes du RNO. Cette surveillance vise à évaluer la qualité du milieu marin par la mesure des perturbations biologiques de la flore ou de la faune.

L'ensemble des activités du RNO est coordonné par l'IFREMER pour le compte du Ministère chargé de l'Environnement.

2. PROGRAMMES EN COURS ET TRAVAUX MENÉS EN 1996

2.1. Surveillance des paramètres généraux de qualité

Cette surveillance ne porte que sur les masses d'eaux. Les paramètres de base sont la température, la salinité, les sels nutritifs (nitrate, nitrite, ammonium, phosphate), la chlorophylle et les phéopigments. Sur certains sites, l'oxygène dissous et le silicate sont aussi mesurés.

Ce type de surveillance est pratiqué sur douze sites : Calais-Dunkerque, baie de Seine, baie des Veys, rade de Brest, rade de Lorient, estuaire de la Loire, Gironde, golfe de Fos, étang de Berre, Cortiou, Villefranche sur Mer-Menton et golfe d'Ajaccio. En Manche-Atlantique, ce suivi comporte deux à cinq campagnes par an, uniquement en périodes hivernale et estivale, et le plan d'échantillonnage s'attache à décrire au mieux l'ensemble de la masse d'eau par des prélèvements répartis sur toute la gamme de salinité. En Méditerranée, six à douze campagnes par an portent sur un nombre limité de stations fixes. Sur la quasi totalité des sites, les Cellules Qualité des Eaux Littorales (CQEL) du Ministère chargé de l'Environnement, avec l'appui des Ports Autonomes, organisent les campagnes dont les analyses sont confiées à des laboratoires locaux. Le tableau 1 récapitule le volume des travaux de surveillance dans l'eau menés en 1996.

Régions	Sites	Nombre de campagnes Hiver	Eté	Nombre de points visités par campagne	Nombre d'échantillons pour l'année
Nord-Pas de Calais	1. Dunkerque	2	1	20	60
Haute Normandie	5. Seine (baie) 5. Seine (estuaire)	3 6 dans l'année	2	10 2	150 12
Basse Normandie	7. baie des Veys	2	2	3	20
Bretagne	18. Brest 23. Lorient	3 2	1 2	30 15	120 60
Pays de la Loire	28. Loire	3	2	7	125
Aquitaine	33. Gironde	2	2	10	120
Provence-Alpes-Côte d'Azur	38. Fos (golfe) 38. Fos (Rhône) 38 Berre 39. Cortiou 41. Nice - Menton	10 dans l'année 12 dans l'année 10 dans l'année 6 dans l'année 8 dans l'année		5 1 2 4 5	90 12 70 84 80
Corse	42. Ajaccio	2	1	10	42
	TOTAL	**84**		**124**	**1 045**

Tableau 1 : Surveillance 1996 (hydrologie) présentée selon le nouveau découpage du littoral (cf. 2ème partie).

2.2. Surveillance des polluants

Compte tenu des difficultés et du coût des analyses à très faible concentration dans l'eau, cette surveillance porte en priorité sur la matière vivante, essentiellement des moules et des huîtres utilisées comme indicateurs de contamination. Une centaine de points de prélèvements sur 43 sites du littoral sont échantillonnés quatre fois par an par les agents IFREMER. Les analyses sont effectuées au Centre IFREMER de Nantes pour les métaux et de Brest pour les polluants organochlorés. Les mesures d'hydrocarbures sont sous-traitées. Une partie aliquote des échantillons est systématiquement conservée pour d'éventuels contrôles ou pour la recherche ultérieure d'autres contaminants. Les paramètres mesurés sont présentés ci-dessous :

Paramètres mesurés dans la matière vivante

Métaux :
mercure (Hg), cadmium (Cd), plomb (Pb), zinc (Zn), cuivre (Cu)

Organochlorés :
DDT, DDD, DDE,
lindane (γHCH), αHCH,
polychlorobiphényles (Congénères 28, 52, 101, 105, 118, 138, 153, 180)

Hydrocarbures polyaromatiques *(une fois par an)*
Naphtalène, Fluorène, Phénantrène, Anthracène, Acénaphtène, Acénaphtylène, Fluoranthène, Pyrène, Benzo(a)anthracène, Chrysène, Benzo(a)pyrène, Dibenzo(a,h)anthracène, Benzo(b)fluoranthène, Benzo(k)fluoranthène, Benzo(g,h,i)pérylène, Indéno(1,2,3-cd)pyrène

En complément à ce programme principal, et pour satisfaire notamment aux obligations internationales de la France, la surveillance des polluants s'effectue aussi dans le poisson (baie de Seine) ainsi que dans les sédiments. Ces derniers peuvent conserver dans leurs couches successives toute l'histoire chimique d'une région. En fonction des vitesses de sédimentation, des remises en suspension, de la bioturbation, etc., les premiers centimètres de la couche superficielle peuvent intégrer plusieurs années de contamination. Dans ces conditions il est inutile de revenir tous les ans sur un même lieu. Une campagne annuelle portant sur des façades différentes chaque année permet de couvrir en huit à dix ans l'ensemble du littoral français. Les polluants recherchés sont les mêmes que dans la matière vivante, accompagnés des paramètres descriptifs et normalisateurs propres à cette matrice, tels que granulométrie, carbone organique, carbonates, perte au feu, aluminium, fer, lithium, manganèse. En 1996, cette surveillance a porté sur les étangs littoraux languedociens.

Le tableau 2 récapitule le volume des travaux de surveillance des polluants dans la matière vivante menés en 1996.

Régions	**Nombre de points de prélèvements**	**Nombre d'échantillons pour l'année**	**Espèce**
Nord - Pas de Calais	4	16	Moule
Picardie	2	8	Moule
Haute Normandie	8 1	32 25	Moule Flet
Basse Normandie	10	40	Moule
Bretagne	12 14	48 56	Moule Huître
Pays de la Loire	4 3	16 12	Moule Huître
Poitou - Charentes	1 8	4 32	Moule Huître
Aquitaine	1 10	4 40	Moule Huître
Languedoc - Roussillon	7	28	Moule
Provence - Alpes - Côte d'Azur	12	48	Moule
Corse	3	12	Moule
TOTAL	**100**	**421**	

Tableau 2 : Surveillance 1996 (matière vivante) présentée selon le nouveau découpage du littoral (cf. 2ème partie). Un échantillon se compose de 50 individus de moules ou de 10 individus d'huîtres analysés ensemble, ou d'un poisson dont l'analyse porte sur le muscle et sur le foie.

2.3. Surveillance des effets biologiques

Cette surveillance peut se faire à différents niveaux d'organisation biologique (communauté, population, individu, cellule, ...) et met en oeuvre pour chacun des méthodes adaptées. Aussi, il n'existe pas encore vraiment de consensus au plan international sur le choix des techniques à mettre en oeuvre, hormis la nécessité de parvenir à ce consensus compte tenu de son importance. Toutefois, sur proposition des différents pays, des recommandations de techniques appliquées à la surveillance d'effets biologiques sont incorporées aux programmes de surveillance internationaux et

donc au RNO qui y participe. Les groupes zoologiques concernés sont la macrofaune benthique, les larves d'huîtres, les poissons.

Jusqu'en 1991, l'activité RNO dans ce domaine a donc consisté à mener à bien des études de faisabilité des techniques de surveillance biologique jusqu'à leur mise en oeuvre éventuelle dans un programme de routine. A partir de 1992, 2 sites pilotes ont été créés pour la mesure en routine de l'activité enzymatique EROD (Ethoxyrésorufine-o-dééthylase). Il s'agit des laboratoires IFREMER de Port-en-Bessin sur la baie de Seine et de Toulon sur la Méditerranée. Ces laboratoires effectuent chacun 2 campagnes par an dans leur zone respective. Chaque campagne donne lieu au prélèvement et à l'analyse d'environ 200 échantillons de poissons.

Comme par le passé, le RNO a soutenu financièrement le suivi benthique des Pierres Noires réalisé par le Laboratoire de Biologie des Invertébrés Marins et Malacologie du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris, avec le soutien de la Station Biologique de Roscoff. Cette action qui a débuté à l'époque de l'échouage de l'Amoco Cadiz s'intègre bien dans la programmation de la surveillance des effets biologiques. Les résultats acquis ont été présentés dans le bulletin 1996.

2.4. Assurance de qualité

L'organisation d'intercalibrations spécifiques au RNO, l'aide aux laboratoires, le suivi des développements méthodologiques restent un thème permanent dans les programmes RNO. La participation aux exercices internationaux de calibration est systématiquement recherchée. IFREMER et de nombreux Laboratoires partenaires du RNO sont impliqués dans le programme QUASIMEME (*Quality Assurance for Information from Marine Environmental Monitoring in Europe*) auquel participent 84 laboratoires de 17 pays, et dans un exercice CIEM portant sur l'analyse des congénères de PCB. Ces deux programmes s'étalent sur plusieurs années. Dans le cadre de QUASIMEME de nombreux exercices sont organisés, portant sur les métaux lourds et les organochlorés dans la matière vivante et le sédiment, ainsi que sur les sels nutritifs dans l'eau. En ce qui concerne les analyses de routine dans la matière vivante et le sédiment, l'usage de matériel de référence, inclus dans les séries analytiques est systématique.

2.5. Gestion des données. Publications

La mise en pratique du principe de gestion informatisée des données conduit à un système qui a fortement évolué depuis l'origine, en parallèle avec le développement de l'outil informatique lui-même, aussi bien matériel que logiciel. Jusqu'en 1995 le système RNO était composé d'un Système de Gestion de Base de Données (SGBD), associé à un langage d'interrogation. Quelques utilisateurs pouvaient extraire les données et les diffuser. Cependant, malgré les nombreuses améliorations dont elle a bénéficié depuis 1974, la base RNO souffrait de l'ancienneté de sa conception. IFREMER a donc entrepris la refonte et la fusion des bases de données des différents réseaux de surveillance dont il a la charge. Le but de l'opération est de mettre en place une base moderne (QUADRIGE), regroupant notamment les données du RNO et des réseaux REMI et REPHY (voir édition de 1991).

Depuis juillet 1996, la base Quadrige est apte à recevoir les données RNO. Les divers outils et programmes d'extraction sont en cours de développement. L'homogénéisation des concepts et des structures entre les différents réseaux de mesure contenus dans cette base a induit quelques modifications pour le RNO. En particulier, le découpage du littoral est différent. Cette édition 1997 du bulletin RNO est entièrement consacrée à la présentation de QUADRIGE et aux changements qui en découlent.

En 1988, le besoin d'une information régulière et synthétique sur les résultats des travaux du RNO a mené à la création du présent document. Depuis 1988 les éditions successives ont présenté les résultats d'un volet particulier du RNO (voir sommaires en page de garde).

Depuis l'édition 1996 de ce bulletin, plusieurs publications en relation avec les techniques ou les résultats de la surveillance RNO sont parues :

CANTIN C., 1996. Contamination du milieu marin par les micropolluants (résultats du RNO de 1979 à 1994). 1 : Les estuaires de la côte basque, 2 : Le bassin d'Arcachon, 3 : L'estuaire de la Gironde. *Rapports IFREMER R.INT.DEL/96-05/Arcachon.* 38 p., *96-09.* 54 p., *96-10.* 46 p.

CAPLAT C. et TEXIER H., 1997. Collecte et synthèse des données sur les pollutions géochimiques et bactériologiques dans les sédiments du littoral du Calvados. *Rapport de l'Université de Caen et de l'Agence de l'Eau Seine-Normandie.* 90 p.

GODEFROY D., BURGEOT T., LE GRAND J., 1996. L'éthorésorufine-O-déethylase (EROD), biomarqueur d'exposition aux polluants du milieu marin : Mise en place d'un réseau expérimental de surveillance des effets biologiques en baie de Seine et résultats préliminaires. *J. de Recherche Océanographique*, 1996,vol. 21, n°3 et 4 : 83-87.

GROUHEL A., ETOURNEAU C., LAMONT L., 1996. La qualité du milieu marin littoral normand du Tréport au Mont-Saint-Michel. *Rapport IFREMER et Agence de l'Eau Seine-Normandie.* 156 p.

HITIER B., OLIVESI R., RYBARCZYK H., DELESMONT R., MOREL M., LOQUET N., 1995. Suivi régional des nutriments sur le littoral Nord-Pas de Calais / Picardie. *Rapport IFREMER et Agence de l'Eau Artois Picardie.* 57 p.

LE BEC C., 1997. Lagune de Bages-Sigean. Bilan de la contamination des coquillages. *Rapport IFREMER DEL/Sète destiné aux Affaires Maritimes*. 14 p.

3. ASPECTS INTERNATIONAUX

Le cadre international dans lequel le RNO s'insère vient d'évoluer assez récemment. La Convention de PARIS et la Convention d'OSLO ont fusionné en 1994 pour devenir la Convention de PARIS, dite convention OSPAR. Cet accord international sur la protection de la mer dans l'Atlantique du nord-est reprend les mandats des deux précédentes, mais enrichit son activité de l'expérience acquise par la North Sea Task Force, qui avait préparé un rapport d'état de santé de la Mer du Nord.

OSPAR s'intéresse donc à la surveillance et à la réduction des pollutions d'origine tellurique (ancienne Convention de Paris) et des immersions à partir de bateaux ou d'aéronefs (ancienne Convention d'Oslo). Mais elle a aussi dans son programme de travail la préparation, à l'horizon de l'an 2000, d'une évaluation de la qualité du milieu marin sur la zone de la convention. Ceci suppose de procéder d'abord à une description scientifique des influences de l'activité humaine sur le milieu marin, dans les domaines physiques, chimiques et biologiques, puis d'en faire une évaluation globale qui permette d'orienter les décisions politiques d'aménagement et de restauration du milieu.

Les travaux d'OSPAR sont organisés en trois niveaux. La Commission est le niveau politique qui suit la mise en oeuvre de la convention. En dessous, on trouve deux groupes technico-politiques : PRAM (*Programmes and measures committee*) traite des aspects plutôt réglementaires et industriels comme les permis d'immersion ou les technologies propres, et ASMO (*Environmental assesment and monitoring committee*) prépare le rapport d'état "QSR 2000". Enfin, plusieurs groupes de

travail, rattachés à PRAM ou ASMO s'occupent de domaines techniques spécialisés. Parmi ceux-ci, le groupe SIME (*Concentrations, trends and effects of substances in the marine environment*) est celui qui traite les données de surveillance, dont celles du RNO.

Le groupe SIME a adopté une démarche qui tente de redéfinir la stratégie de la surveillance en lien avec l'évaluation. Pour simplifier, on peut dire que cette démarche préconise de mettre en oeuvre un programme de surveillance uniquement pour répondre à une question bien définie, et lorsque des critères d'évaluation des résultats ont été déterminés.

Le comité ASMO a avalisé cette démarche, et procédé à la constitution de la liste des problèmes d'environnement identifiés qui va permettre de définir les programmes de surveillance pour les eaux de la convention. Ces programmes portent soit sur l'ensemble de la zone, soit sur l'une ou l'autre des sous-régions qui la compose. Le RNO se trouve impliqué dans la sous-région II (Mer du Nord et Manche) et dans la sous-région IV (Golfe de Gascogne et côtes ibériques).

En Méditerranée, la Convention de Barcelone, qui est le pendant méditerranéen d'OSPAR, est en cours de révision. Et le programme de surveillance qui lui est lié (MED POL) entrera dans une phase III qui est l'objet de travaux de préparation.

---

2 QUADRIGE, UNE BASE DE DONNEES POUR L'ENVIRONNEMENT LITTORAL

1. INTRODUCTION

L'Ifremer exerce de longue date des tâches de surveillance et de contrôle de la qualité du milieu marin et de ses ressources. Certaines de ces tâches sont réalisées de façon très organisée et systématique, couvrant "en réseau" l'ensemble du littoral français : le Réseau National d'Observation de la qualité du milieu marin (RNO), le réseau de surveillance du phytoplancton (REPHY) et le réseau de surveillance microbiologique (REMI).

Par ailleurs, l'Ifremer réalise pour le compte d'Electricité de France un programme scientifique intitulé "Impacts des Grands Aménagements énergétiques en bord de mer" (IGA). Il a pour objet de surveiller, sur le milieu marin et estuarien et ses ressources, les effets des centres de production nucléaire d'électricité installés sur le littoral.

Chacun de ces réseaux ou programme était doté en propre d'un système informatisé de gestion de ses données en fonction de ses besoins et de l'état de l'art au moment de sa mise en route. Le projet QUADRIGE a eu pour objet de procéder à une refonte complète de ces systèmes en un seul bénéficiant des avancées récentes en matière de gestion de données, aussi bien matérielles que logicielles.

La base de données issue du projet QUADRIGE a été bâtie pour accueillir en premier lieu les données des réseaux et programmes de surveillance du milieu marin littoral gérés par L'Ifremer. Cependant, la nécessaire confrontation des acteurs des différentes disciplines a permis d'élaborer un modèle conceptuel des données plus général. Ainsi, la base QUADRIGE peut satisfaire la plus grande part des besoins existants en matière d'archivage de résultats issus de prélèvements en milieu marin littoral, et donc s'ouvrir sur d'autres programmes d'environnement.

Le regroupement dans un même système des données de plusieurs programmes a évidemment nécessité une harmonisation de l'organisation de celles-ci. En particulier, le découpage du littoral et les définitions de base (site, bassin, point, station, stratégie, autres données de référence, etc.) on fait l'objet d'une refonte totale.

Le but de cette deuxième partie du bulletin est, premièrement, de présenter à tous les lecteurs habituels des publications RNO les nouveaux concepts et structures désormais communs à tous les réseaux de surveillance gérés par L'Ifremer, et, deuxièmement, de présenter l'outil QUADRIGE, son fonctionnement et ses possibilités.

2. QUELQUES DEFINITIONS PRINCIPALES

Comme toute base de données, la base QUADRIGE gère deux grands types de données : les données de référence et les données thématiques. Cette distinction n'est pas fondamentale pour l'utilisateur pour qui ces données forment un tout, mais elles correspondent à deux modes de gestion différents, centralisé pour les données de référence, localisé pour les données thématiques. A titre d'illustration, les termes définis ci-dessous et représentés dans la figure 1, page 12, appartiennent à l'une ou l'autre catégorie tel que décrit dans le tableau suivant :

Donnée de référence	**Donnée thématique**
programme de rattachement	événement
stratégie	campagne
point de prélèvement	station
niveau de prélèvement	prélèvement
taxon	échantillon
support d'analyse	résultat d'une analyse
organe	résultat d'un dénombrement

Dans la grande majorité des cas, une collecte de données est réalisée dans le cadre d'une programmation préalable, annuelle ou pluriannuelle. Le terme de **programme de rattachement** (ou simplement programme, cf. § 4) a donc été retenu pour désigner les activités qui sont à l'origine de la collecte d'un ensemble cohérent de données, que ce soit pour les réseaux de surveillance ou pour le programme IGA. La quantité de données rattachées à un programme peut être variable, selon qu'il s'agit d'une activité longue ou intensive, ou d'une opération plus ponctuelle (étude) mais toujours mise en oeuvre selon un schéma décidé à l'avance.

Dans le cas contraire, les données ne peuvent résulter que d'un **événement** inattendu observé sur le littoral, et ayant provoqué ou non une opération de prélèvement. Il a paru utile de considérer que la simple observation d'un événement (eau colorée, mortalité ...) soit en elle-même une donnée, même si aucun résultat n'a été acquis à cette occasion.

Entre autres considérations, l'étude des besoins liés à la conduite des programmes, a fait apparaître la nécessité de constituer, à côté des données purement thématiques, un ensemble d'informations dénommé **stratégie** qui définit *a priori* ce que devront être les données présentes dans la base en fonction du programme à l'origine de la collecte des données. Il s'agit en effet de la liste des paramètres à mesurer sur chaque point de prélèvement, ainsi que des méthodes préconisées pour chacun de ces paramètres. La stratégie permet ainsi d'aider à la saisie des données sur un point en personnalisant les écrans, et facilite la consultation rapide du contenu théorique de la base.

Les données thématiques sont organisées autour d'un axe **station / prélèvement / échantillon / résultat**, commun à tous les programmes, dont chaque entité a été définie de façon à pouvoir correspondre simplement aux différentes utilisations prévues. Les plus importantes de ces entités sont décrites ci-dessous, dans l'ordre où se déroulent les opérations.

Un **point de prélèvement** est un lieu géographique (théorique) où il est prévu de mettre en oeuvre un engin de prélèvement lors d'une station. Il est localisé de façon unique par ses coordonnées

géographiques (latitude, longitude). Un point de prélèvement peut être utilisé dans le cadre de plusieurs programmes.

Une **station de prélèvement** est un ensemble d'opérations réalisées pour un programme sur un point de prélèvement à un moment donné (date et heure). La durée de la station peut être variable : pendant un temps donné, il peut y avoir une ou plusieurs stations réalisées selon la précision espace-temps recherchée par le programme (cela dépend de l'échelle de variabilité du milieu étudiée).

Une **campagne de prélèvement** est un regroupement de stations fait par le fournisseur de données pour une raison qui présente pour lui un intérêt particulier : stations réalisées lors d'une campagne océanographique, stations réalisées sur une période de temps déterminée, etc.

Un **prélèvement** est une partie représentative du milieu en un endroit donné, partie isolée pour permettre son échantillonnage. Cette définition théorique recouvre en fait des réalités différentes selon les domaines d'activité. De façon générale, le prélèvement résulte de la mise en oeuvre fructueuse d'un et d'un seul engin de prélèvement. Comme un engin peut comporter plusieurs niveaux simultanés de prélèvement (par exemple une palanquée de bouteilles ou une carotte de sédiment), pour une même station, il y a autant de prélèvements que d'engins-niveaux utilisés lors de la station.

Un **niveau de prélèvement** est un codage particulier de la profondeur d'immersion : le matériau ramené par un engin de prélèvement peut consister en un ensemble de parties individualisées ou individualisables. Par exemple une palanquée va être composée de plusieurs bouteilles à des immersions différentes mais déclenchées (quasiment) au même moment, une carotte de sédiment va être découpée en tranches d'épaisseurs variables. On utilise un code arbitraire "niveau" pour caractériser ces parties, car lors de l'exploitation, le code niveau est souvent plus simple à utiliser que l'immersion (ou le couple épaisseur/immersion).

Un **support d'analyse** est l'un des matériaux constitutifs du prélèvement, sur lequel l'analyse ou le dénombrement va être fait. Cette notion est habituelle surtout pour les analyses de type chimique, mais elle est élargie ici de façon formelle à la biologie.

Un **échantillon** est une partie représentative d'un et d'un seul des supports d'analyse disponibles dans un prélèvement, partie qui est recueillie pour analyse ou dénombrement. Cette définition théorique recouvre en fait des réalités différentes selon le domaine d'activité. D'abord, l'échantillon peut être très petit par rapport au prélèvement (une centaine de grammes échantillonnés dans un prélèvement de plusieurs kilogrammes de sédiment), ou peut être constitué de la totalité du prélèvement (tout le zooplancton prélevé par le trait de filet).

Ensuite, lorsque plusieurs paramètres doivent être mesurés sur un prélèvement, il peut être nécessaire de diviser l'échantillon en plusieurs conditionnements. Par exemple d'une bouteille de prélèvement on soutirera un flacon pour la salinité, des flacons pour les sels nutritifs, un flacon pour la chlorophylle, etc. Le laboratoire qui les analyse appelle usuellement chacun de ces flacons un échantillon, mais il est clair que les différents résultats obtenus se rapportent dans la base à un seul échantillon, mais fictif car physiquement multiple. La notion de répliquat analytique, où plusieurs prises d'essai sont faites sur l'échantillon analysé (à l'une ou l'autre des étapes de l'analyse) pour estimer la précision de la mesure n'est pas prise en compte dans la base. C'est une notion qui touche à l'assurance qualité du laboratoire, et qui est définie dans le protocole de la méthode utilisée.

Un **taxon** est un niveau de détermination des individus biologiques. La précision de ce niveau est variable (ordre, famille, genre, ...). La précision la plus fine est celle de l'espèce. La codification utilisée est dérivée du code Rubin. Un **organe** est une partie (remplissant une fonction particulière) de l'individu ou des individus composant l'échantillon sur laquelle l'analyse est faite. Par exemple un foie de poisson, la chair d'une crevette décortiquée, l'animal entier sans coquille pour les bivalves, le cephalothorax...

Un **résultat d'une analyse** est ce que produit la mesure, sur un échantillon, d'une grandeur physique ou de la concentration d'une substance. Ce résultat peut être qualitatif ou quantitatif.

Un **résultat d'un dénombrement** est ce que produit le comptage sur un échantillon, des individus biologiques de même taxon. Ce résultat peut être qualitatif ou quantitatif, et il peut être exprimé par un nombre entier ou un pourcentage, selon le paramètre mesuré.

Pour que les résultats contenus dans la base soient de la meilleure qualité possible, trois procédures complémentaires ont été définies, le **contrôle**, la **validation** et la **qualification**.

Le **contrôle** est réalisé par le saisisseur. Ce contrôle s'effectue juste après la saisie, en demandant une édition papier des données saisies dans la base et en comparant celle-ci avec le cahier de laboratoire.

La **validation** est l'action effectuée par le producteur de la donnée à la suite de l'opération de contrôle. En procédant à la validation il prend la responsabilité de certifier que les données saisies sont conformes à celles du cahier de laboratoire. Tant qu'une donnée n'est pas validée, elle n'est accessible qu'au producteur. Les données validées sont accessibles à tous les utilisateurs ayant les droits de consultation.

La **qualification** est plus élaborée. Elle recouvre des opérations diverses qui peuvent améliorer la qualité des données contenues dans la base, comme par exemple la correction d'erreurs évidentes découvertes lors d'une interprétation scientifique des données. Les données initiales sont conservées, et un journal des corrections (nature, motif) est tenu par l'administrateur de la base de données.

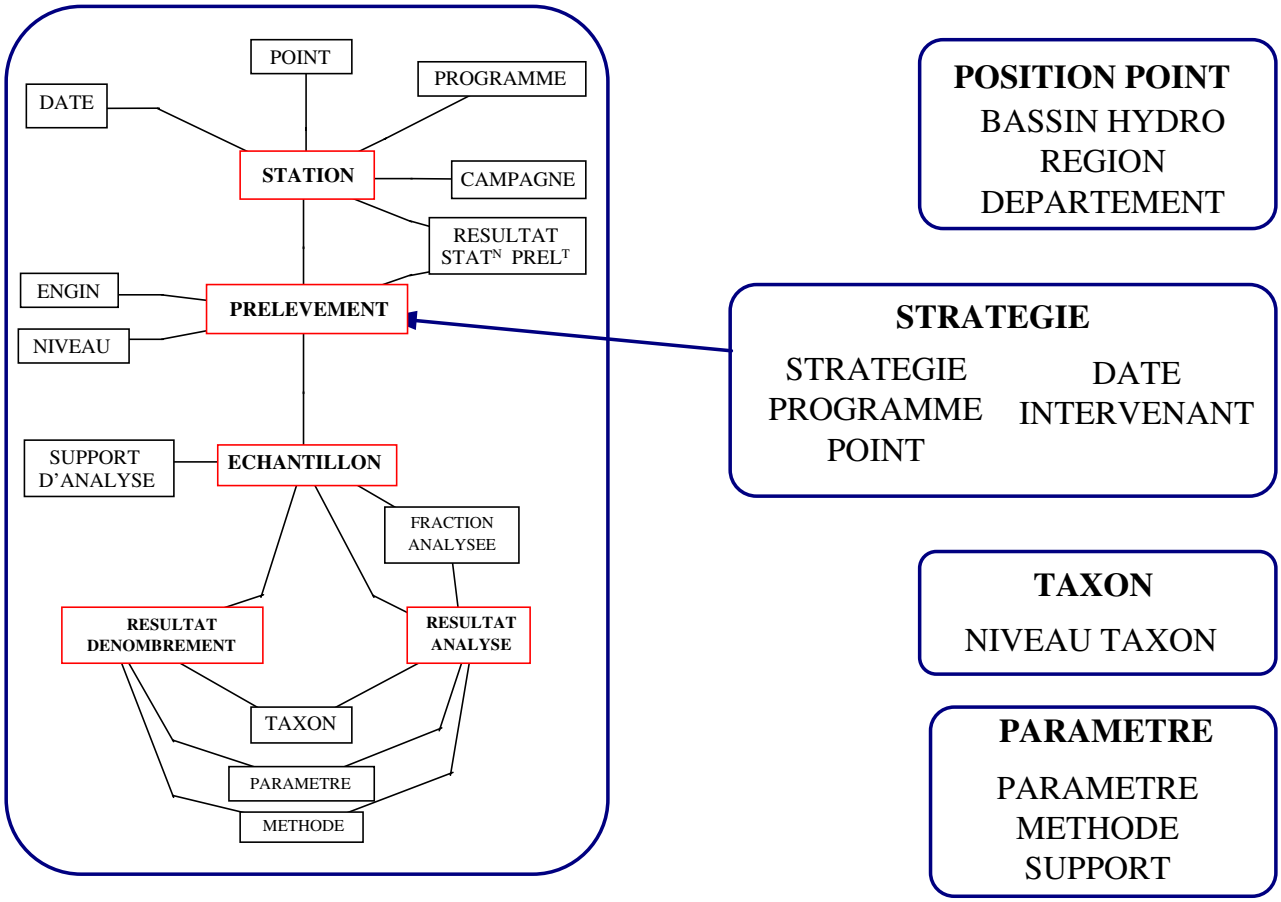


Figure 1 : Représentation simplifiée des données Quadrige.

3. LE DECOUPAGE DU LITTORAL

3.1. REGIONS, SITES, BASSINS

Le découpage du littoral est désormais commun à tous les réseaux ou programmes de surveillance gérés par L'Ifremer. La notion de façade, propre au RNO depuis 1974, disparaît au profit de celle de région administrative, plus proche des préoccupations locales.

Dans chaque région, les sites ont été redéfinis. Ils sont désormais numérotés de 1 (Dunkerque) à 43 (Corse Est), dans l'ordre géographique. Tous les sites sont contigus. Les sites 44 à 47 correspondent au littoral des pays limitrophes et ne servent que pour certaines campagnes hauturières (INTERSITE, EROD, sédiments). L'ancienne numérotation des sites RNO est donc caduque.

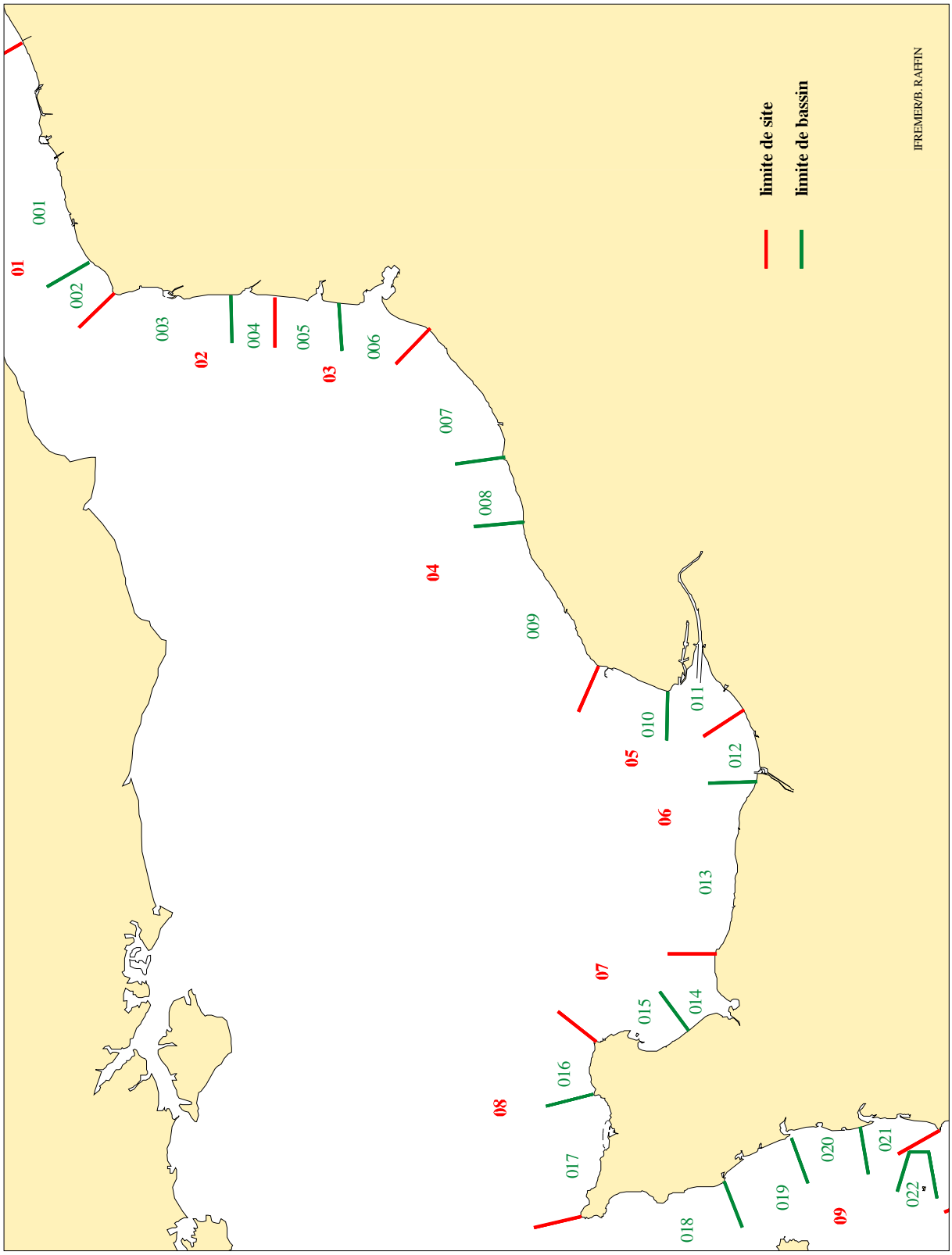
Les sites sont eux-mêmes subdivisés en "bassins", numérotés dans l'ordre géographique de 1 à 117. Chaque bassin contient un ou plusieurs points de prélèvement. Dans le cas du RNO la notion de bassin sera très peu utilisée. Il est cependant indispensable de la connaître car la numérotation des points en dépend. La carte de la page 2 montre les limites des sites. Les tableaux et les cartes ci-après précisent la hiérarchie région, site, bassin, ainsi que la nouvelle numérotation de ces deux derniers.

Région	Code site	Nom du site	Code bassin	Nom du bassin
Nord - Pas de Calais	01	Dunkerque et Calais	001	Dunkerque - Calais
			002	Baie de Wissant
	02	Boulogne et Canche	003	Boulonnais
			004	Baie de Canche
Picardie	03	Authie et Somme	005	Baie d'Authie
			006	Baie de Somme
Haute Normandie	04	Dieppe et Fécamp	007	Le Tréport - Dieppe
			008	Saint Valéry en Caux
			009	Fécamp - Etretat
	05	Estuaire et baie de Seine	010	Antifer
			011	Estuaire de la Seine
Basse Normandie	06	Calvados	012	Baie de l'Orne
			013	Courseulles-Port en Bessin
	07	Baie des Veys et St Vaast	014	Baie des Veys
			015	Ravenoville - Saint Vaast
	08	Cherbourg	016	Barfleur
			017	Nord Cotentin
	09	Ouest Cotentin	018	Flamanville
			019	Carteret - Saint Germain
			020	Pirou - Agon
			021	Hauteville - Granville

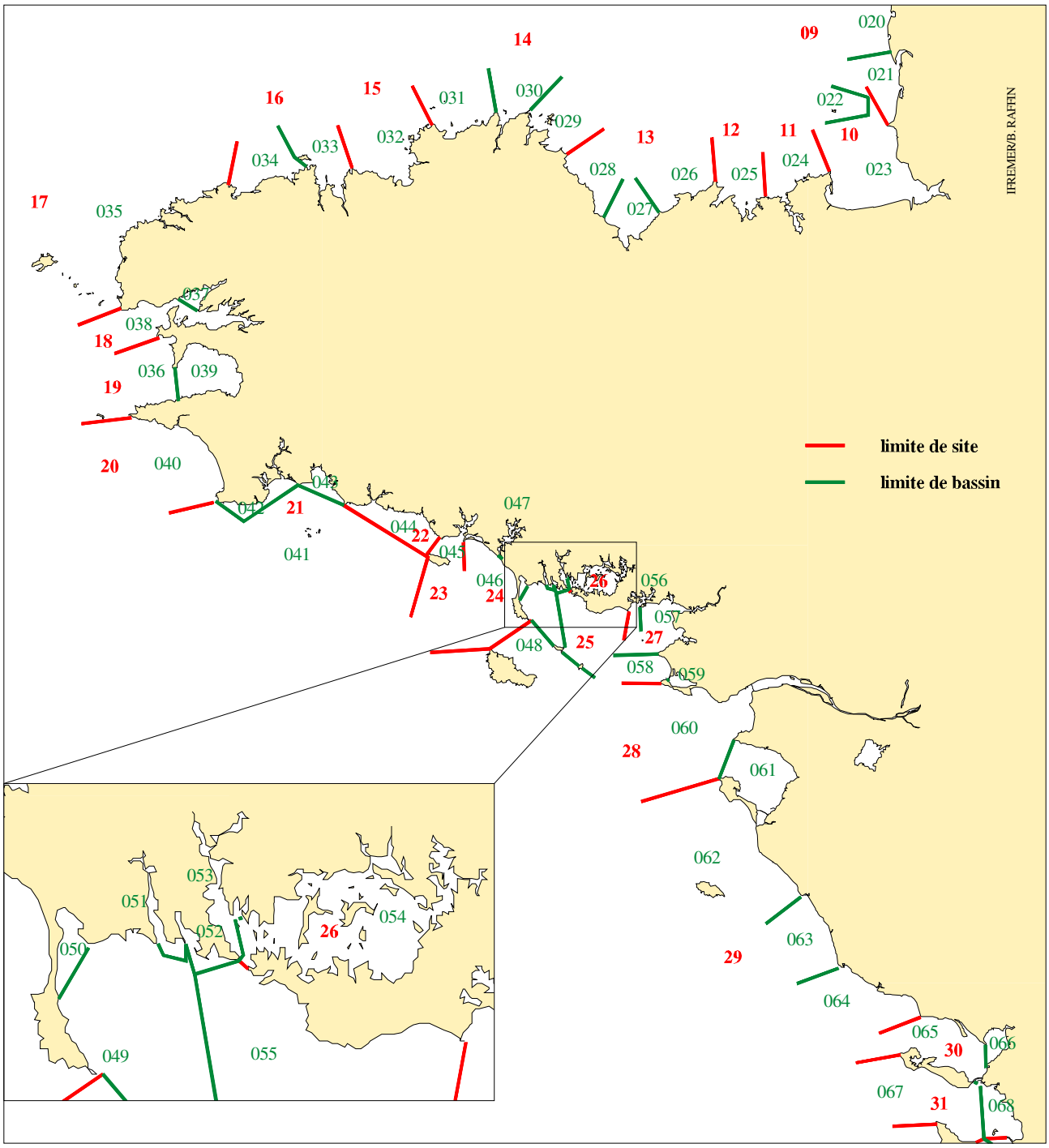
Région	Code site	Nom du site	Code bassin	Nom du bassin
Bretagne	10	Cancale	022	Iles Chausey
			023	Baie du Mont St. Michel
	11	Rance	024	Rance
	12	Arguenon et Fresnaye	025	Arguenon - Fresnaye
	13	St Brieuc	026	Erquy
			027	Baie de Saint Brieuc
			028	Saint Quay Portrieux
	14	Paimpol à Perros-Guirec	029	Paimpol - Trieux - Bréhat
			030	Jaudy
			031	Perros Guirrec
	15	Lannion	032	Lannion - Locquirec
	16	Morlaix	033	Baie de Morlaix
			034	Brignogan
	17	Abers finistériens	035	Les Abers
	18	Brest	036	Iroise
			037	Elorn
			038	Aulne
	19	Douarnenez	039	Baie de Douarnenez
	20	Audierne	040	Baie d'Audierne
	21	Concarneau	041	Iles de Glénan
			042	Benodet
			043	Concarneau
	22	Aven Belon et Laïta	044	Belon
	23	Lorient	045	Rade de Lorient
	24	Etel	046	Baie d'Etel
			047	Rivière d'Etel
			048	Courreaux de Belle Ile
	25	Baie de Quiberon-Belle Ile	049	Baie de Quiberon
			050	Le Po
			051	Rivière de Crach
			052	St Philibert-Le Breneguy
			055	Plateau de La Recherche
	26	Golfe du Morbihan	053	Rivière d'Auray
			054	Golfe du Morbihan
	27	Vilaine	056	Rivière de Penerf
			057	Baie de Vilaine
			058	Rade du Croisic
			059	Traicts du Croisic
Pays de la Loire	28	Loire et Bourgneuf	060	Estuaire de la Loire
			061	Baie de Bourgneuf
	29	Vendée	062	Vendée Nord
			063	Olonne
			064	Les Sables - Le Payre
Poitou - Charentes	30	Pertuis Breton	065	Pertuis Breton
			066	Baie de l'Aiguillon
	31	Pertuis d'Antioche	067	Pertuis d'Antioche
			068	Chatelaillon - Ile d'Aix
	32	Marennes	069	Estuaire de la Charente
			070	Nord Marennes Oléron
			071	Sud Marennes Oléron
			072	Seudre

Région	Code site	Nom du site	Code bassin	Nom du bassin
Aquitaine	33	Gironde	073	Ouest Oléron - La Coubre
			074	Estuaire aval Gironde
			075	Estuaire amont Gironde
	34	Arcachon et Landes	076	Côte Océane
			077	Bassin d'Arcachon
			078	Côte Landaise
	35	Pays basque	079	Côte Basque
Languedoc - Roussillon	36	Roussillon	080	Côte Catalane
			081	Côte Audoise
			082	Etang de Canet
			083	Etang de Salses-Leucate
			084	Etang de Lapalme
			085	Etang de Bages et Sigean
			086	Etang de l'Ayrolle
	37	Languedoc	087	Etang de Thau
			088	Côte Languedocienne
			089	Etangs Palavasiens
			090	Etangs de Carnon
Provence - Alpes - Côte d'Azur	38	Delta du Rhône et Fos	091	Etangs Camargue Ouest
			092	Etangs Camargue Est
			093	Côte Camarguaise
			094	Golfe de Fos
			095	Berre - Vaine
	39	Marseille et Calanques	096	Rade de Marseille
			097	Baie de Cassis
			098	Baie de la Ciotat
			099	Bandol - Sanary
	40	Toulon à St Raphaël	100	Rade de Toulon
			101	Golfe de Giens
			102	Porquerolles
			103	Rade d'Hyères
			104	Maures
			105	Golfe de Saint Tropez
			106	Golfe de Fréjus
	41	Cannes à Menton	107	Estérel
			108	Napoule - Golfe Juan
			109	Baie des Anges
			110	Riviera
Corse	42	Corse Ouest	111	Cap Corse - Bastia
			112	Etang de Biguglia
			113	Plaine Orientale
			114	Etangs de Diana - Urbino
			115	Etang de Palo
			116	Porto-Vecchio
	43	Corse Est	117	Bonifacio - Ajaccio
			118	Porto - Calvi
			119	Agriates
Pays limitrophes	44	Belgique	Sites uniquement destinés à référencer des stations réalisées lors de grandes campagnes océanographiques débordant les frontières françaises.	
	45	Espagne côte Atlantique		
	46	Espagne côte Méditerranée		
	47	Italie		

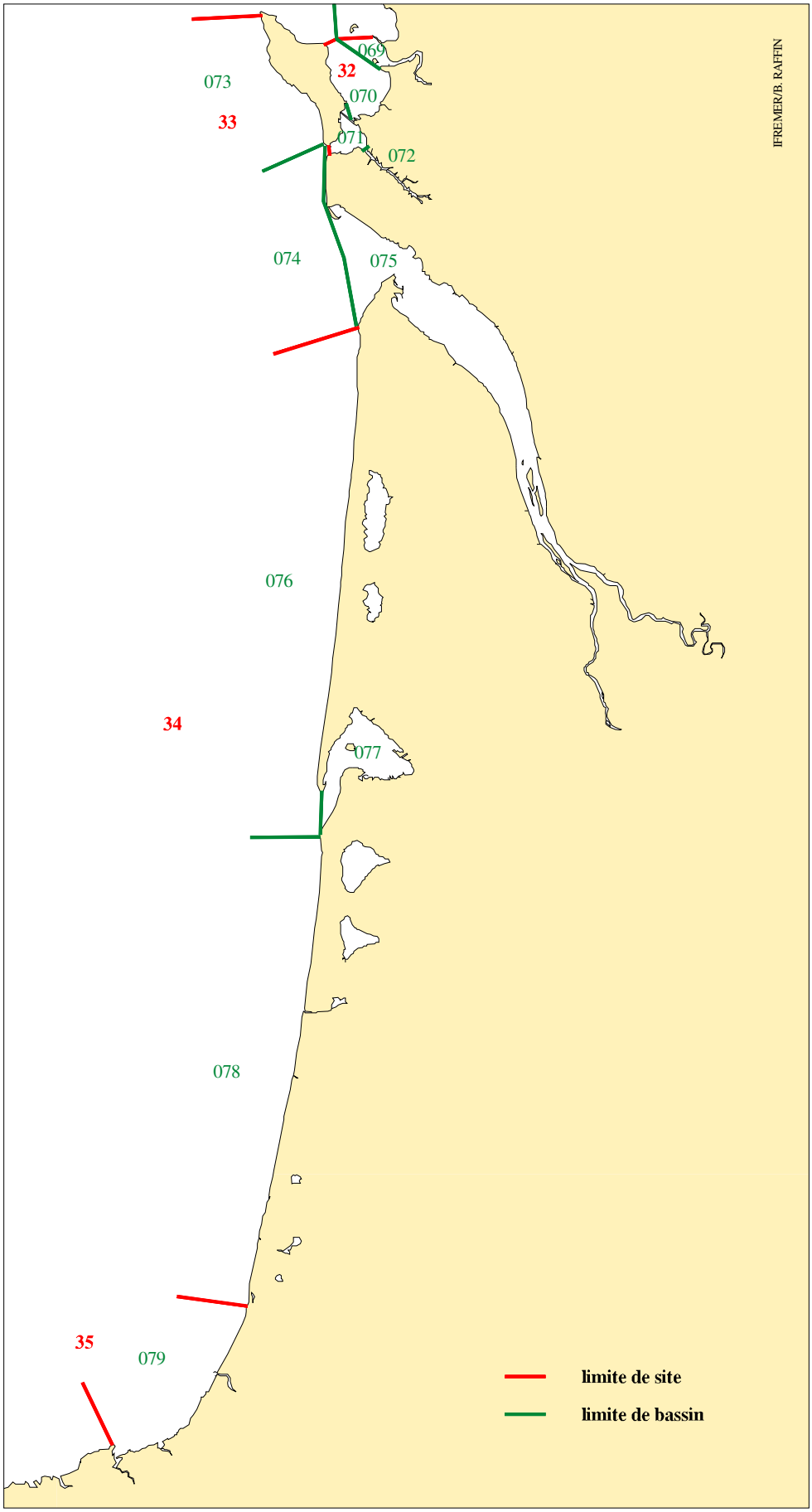
Découpage du littoral utilisé dans QUADRIGE
de Dunkerque à la côte ouest du Cotentin



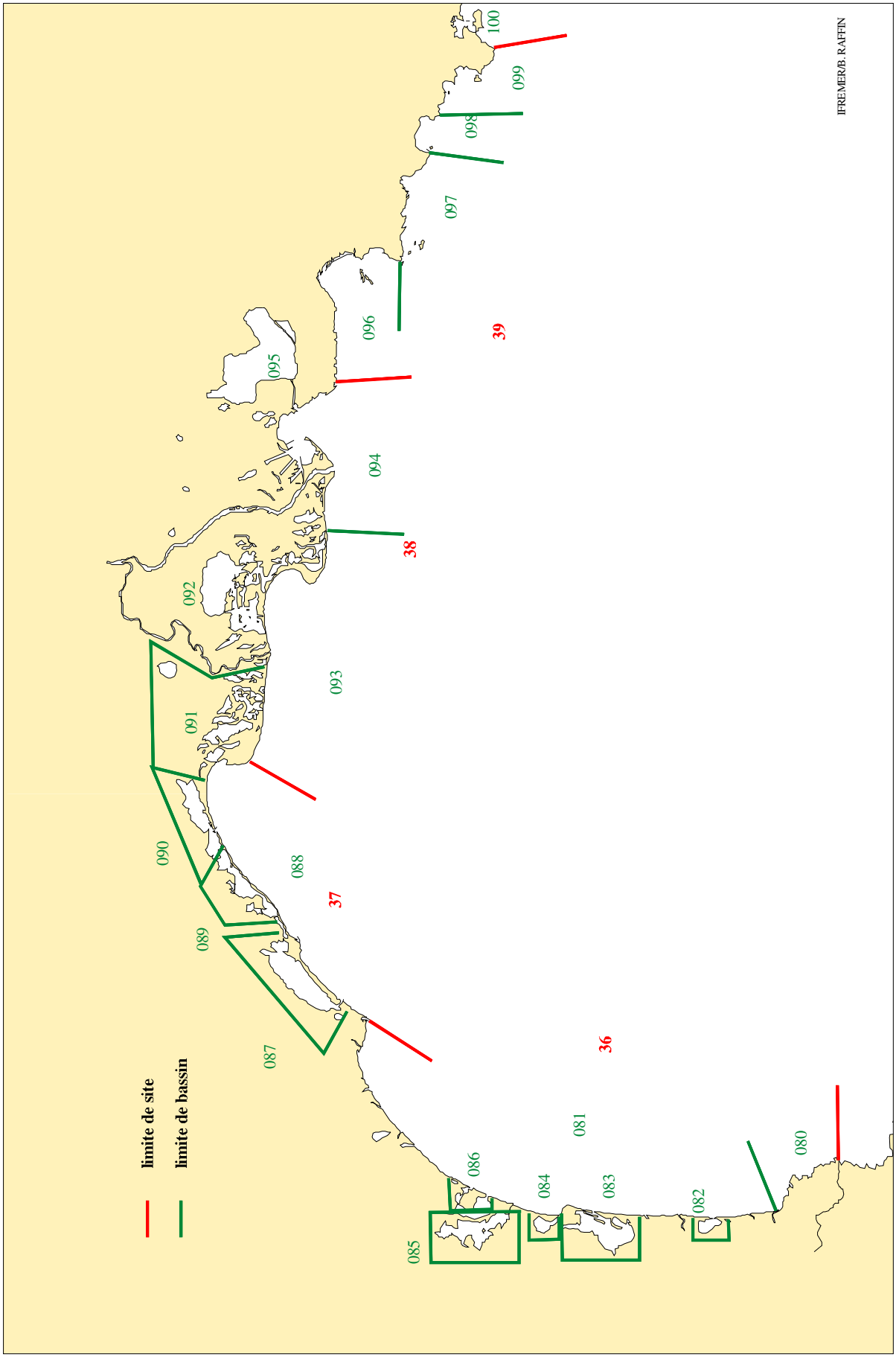
Découpage du littoral utilisé dans QUADRIGE
de la baie du Mont Saint-Michel à la Vendée



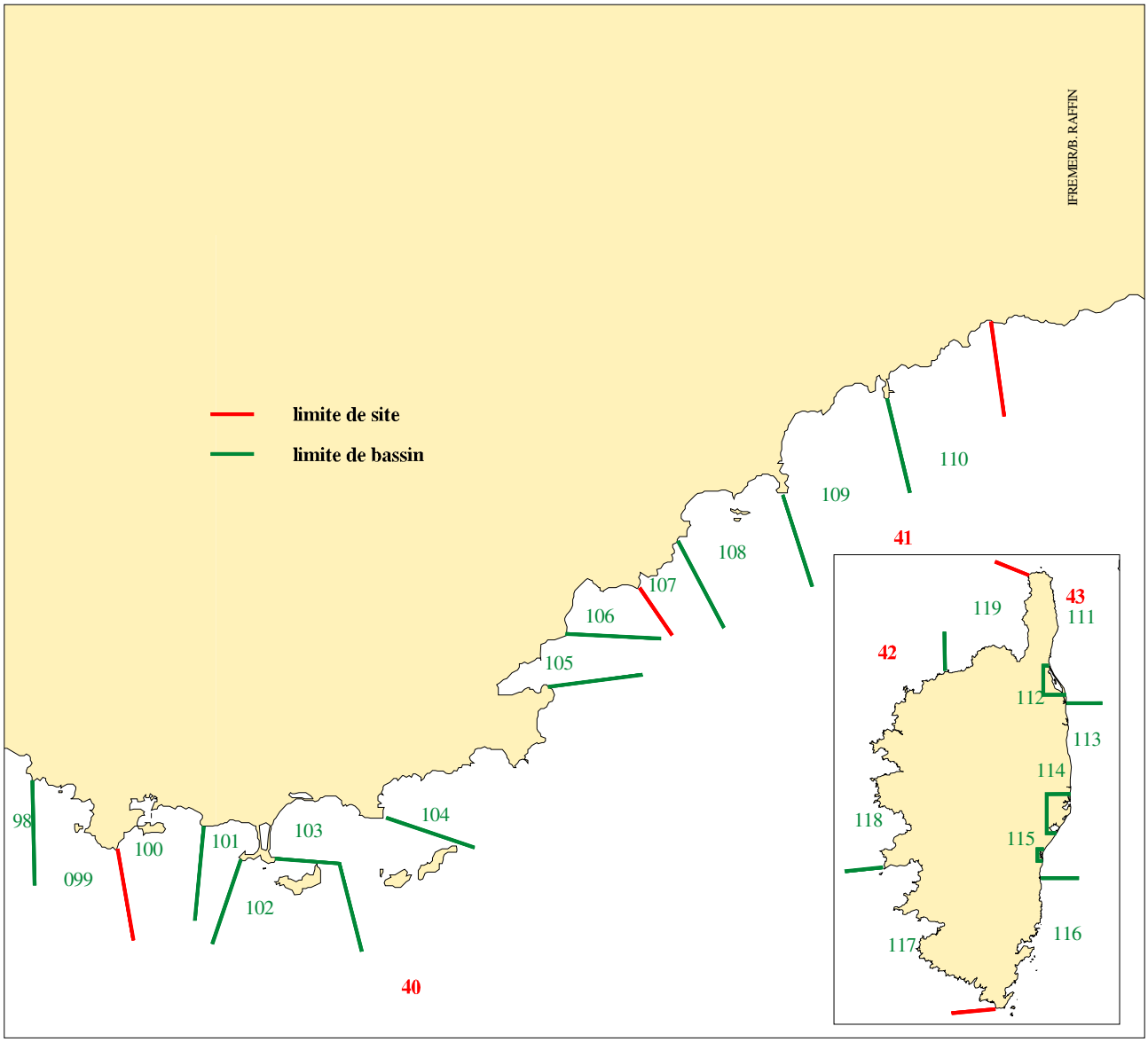
Découpage du littoral utilisé dans QUADRIGE
du Pertuis Breton à la Bidassoa



Découpage du littoral utilisé dans QUADRIGE
de Banyuls au cap Sicié



Découpage du littoral utilisé dans QUADRIGE
de Toulon à la Corse



3.4. LES POINTS

Le codage des points est désormais unique pour tous les programmes intégrés dans QUADRIGE. Le code d'un point est composé comme suit :

code site (2 chiffres)
code bassin (3 chiffres)
code point (3 chiffres)

Exemple : 05 011 008 (site 5, bassin 11, point 8)
18 038 205 (site 18, bassin 38, point 205)

Les points sont numérotés dans chaque bassin et non pas au niveau national. Leur code étant composé de trois chiffres, la base admet donc un maximum de 999 points par bassin. La taille réduite de ceux-ci rend cette limite largement suffisante.

Dans la mesure du possible, sur les points utilisés par le RNO, les terminaisons (2 derniers chiffres) ont été conservées. Par exemple :

Point **05 011 204 :** site 5 (Seine), bassin 11, numéro 204 (ancien point 4 hydro)

Point **38 094 208 :** site 38 (Fos), bassin 94, numéro 208 (ancien point 8 hydro)

Point **01 001 101 :** site 1 (Dunkerque), bassin 1, numéro 101 (ancien point 1 matière vivante)

Point **28 061 526 :** site 28 (Loire), bassin 61, numéro 526 (ancien point 26 sédiment)

Les points possèdent également un libellé, nom d'usage fixé le plus souvent par les intervenants préleveurs (cf. § 4.3). Le tableau ci-dessous donne un exemple de la hiérarchie "site - bassin - point". Il s'agit ici d'une sélection de points rattachés aux programmes RNOMV et RNOHYD (définis page 22). Une consultation fine du référentiel QUADRIGE permettrait de les différencier entre eux.

Code site	Libellé site	Code bassin	Libellé bassin	Code point	Libellé point
38	Delta du Rhône et Fos	093	Côte Camarguaise	38 093 101	Les Saintes Maries de la Mer
		094	Golfe de Fos	38 094 101	Pointe Saint-Gervais
				38 094 103	Centre darse 2
				38 094 106	Anse de Carteau
				38 094 115	Cap Couronne
				38 094 201	Fos 1
				38 094 202	Fos 2
				38 094 203	Fos 3
				38 094 204	Fos 4
				38 094 205	Fos 5
				38 094 206	Fos 6
				38 094 207	Fos 7
				38 094 208	Fos 8
				38 094 209	Fos 9
		095	Berre - Vaine	38 095 101	Martigues
				38 095 201	Etang de Berre 1
				38 095 202	Etang de Berre 2
				38 095 203	Etang de Berre 3
				38 095 204	Etang de Berre 4
				38 095 205	Etang de Berre 5
				38 095 206	Etang de Berre 6

4. L'ORGANISATION DES DONNEES

4.1. LES PROGRAMMES

Pour faciliter la gestion et la consultation des données, le RNO a été divisé en sept programmes, à savoir :

Nom du programme	Code	Description sommaire du programme
RNO Hydrologie	RNOHYD	Evaluation des niveaux et des tendances des paramètres de qualité du milieu marin littoral. Mesures sur l'eau (température, salinité, nutriments etc.).
RNO Matière vivante	RNOMV	Evaluation des niveaux et des tendances des contaminants chimiques dans les organismes marins (coquillages, poissons).
RNO Sédiments	RNOSED	Evaluation des niveaux et des tendances des contaminants chimiques dans les sédiments marins.
RNO Suivi benthique	RNOBEN	Evaluation des effets biologiques des contaminants sur les organismes marins par le suivi de la population benthique d'un site.
RNO Biomarqueurs	RNOBIO	Evaluation des effets biologiques des contaminants sur les organismes marins par des mesures biochimiques (activité EROD, etc.).
RNO Physiologie	RNOPHY	Evaluation des effets biologiques des contaminants sur les organismes marins par des mesures physiologiques (développement embryonnaire de bivalves).
RNO Campagnes INTERSITE	RNOINT	Campagnes à la mer réalisées pour étendre géographiquement la surveillance RNO à une bande continue de 30 milles de large, réalisées à intervalles réguliers par une même équipe sur tout le littoral.

Chaque programme possède ses propres caractéristiques quant à la stratégie employée, les intervenants, l'organisation des opérations, la structuration des données et la saisie. On trouvera ci-dessous une brève description de ces différents programmes.

RNOHYD : Ce programme est le plus ancien du RNO (1974). Il porte actuellement sur douze sites. Pour une description détaillée, voir la première partie de ce bulletin.

RNOMV : Ce programme est la base de l'évaluation par le RNO des niveaux et tendances des contaminants dans le milieu littoral. Une centaine de points de prélèvement sont échantillonnés chaque trimestre. Les organismes utilisés comme indicateurs de contamination sont les moules et les huîtres. Quelques prélèvements de poissons sur certains sites peuvent être nécessaires pour répondre aux obligations de surveillance internationale. Les paramètres mesurés sont décrits en première partie.

RNOSED : Ce programme a pour objet d'évaluer les niveaux et tendances des contaminants dans les sédiments. Il complète ainsi le volet "matière vivante" du RNO, avec une échelle de temps différente. Les contaminants mesurés sont les mêmes que pour la matière vivante, accompagnés des paramètres descriptifs et normalisateurs propres à cette matrice (granulométrie, carbone organique, carbonates, aluminium, etc.). Une campagne annuelle, portant sur des façades différentes chaque année, permet de couvrir en huit à dix ans l'ensemble du littoral français.

RNOBEN : Suivi benthique mené en Baie de Morlaix sous la responsabilité du Laboratoire de Biologie des Invertébrés Marins et Malacologie du Muséum d'Histoire Naturelle de Paris. Le nombre de campagnes est de cinq par an. Les paramètres suivis sont la richesse en espèces (nombre d'individus recueillis), la densité (nombre d'individus par mètre carré) et la biomasse (poids sec décalcifié par mètre carré). Jusqu'à présent les données n'étaient archivées qu'au niveau des producteurs. Leur intégration à l'ensemble des données RNO dans la base QUADRIGE est prévue à terme.

RNOBIO : Ce programme de surveillance des effets biologiques s'intéresse à la mesure d'activités biochimiques au sein des cellules des organismes marins. Par exemple l'activité enzymatique EROD (Ethoxyrésorufine-o-deethylase) dans le foie de poisson a fait l'objet d'un suivi expérimental sur deux sites pilotes, la Baie de Seine et la région de Fos. D'autres biomarqueurs sont en cours de développement sur des animaux sédentaires (moules).

RNOPHY : Ce programme a pour objet d'évaluer la toxicité potentielle de l'eau et des sédiments côtiers. Le degré de toxicité est évalué par le bioessai "développement embryonnaire de bivalve". Le taux de réussite du stade larve "D" est observé après fécondation et développement embryonnaire de bivalves, moules (48h) et/ou huîtres creuses (24h), en présence d'eau ou d'extrait aqueux de sédiment. Les bioessais sont réalisés deux fois par an en baie de Seine et une fois par an à Dunkerque.

RNOINT : Ce programme s'inscrit principalement dans une démarche d'assurance de qualité et d'élargissement de la surveillance. Le but est d'acquérir des données homogènes sur une large portion de littoral lors d'une campagne unique ("INTERSITE"). Plusieurs de ces campagnes lourdes ont eu lieu par le passé (1983, 1984, 1985, 1987) mais elles ne sont plus programmées actuellement.

4.2. LES STRATEGIES

Les stratégies décrivent la mise en oeuvre opérationnelle des prélèvements et des analyses prévus pour un programme sur un ensemble de points à partir d'une date donnée et selon une fréquence d'échantillonnage préalablement définie. Elles portent sur les paramètres à mesurer, le support prélevé pour l'analyse, la méthode d'analyse choisie, les points de prélèvement concernés, la période d'application, et les intervenants choisis.

Les stratégies sont également une aide à la saisie des données, sans contrainte ni obligation, puisqu'il est possible d'ajouter un paramètre, de ne pas en renseigner un autre, de modifier la méthode associée, etc.

A titre d'exemple, les stratégies concernant le RNO sont les suivantes :

Programme de rattachement	Libellé de la stratégie	Description de la stratégie
1. Stratégies générales (cf. page 25) :		
RNOHYD	Indéfinie	Ensemble des stratégies antérieures à 1996
RNOMV	Indéfinie	Ensemble des stratégies antérieures à 1996
RNOSED	Indéfinie	Ensemble des stratégies antérieures à 1996
RNOHYD	Arrêt des prélèvements	Prélèvements interrompus.
RNOMV	Arrêt des prélèvements	Prélèvements interrompus.
RNOSED	Arrêt des prélèvements	Prélèvements interrompus.
RNOBEN	Arrêt des prélèvements	Prélèvements interrompus.
RNOBIO	Arrêt des prélèvements	Prélèvements interrompus.
RNOPHY	Arrêt des prélèvements	Prélèvements interrompus.

Programme de rattachement	Libellé de la stratégie	Description de la stratégie

2. Stratégies particulières :

RNOHYD	Hydro 96 - Dunkerque	2 campagnes en hiver et 1 en été. 20 points visités par campagne, soit 60 échantillons "hydrologie" par an. + Si (60), F (60), MES (20).
RNOHYD	Hydro 96 - Seine amont	6 campagnes par an. 2 points visités par campagne, soit 12 échantillons "hydrologie" par an. + Si (12), F (12), O2 (12), MES (6), Pb (6), Zn (6), Cu (6).
RNOHYD	Hydro 96 - Seine aval	3 campagnes en hiver et 2 en été. 10 points visités par campagne, soit 150 échantillons "hydrologie" par an. + Si (150), F (150), O2 (90), MES (20).
RNOHYD	Hydro 96 - Baie des Veys	4 campagnes par an. 5 points visités par campagne, soit 20 échantillons "hydrologie" par an. + O2 (20), MES (20), pH (8).
RNOHYD	Hydro 96 - Brest	3 campagnes en hiver et 1 en été. 30 points visités par campagne, soit 120 échantillons "hydrologie" par an. + Si (120), MES (20).
RNOHYD	Hydro 96 - Lorient	2 campagnes en hiver et 2 en été. 15 points visités par campagne, soit 60 échantillons "hydrologie" par an.
RNOHYD	Hydro 96 - Loire	3 campagnes en hiver et 2 en été. 7 points visités par campagne, soit 125 échantillons "hydrologie" par an. + O2 (75), F (45).
RNOHYD	Hydro 96 - Gironde	2 campagnes en hiver et 2 en été. 10 points visités par campagne, soit 120 échantillons "hydrologie" par an. + Si (40), O2 (40), MES (40).
RNOHYD	Hydro 96 - Golfe de Fos	10 campagnes par an + pt. N° 7 1 fois/mois. 5 points visités par campagne, soit 102 échantillons "hydrologie" par an. + MES (60), PAH (52), organochlorés (52)
RNOHYD	Hydro 96 - Etang de Berre	10 campagnes par an. 2 points par campagne (4,6), soit 70 échantillons "hydrologie" par an. + O2 (70), MES (30), détergents (30), organochlorés (30), PAH (30), CHN (70)
RNOHYD	Hydro 96 - Cortiou	6 campagnes par an. 4 pts visités par camp. (N°2,6,7,8), soit 84 échantillons "hydrologie" par an. + MES (24), détergents (24), organochlorés (24), PAH (24), CHN (84)
RNOHYD	Hydro 96 - Villefranche-Menton	8 campagnes par an. 5 points visités par campagne, soit 80 échantillons "hydrologie" par an. + SI (80).
RNOHYD	Hydro 96 - Ajaccio	2 campagnes en hiver et 1 en été. 10 points visités par campagne, soit 42 échantillons "hydrologie" par an.
RNOMV	Coquillages 1	4 prélèvements par an (mois 2, 5, 8, 11 avec une semaine de tolérance). Epuration 24 h. en eau décantée. Homogénéisation. 1 échantillon est composé d'environ 50 moules ou 10 huîtres.
RNOMV	Poissons 1	1 campagne par an (novembre/décembre). 25 poissons sont analysés **individuellement** (muscle et foie) soit 50 séries de résultats par an.
RNOMV	Poissons 2	1 prélèvement par an (novembre/décembre). 25 poissons sont analysés **ensemble** (muscles et foies), soit deux séries de résultats par an.
RNOSED	Sédiment 1	Une campagne par an. Environ 60 échantillons par campagne. Couverture du littoral sur environ 10 ans.
RNOBEN	Dauvin 1	5 campagnes par an sur les deux points de prélèvements (mars, juin, août, octobre, décembre). 10 prélèvements par point et par campagne. Mesure de la richesse en espèces, de la densité et de la biomasse.
RNOBIO	EROD - Sites pilotes	Deux prélèvements par an en mars-avril et septembre-octobre sont réalisés sur deux sites pilotes en baie de Seine et Marseille-Fos/mer (sera modifiée en 1998).
RNOPHY	Embryons bivalves 1	2 prélèvements de sédiment par an sont réalisés dans 5 estuaires du sud de la baie de Seine, au printemps et en automne (1 campagne annuelle à Dunkerque).

Les stratégies étant surtout une aide à la saisie, il n'a pas paru primordial de rechercher les stratégies utilisées par le passé car elles ont été nombreuses (en particulier pour l'hydro). C'est pourquoi il a été créé des **stratégies "indéfinies"** auxquelles seront rattachés tous les résultats antérieurs à 1996, année de la première saisie sous Quadrige. Les programmes RNOBIO, RNOPHY et RNOBEN, n'ayant jamais été saisis dans la base RNO, n'ont pas besoin de ces stratégies. Les **stratégies "arrêt des prélèvements"** seront appliquées aux points supprimés de façon à ce qu'ils n'apparaissent plus lors des saisies.

Les paramètres à mesurer, les méthodes, les points de prélèvement concernés pour chaque stratégie sont décrits dans la base. Si des paramètres ne figurant pas dans la stratégie ont été mesurés, ils devront être appelés en paramètres supplémentaires lors de la saisie.

L'année figurant dans le libellé de certaines stratégies (96) est la date de départ de leur application. En cas de modification, la nouvelle stratégie portera le millésime de l'année de sa création.

4.3. LES INTERVENANTS

Par intervenant, on entend une unité fonctionnelle (laboratoire, CQEL, etc.) qui exécute une étape particulière d'un programme. Plusieurs types d'intervenants sont répertoriés :

Intervenant station : C'est l'unité qui saisit les données d'une station dans la base QUADRIGE. Par exemple, pour le RNO hydrologie, la Cellule Qualité des Eaux Littorales responsable du site.

Intervenant préleveur : Il s'agit bien entendu de l'unité ayant effectué les prélèvements.

Intervenant analyste : Unité ayant effectué les analyses pour un paramètre donné.

Les intervenants sont décrits par un mnémonique et un libellé plus détaillé. Le tableau ci-dessous présente les intervenants concernés par le RNO :

Mnémonique de l'unité fonctionnelle	Libellé de l'unité fonctionnelle
1. IFREMER	
DEL/AR	Laboratoire Côtier Arcachon
DEL/BL	Laboratoire Côtier Boulogne sur Mer
DEL/C	Laboratoire Côtier Corse
DEL/CC	Laboratoire Côtier Concarneau
DEL/CCM	Chimie des contaminants et modélisation
DEL/EX	Ecotoxicologie
DEL/LR	Laboratoire Côtier La Rochelle
DEL/LT	Laboratoire Côtier La Tremblade
DEL/NT	Laboratoire Côtier Nantes
DEL/PB	Laboratoire Côtier Port en Bessin
DEL/QM	Qualité du Milieu
DEL/SM	Laboratoire Côtier Saint Malo
DEL/ST	Laboratoire Côtier Sète
DEL/TL	Laboratoire Côtier Toulon
DEL/TM	Laboratoire Côtier La Trinité sur Mer

2. AUTRES

Suivi Litt. Normand	Cellule de Suivi du Littoral Haut-Normand
CQEL Dunkerque	Cellule Qualité des Eaux Littorales du Nord
CQEL Rouen	Cellule Qualité des Eaux Littorales de Seine Maritime (Rouen)
CQEL Caen	Cellule Qualité des Eaux Littorales du Calvados
CQEL Lorient	Cellule Qualité des Eaux Littorales du Morbihan
CQEL Nantes	Cellule Qualité des Eaux Littorales de Loire Atlantique
CQEL Bordeaux	Cellule Qualité des Eaux Littorales de Gironde
CQEL Marseille	Cellule Qualité des Eaux Littorales des Bouches du Rhône
CQEL Ajaccio	Cellule Qualité des Eaux Littorales de la Corse du Sud
FLANDRES ANALYSES	FLANDRES ANALYSES - Dunkerque
IDAC Nantes	Institut Départemental d'Analyse et de Conseil (I.D.A.C.) - Nantes
PASTEUR Lille	Institut Pasteur de Lille - Service des Eaux
Marseille Luminy	Laboratoire d'Hydrobiologie Marine - Université de Marseille Luminy
Marseille Fac Pharma	Laboratoire d'Hydrologie - Faculté de Pharmacie de Marseille
LDH Caen	Laboratoire Départemental d'Hygiène - Caen
LD Corse du sud	Laboratoire Départemental de la Corse du sud - Chimie des Eaux
LABO MUNI BREST	Laboratoire d'Analyses Brest-Océan (LABO) - Brest
LMR Rouen	Laboratoire Municipal et Régional - Rouen
MUSEUM Paris	Muséum National d'Histoire Naturelle - Laboratoire de Biologie des Invertébrés Marins
OME Monaco	Office Monégasque de l'Environnement (OME) - Monaco
Station Roscoff	Station Biologique de Roscoff
MICRO-STOP BORDEAUX	Laboratoire Micro-Stop Hanalis (Bordeaux)

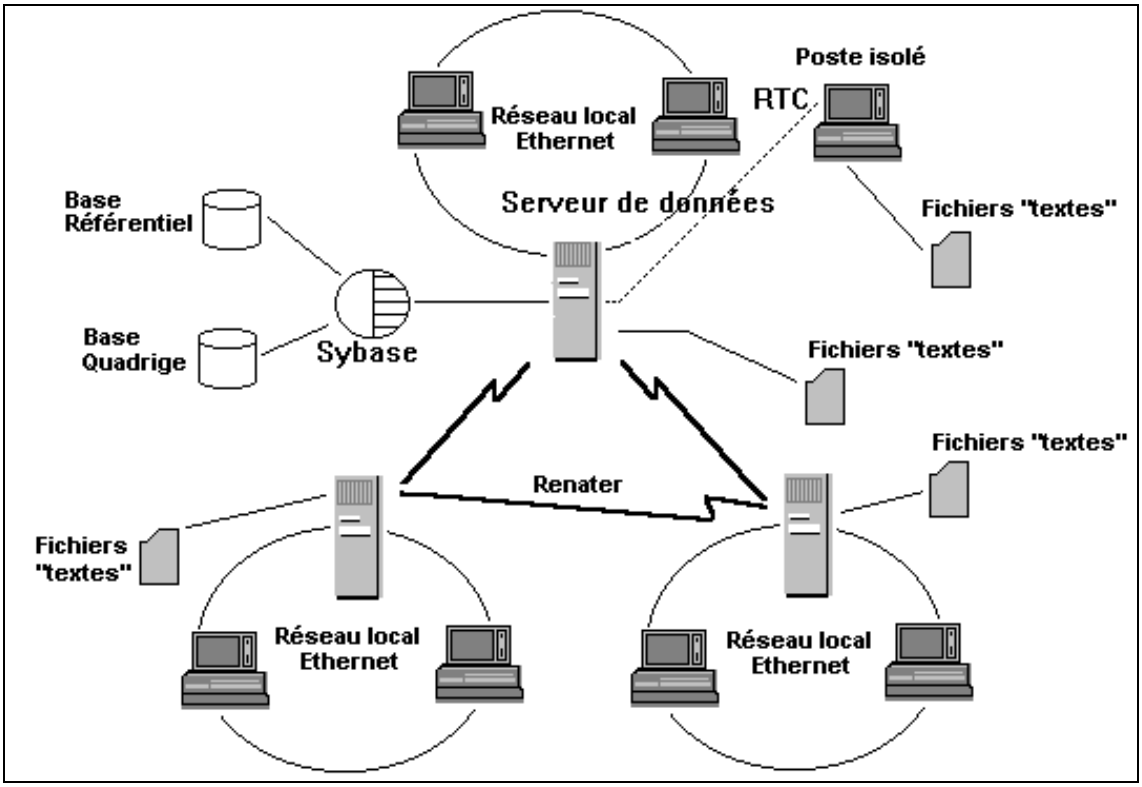


Figure 2 : Représentation simplifiée de l'organisation des sites d'exploitation de Quadrige (cf. § 5.3).

5. LA BASE QUADRIGE

5.1. LES SUPPORTS MATERIELS

L'option prise sur le plan informatique a tenu compte de l'environnement technique de l'Ifremer : un parc de 1200 micro-ordinateurs et de 250 stations de travail, interconnectés pour former le réseau électronique de l'Ifremer, via des réseaux locaux Ethernet ou des réseaux régionaux ou nationaux, dont le réseau français de la recherche RENATER. Les débits de ces réseaux sont au minimum de 64 kbit/s. Quelques sites de l'Ifremer ou de partenaires utilisent le réseau téléphonique (modems à 28,8 kbit/s). La machine d'exploitation (Bull Escala) est située à Brest et la machine de développement (Sparc 1000) à Nantes.

Dans sa configuration actuelle, une centaine d'utilisateurs de Quadrige sont enregistrés, sur les vingt sites différents où les données de surveillance sont saisies ou exploitées. Les applicatifs sont installés sur plus de cinquante postes micros.

5.2. L'ARCHITECTURE TECHNIQUE

Les phases de conception et de réalisation de Quadrige ont été menées dans le cadre d'un projet associant étroitement thématiciens et informaticiens dans des groupes de travail appropriés, et en respectant une méthodologie pré-définie, de façon à aboutir à un produit de qualité.

Pour la phase de conception, la définition du système cible et des modèles de données s'est appuyée sur l'atelier de génie logiciel MEGA. Le système a été bâti sur une architecture client/serveur avec le Système de Gestion de Base de Données Relationnelle (SGBDR) Sybase. Pour la phase de réalisation, tous les applicatifs ont été développés sous Windows avec l'outil de développement PowerBuilder, en respectant des normes d'ergonomie et de développement.

La figure 2 ci-contre donne une représentation simplifiée de l'organisation des sites d'exploitation de Quadrige. Les logiciels applicatifs sont situés selon leurs fonctions soit sur le serveur de données, soit sur le serveur de site, soit sur le poste client. Pour optimiser le fonctionnement du système, certaines données de référence sont implantées sous forme de fichiers textes sur le poste client.

Toutes les mises à jour des logiciels (nouvelles versions) sont gérées automatiquement : lors de la connexion, le système vérifie que le poste utilisateur fonctionne avec la dernière version disponible, et, dans le cas contraire, procède à la mise à jour. Les actualisations de données de référence contenues dans les fichiers textes se font soit automatiquement lors de la connexion, soit sur l'initiative de l'utilisateur.

5.3. L'ADMINISTRATION DE LA BASE

Comme on l'a vu plus haut, la base contient des données dites "de référence" qui sont communes à tous les programmes intégrés à Quadrige. Il est bien évident que ces données doivent être gérées de façon centralisée. C'est la tâche de l'administrateur de base de données. Il fait vivre la base en la maintenant au service des programmes de surveillance et de leurs utilisateurs.

Concrètement, lorsqu'il a été décidé que les données d'un programme de surveillance ou d'une étude doivent être saisies dans Quadrige, le responsable de ce programme, en collaboration avec

l'administrateur Quadrige définit et saisit les éléments propres au programme (description, stratégies...). Le cas échéant, l'administrateur crée les données de référence nécessaires, par exemple de nouveaux points de prélèvement, un nouveau paramètre ou un nouveau taxon, après vérification de leur validité, au besoin après validation par un expert.

5.4. LA SAISIE DES DONNEES ET LA VALIDATION

Les applicatifs Quadrige se lancent comme n'importe quel logiciel Windows, en cliquant sur l'icône appropriée. Le système présente alors une boîte de connexion qui permet à l'utilisateur de se faire connaître et de donner son mot de passe. Il peut alors procéder à la saisie de ses données, en s'aidant notamment de filtres qui lui permettent de définir le programme, le site, les stations sur lesquels porte son travail et de conserver cet environnement pour d'autres sessions. Les normes d'ergonomie utilisées lui permettent un apprentissage rapide. Chaque fois que nécessaire, les données de référence sont présentées sous forme de listes déroulantes. La figure 3 présente un exemple d'affichage qui permet de voir comment s'enchaînent les trois fenêtres "Stations", "Prélèvements" et "Echantillons".

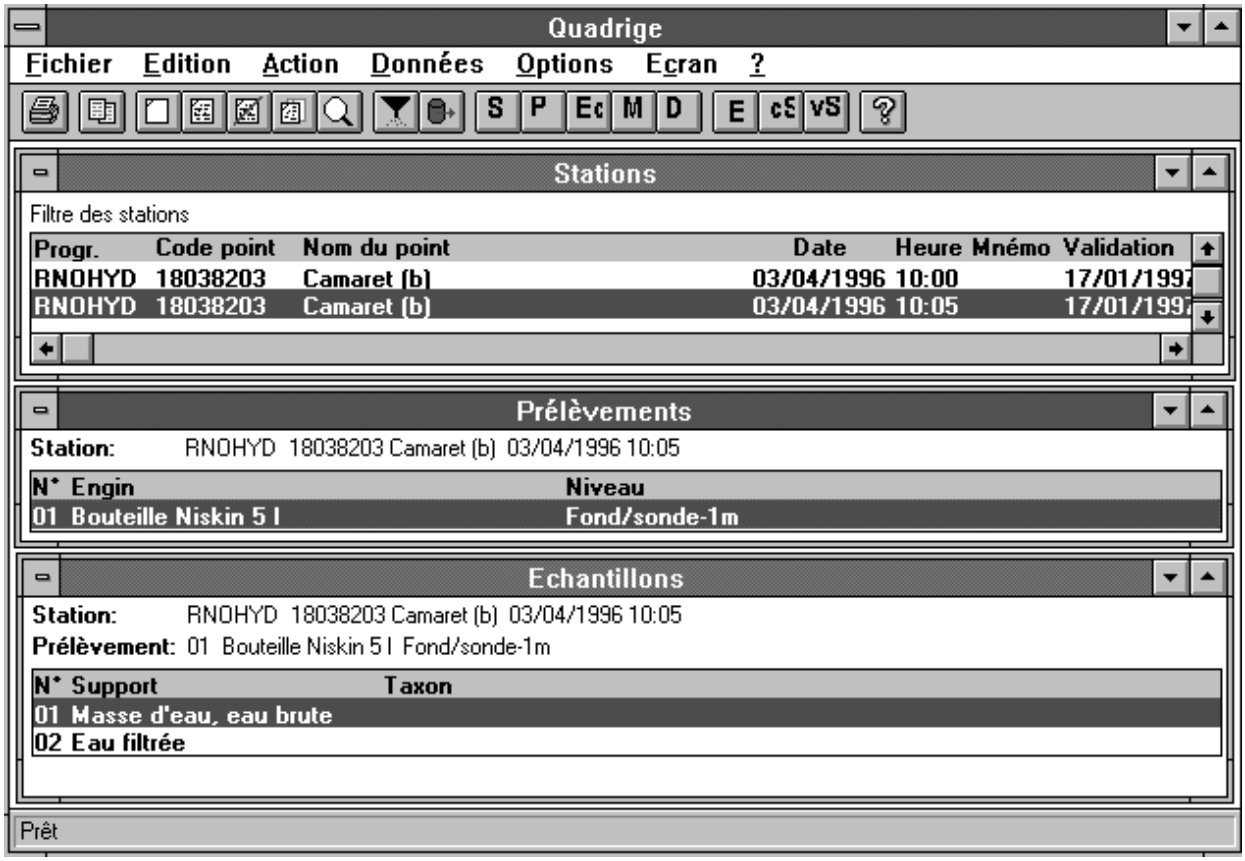


Figure 3 : Applicatif Quadrige de saisie et consultation des résultats - fenêtres principales.

Cet exemple concerne une station réalisée au point "Camaret (b)", qui n'a comporté qu'un prélèvement d'eau de mer, effectué au fond avec une bouteille Niskin, dont les résultats porteront sur l'eau brute et l'eau filtrée. Les trois fenêtres regroupées ici sont plus aérées dans la réalité.

Lorsque l'utilisateur double-clique sur une ligne en surbrillance d'une fenêtre (ou utilise l'icône, le bouton ou le raccourci-clavier approprié), les fenêtres de saisie, modification ou consultation apparaissent sous la forme illustrée par les figures 4 à 7. Il s'agit ici de résultats qui concernent des moules ramassées à la main (qui constitue bien l'engin de prélèvement) au Cap de la Hève. Lors de la saisie, la liste des paramètres mesurés qui apparaîtront à l'écran (figure 7) sera celle qui a été définie dans la stratégie correspondante.

La saisie peut être interrompue et reprise très simplement, peut se réaliser de façon très modulaire, et faire intervenir plusieurs utilisateurs. Lorsque l'utilisateur a terminé sa saisie, il procède au contrôle en comparant l'édition papier au cahier de laboratoire, puis, quand toutes les vérifications et modifications ont été faites, il valide la saisie en cliquant sur le bouton approprié, station par station. A partir de ce moment, aucune modification ne pourra être faite sans l'intervention de l'administrateur Quadrige.

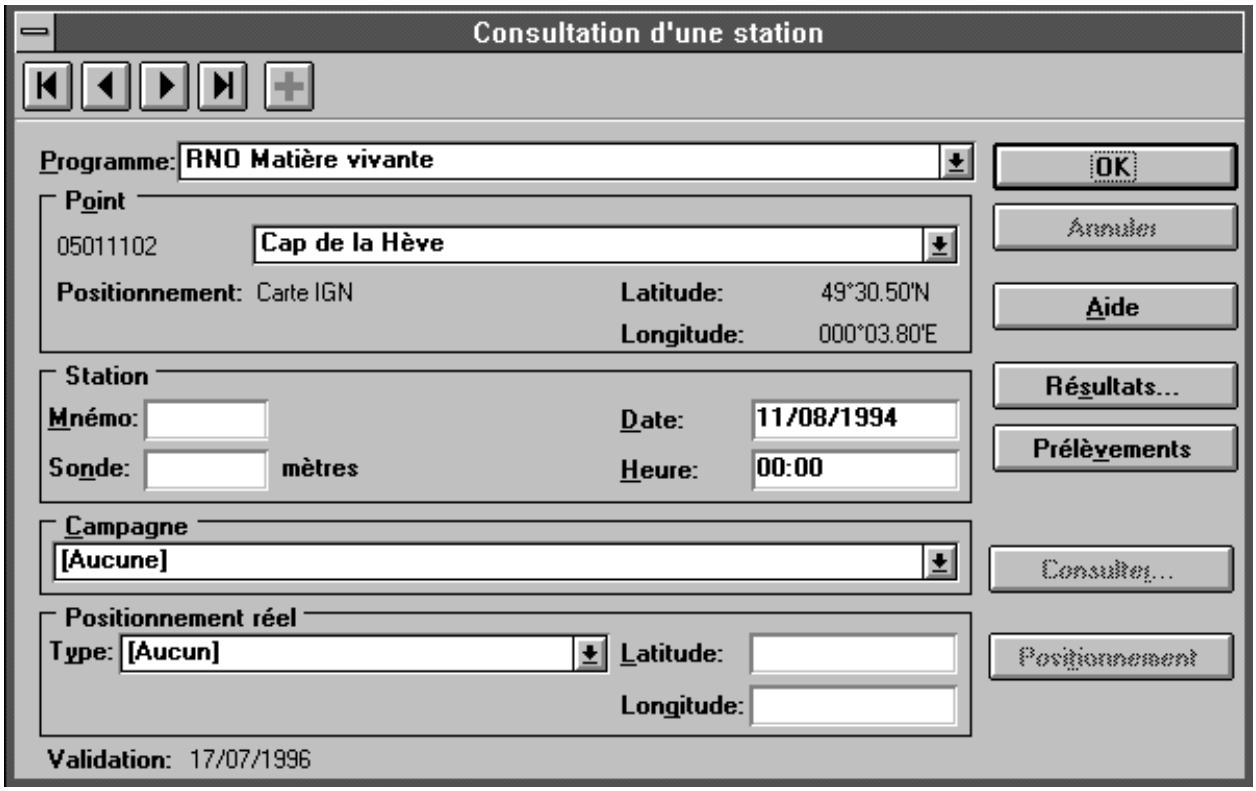


Figure 4 : Applicatif Quadrige de saisie et consultation des résultats - consultation de station.

Figure 5 : Applicatif Quadrige de saisie et consultation des résultats - consultation de prélèvement.

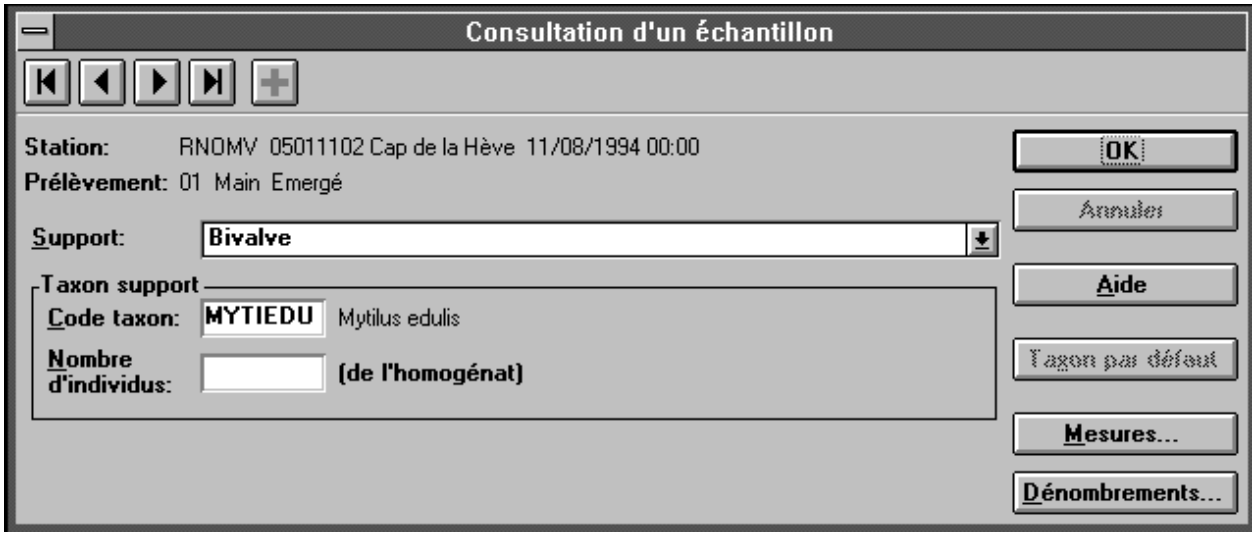


Figure 6 : Applicatif Quadrige de saisie et consultation des résultats - consultation d'échantillon.

Paramètre	Valeur	Précision	Unité	Résultat qualitatif	S	D
INDVTAIL	50	[Aucune]	mm	[Aucun]	3	0
MS%	23	[Aucune]	%	[Aucun]	3	1
ZN	90	[Aucune]	mg.kg-1	[Aucun]	3	0
CU	9.3	[Aucune]	mg.kg-1	[Aucun]	3	1
HG	0.14	[Aucune]	mg.kg-1	[Aucun]	3	2
CD	1.63	[Aucune]	mg.kg-1	[Aucun]	3	2
PB	3.9	[Aucune]	mg.kg-1	[Aucun]	3	1
DDT	54.2	[Aucune]	µg.kg-1	[Aucun]	3	1
DDD	22.1	[Aucune]	µg.kg-1	[Aucun]	3	1
DDE	36.9	[Aucune]	µg.kg-1	[Aucun]	3	1
HCHALPHA	1.1	[Aucune]	µg.kg-1	[Aucun]	3	1
HCHGAMMA	5.5	[Aucune]	µg.kg-1	[Aucun]	3	1
CB28	7.8	[Aucune]	µg.kg-1	[Aucun]	3	1

Figure 7 : Applicatif Quadrige de saisie et consultation des résultats - consultation de résultats de mesure.

Un applicatif présentant la même ergonomie permet de saisir les données de référence. Celui-ci n'est utilisé en saisie que par l'administrateur Quadrige et les responsables de programme. Cet applicatif permet aux autres utilisateurs de consulter les listes de données de référence dont ils ont besoin.

5.5. L'INTERROGATION ET L'EXTRACTION DE DONNEES

Les applicatifs de saisie des données de référence et de résultats constituent aussi des outils de consultation, grâce à l'utilisation des filtres de sélection. Une fonction d'exportation permet de récupérer les résultats sélectionnés. Toutefois, ces sélections ne peuvent porter que sur le contenu d'un seul type de fenêtre à la fois (station, prélèvement, échantillon, etc...).

Un outil d'extraction multicritères spécifique a été développé, pour permettre une définition très souple et très complète des critères de sélection et de la nature des informations à extraire. La figure 8 illustre le mode de définition de ces critères utilisé par cet applicatif : une fenêtre à onglets permet de procéder à la sélection dans des listes déroulantes, de sauvegarder ou de charger l'ensemble des critères retenus. Les résultats extraits sont exportés dans un fichier texte, sous différents formats.

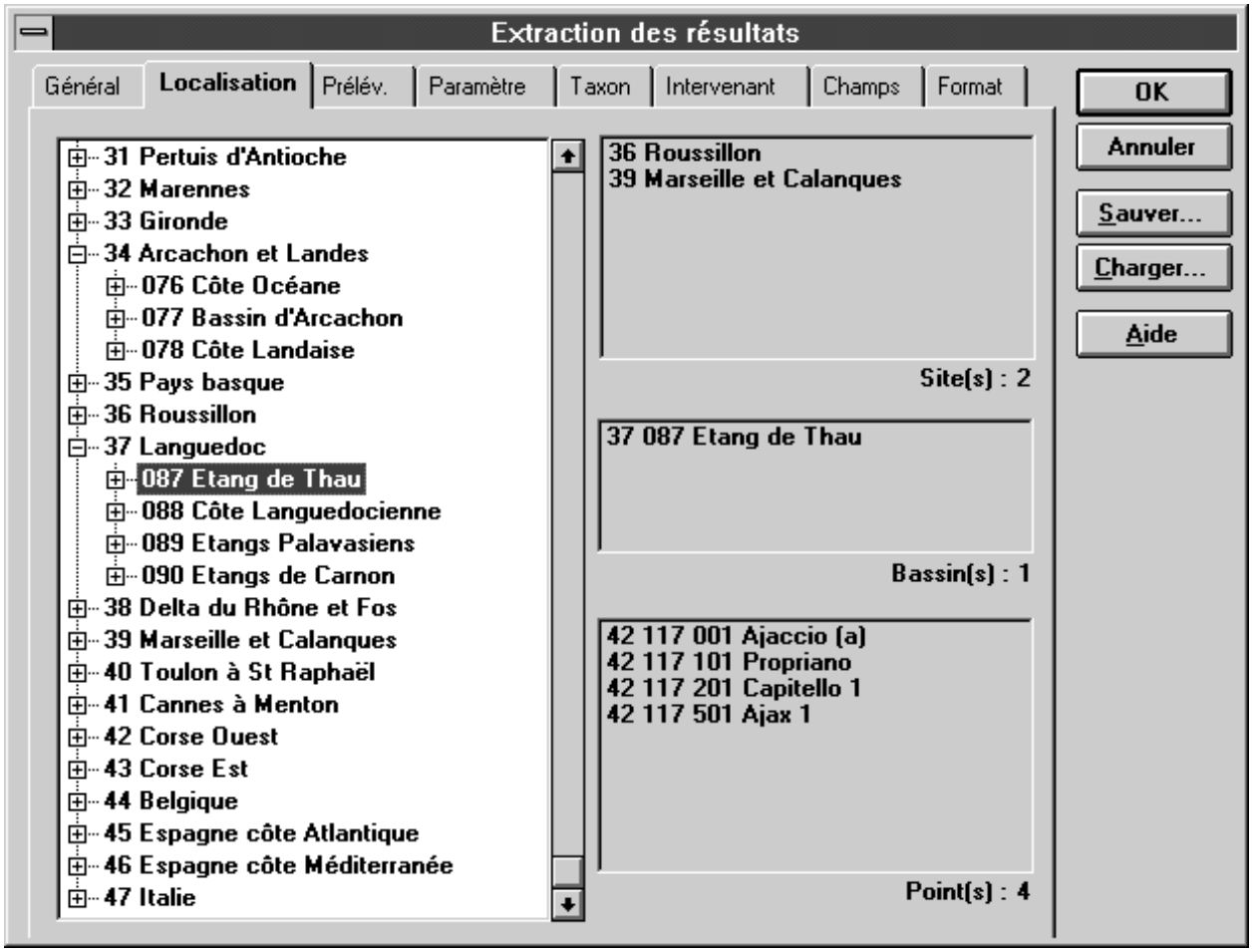


Figure 8 : Applicatif Quadrige d'extraction des résultats.

Les applicatifs de saisie et de consultation, ainsi que cet applicatif d'extraction sont utilisables par tout utilisateur connecté au système et enregistré, c'est à dire muni d'un mot de passe. Naturellement, tous les utilisateurs ne disposent pas des mêmes droits de saisie, modification, consultation et extraction. Ces droits peuvent s'étendre à un ou plusieurs programmes. Ils sont définis lors de l'enregistrement de l'utilisateur.

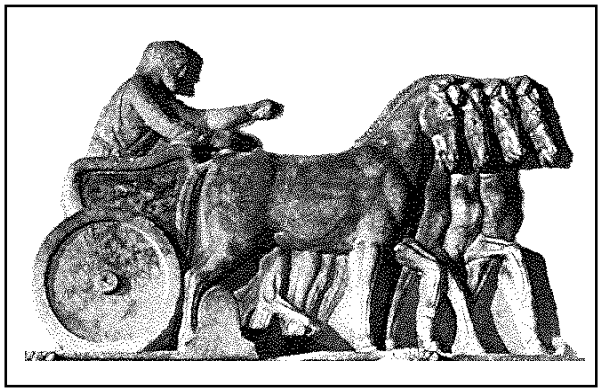
6. PERSPECTIVES

Fin juin 1997, le RNO dans Quadrige représente environ 31 600 stations, soit près de 734 000 résultats archivés depuis ses débuts en juin 1974. Ce volume de données représente un peu moins de la moitié de la base, mais ce pourcentage ira probablement en diminuant, car les autres programmes, et notamment REPHY, produisent des données de dénombrement biologique assez volumineuses. A l'heure actuelle, la plupart des partenaires du RNO ont commencé à utiliser le système Quadrige, mais il faudra attendre sans doute la fin de l'année 1997 pour que tous les éléments en soient pleinement familiers.

L'objectif à moyen terme du système Quadrige est de progressivement faire passer son statut de base de données à celui de banque de données, c'est à dire de mettre à la disposition des utilisateurs des produits plutôt que des données brutes. Cette démarche accompagne naturellement le développement du Réseau National des Données sur l'Eau (RNDE), en particulier par le biais du Guichet RNDE. Ce serveur WEB permettra d'obtenir des informations sur les banques de données existantes dans le domaine de l'eau et les moyens d'accéder à ces banques. Il présentera également les différentes publications du RNDE et des synthèses réalisées dans le cadre de chaque banque de données.

Techniquement, cette évolution passe en priorité par la mise en oeuvre d'outils développés pour le WEB. Dans un premier temps, il s'agira de la mise en ligne sur le serveur de l'IFREMER ou du Guichet RNDE de résultats déjà agrégés lors d'études de synthèse précédentes, comme celles qui ont été réalisées pour les bulletins RNO. Ultérieurement, des procédures dynamiques (sélection, extraction) seront développées.

Sur le plus long terme, le système Quadrige évoluera de plus en plus en harmonie avec les autres grandes bases de données relatives à l'eau, dans le cadre de la dynamique du RNDE et du SANDRE.



Le logo utilisé pour le projet Quadrige (ci-contre) est inspiré d'un détail du "sarcophage des pleureuses", SIDON, IV e s. av. J.-C. Musée archéologique d'Istambul.

Document préparé sous la responsabilité de D. CLAISSE
avec M. JOANNY et B. RAFFIN pour la partie 2.

Impression et couverture :
INSTAPRINT - 1-2-3, levée de la Loire - LA RICHE - B.P. 5927 - 37059 TOURS cedex - Tél. 02 47 38 16 04

Dépôt légal 4ème trimestre 1997

Direction de l'Eau
20, avenue de Ségur, 75302 PARIS 07 SP

Centre de Nantes
Direction de l'Environnement et de l'Aménagement Littoral
BP 21105, 44311 NANTES CEDEX 03