

# LES PORTS DE PLAISANCE

## IMPACTS SUR LE LITTORAL

JEAN-LOUIS MAUVAIS

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



L'ouvrage

**LES PORTS DE PLAISANCE**  
**Impacts sur le littoral**

a été rédigé

à l'Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer  
Direction de l'Environnement littoral

par

Jean-Louis MAUVAIS  
*Centre Ifremer de Brest*

avec la collaboration de

Claude ALZIEU, Yves DESAUNAY, Michel LEON,  
Laurence MIOSSEC, Bernard TEINTURIER  
*Centre Ifremer de Nantes*

Yves MONBET  
*Centre Ifremer de Brest*

Daniel MASSON  
*Station Ifremer de La Tremblade*

Gérard THOMAS  
*Station Ifremer L'Houmeau - La Rochelle*

Les illustrations sont de Daniel MASSON

*La partie "sédimentologie" a été rédigée à partir d'un rapport de la Sogreah à l'Ifremer - Impacts sédimentologiques des ports de plaisance - Contrat Ifremer n° 89.2.1300.11.SVR  
Nous remercions les "Cellules Qualité des Eaux Littorales" qui nous ont fourni leurs données concernant la salubrité des ports.*

*Service de la Documentation  
et des Publications (S D P)*  
**IFREMER - Centre de Brest**  
B.P. 70 - 29280 PLOUZANÉ  
Tél. : 98.22.40.13 - Télex 940 627 F

ISBN 2.905434-35-X

# SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION</b> .....	5
- La plaisance et les ports .....	5
- Les mouillages organisés .....	8
- Installation d'un port de plaisance.....	9
<b>LE MILIEU LITTORAL</b> .....	10
- Le domaine physique .....	11
. La dynamique littorale .....	11
. Evolution du littoral français.....	14
. Principes fondamentaux d'aménagement.....	17
- Le domaine biologique .....	19
. Le domaine pélagique .....	19
. Le domaine benthique.....	19
<b>IMPACT DE LA CONTRUCTION</b> .....	25
- Le creusement et les dragages.....	25
- Les rejets de matériaux .....	27
. Effets sur le fond .....	27
Enfouissement des organismes benthiques.....	28
Modification de la granulométrie des sédiments.....	28
Effets toxiques résultant de la décomposition des organismes enfouis.	28
. Effets dans la colonne d'eau (accroissement de la turbidité) .....	28
Effets sur la production primaire .....	28
Effets sur les invertébrés.....	29
Effets sur les poissons.....	30
. Effets divers .....	31
Possibilités de création de zones déficitaires en oxygène dissous.....	31
Accroissement des teneurs en sels nutritifs .....	31
Pollution par les micropolluants organiques ou minéraux .....	31
- Recommandations.....	33
<b>EFFETS DE LA STRUCTURE</b> .....	35
- Impact sur le milieu physique .....	35
. La sédimentation vaseuse.....	35
. La sédimentation sableuse .....	40
. La sédimentation végétale.....	41
- Impact sur le milieu vivant .....	42
- Recommandations.....	44

<b>CONSÉQUENCES DE L'EXPLOITATION DU PORT</b> .....	45
- Les apports polluants et les niveaux de contamination.....	46
. Matières organiques .....	46
. Macrodéchets .....	47
. Hydrocarbures.....	48
. Bactéries d'origine fécale .....	49
. Métaux .....	52
. Polluants divers.....	56
- Immersion des boues de dragages d'entretien.....	56
. Généralités Méthodes de dragage .....	57
Destinations des produits dragués.....	57
Dragages en zone conchylicole.....	57
. Devenir des rejets Évolution des produits vaseux rejetés en mer .....	59
Évolution des produits sableux rejetés en mer .....	62
. Devenir de la charge polluante.....	62
. Evaluation des risques écotoxicologiques.....	63
- Impacts des activités annexes et dérivées .....	64
. Les abords du port.....	64
. Les résidences secondaires.....	66
. Les terrains de camping et assimilés.....	66
. Les terrains de golf.....	67
. Les zones techniques.....	67
- Impact régional .....	68
- Recommandations.....	71
CONCLUSION.....	73
RECOMMANDATIONS .....	74
BIBLIOGRAPHIE.....	79
GLOSSAIRE.....	87
ANNEXES.....	91

[21] Les nombres entre crochets renvoient aux numéros des références dans la bibliographie, page 79 et suivantes.



## INTRODUCTION

### *LA PLAISANCE ET LES PORTS*

La navigation de plaisance a connu, en France, une croissance importante depuis 25 ans.

En 1966, il y avait très peu de ports conçus pour la plaisance ; les 30 000 bateaux de plus de deux tonneaux utilisaient certains emplacements ou bassins de port de pêche et de commerce, des mouillages installés dans les baies abritées ou estuaires. En 1990, on compte environ 250 ports de plaisance qui représentent 150 000 postes d'amarrage ou de mouillage.

Les chiffres actuels de la plaisance sont éloquentes : plus de 3 millions de navigants, 785 000 bateaux pour la métropole et l'outre-mer, dont 206 000 de plus de deux tonneaux, 550 000 planches à voile.

En Manche-Atlantique, le bateau "moyen" est un voilier de 7m. C'est un voilier de 8 m en Languedoc-Roussillon. Sur la Côte d'Azur la taille moyenne des bateaux passe à 10 m et la proportion de bateaux à moteur augmente. Le type de bateau lui-même évolue: le nombre des voiliers décroît par rapport aux bateaux à moteur.

Les ports de plaisance sont occupés en permanence à 90%. Les postes disponibles ne suffisent plus à accueillir tous les bateaux, dont le nombre progresse de 5% par an, malgré un ralentissement considérable depuis 1980. On assiste alors à un développement anarchique des mouillages individuels. Face à cette situation, de nombreux projets de création de ports de plaisance voient le jour : une trentaine environ correspondant à 20 000 postes d'amarrage ou de mouillage.

La création de ports de plaisance apparaît aux communes comme un moyen intéressant de faciliter le développement économique de leur région et de créer des emplois. On estime qu'un port induit 1,5 emploi direct et 17 à 21 emplois indirects pour 100 postes d'amarrage.

Les coûts de réalisation sont très variables, mais ils sont en général élevés car, dans la majorité des cas, les abris naturels sont déjà occupés. Les nouveaux sites exigent souvent des travaux d'infrastructure importants et les places ainsi créées sont chères : dans certains cas, 80 000 F à 200 000 F l'anneau, voire plus. La rentabilité d'un port nouveau est, dans ces conditions, assez délicate à assurer et, pour limiter les risques, la construction d'un port est associée à des programmes immobiliers. L'ampleur des travaux à réaliser, le nombre des projets suscitent des inquiétudes et des oppositions rendues plus vives par la connaissance insuffisante des effets induits sur le milieu marin.

## PROJETS DE PORTS DE PLAISANCE

(extension ou création)

MANCHE		Places
Dunkerque	: réhabilitation de darses industrielles	600
Gravelines	: création	600
	aménagement d'un ancien bassin	200
Boulogne	: extension de la partie plaisance	n.c
Le Touquet	: création	400
Le Tréport	: création	800
Le Havre	: création de la partie plaisance	600
Dives	: création d'un port dans une ZAC touristique	800
Saint-Côme	: création	700
Barneville-Carteret	: création	700
Granville	: doublement du port de plaisance	800/900
Saint-Malo	: extension du port des Bois Sablons	400
Saint-Cast	: création	400
Cap Fréhel	: création	1000
Dahouet	: extension	300
Saint-Quay-Portrieux	: création d'un port de plaisance-pêche	200
Trébeurden	: création en deux phases	600
Lannion	: extension	300
Roscoff	: création d'une partie plaisance	400
Plougerneau	: création d'un port plaisance/port	400
<b>OCÉAN</b>		
Fouesnant	: extension	300
Douarnenez	: extension	n.c
Saint-Hilaire-de-Riez	: création	800
Sables d'Olonne	: extension	250
Ile d'Yeu	: doublement de la capacité du port	250
Préfaillles	: création	700
La Turballe	: extension	200
Piriac	: extension	250
Saint-Denis-d'Oléron	: création	250
Saint-Georges-d'Oléron	: création/extension	250
Saint-Georges-de-Didonne	: création	200
Anglet	: création	600
Socoa	: création	350
Hendaye	: création	650
<b>MÉDITERRANÉE</b>		
Argelès-sur-Mer	: extension	400
Canet	: création avec ZAC	600
Embouchure de l'Aude	: création	600
Frontignan	: extension	300
Martigues	: extension du port à sec	200
Cavalaire	: extension	500
Fréjus	: extension avec ZAC	712
Menton	: création/extension	720
Ajaccio	: aménagement/extension	300
Furiano	: création	400
<b>MARTINIQUE</b>		
Le Marin	: extension au mouillage et à quai	100
Pointe-de-Grives	: création	600
<b>GUADELOUPE</b>		
Pointre-à-Pitre	: marina bas du fort/extension	450
<b>RÉUNION</b>		
Saint-Gilles	: extension	250
Saint-Pierre	: extension	200
Le Port	: aménagement d'une darse inutilisée par le commerce	200

d'après "Le Moniteur des Travaux Publics et du Bâtiment" 24 mars 1989

Tableau 1 - Les gestionnaires des ports de plaisance

les Municipalités.....	45 %
les Chambres de commerce et d'industrie.....	16 %
les Sociétés d'économie mixte .....	12 %
les Départements .....	4 %
l'Etat .....	1 %
les Sociétés privées.....	14 %
les Clubs .....	7 %

d'après le Commandant Helbert, Fédération Française des Ports de Plaisance

Le but de cet ouvrage est de

- passer en revue les conséquences de la construction de ports et de leur exploitation
- de recommander quelques mesures simples qui permettent de réduire les nuisances
- d'assurer la compatibilité des pratiques liées à la plaisance avec les autres activités littorales traditionnelles : pêche, conchyliculture ...
- de concilier l'implantation d'un port avec la protection de l'environnement.

Nous avons établi une liste assez exhaustive des impacts potentiels. Il ne faut pas en déduire que ces impacts existeront tous sur un même site ni que la création d'un port n'a que des conséquences négatives. Dans certains cas, celle-ci peut contribuer à maintenir le caractère marin d'un site menacé d'ensablement. Ce peut-être aussi le moyen de lutter contre l'érosion du littoral ...

*Le contenu du document a été volontairement limité à l'analyse des impacts sur le milieu marin. Les aspects "impacts terrestres", "impacts visuels et intégration du site dans l'environnement" n'ont pas été abordés*

*La réalisation de ce document a été rendue difficile par le manque de données. La législation rend obligatoire les études d'impact pour les travaux de construction ou d'extension de ports de plaisance dont le coût est égal ou supérieur à 6 millions de francs. Il existe de nombreuses études d'impact de ports de plaisance, mais il n'y a que très peu de données concernant le suivi de la qualité du milieu après la construction. Les données disponibles sont souvent hétérogènes, incomplètes et difficiles à interpréter. De plus, il ne faut pas perdre de vue que le milieu marin est très variable et que la seule constatation d'un impact est, parfois, une opération difficile : il faut plusieurs années d'observation pour déterminer si une évolution est naturelle ou provoquée par l'action de l'homme (aménagement, pollution,...).*

*Le coût des études est tel qu'il est impossible, dans la majorité des cas, de réaliser des études de suivi importantes. L'estimation des conséquences de la construction d'un port sera donc largement subjective et dépendra de l'expérience de l'ingénieur chargé de l'étude. Compte tenu des coûts d'investissement nécessaires à la création de port, compte tenu du nombre de projets, ils serait, toutefois, souhaitable d'avoir de bonnes études de suivi qui pourraient être d'un grand intérêt pour une gestion économique de l'infrastructure et une aide à la décision pour la création de nouvelles entités.*

## **LES MOUILLAGES ORGANISÉS**

Le mouillage des bateaux en dehors des ports est très répandu en France, particulièrement en été. Les raisons sont évidentes : manque de place, coût, facilité d'accès à la mer ...

On a une très mauvaise connaissance du nombre de places de mouillage utilisées par l'activité nautique : les mouillages déclarés à l'administration ne constituent qu'une partie des mouillages existants.

*La photographie aérienne peut-être un élément d'information intéressant. Ce procédé a été utilisé pour estimer la fréquentation nautique sur le littoral des Côtes-d'Armor entre le 14 août 1978 et le 14 septembre 1979. Sur un total de 7 954 mouillages recensés, y compris les places disponibles dans les ports concédés, on comptait 3 253 places portuaires, soit 41% des mouillages. Le nombre de mouillages plus ou moins organisés ou sauvages, implantés sur les sites naturels, est donc prédominant dans ce secteur littoral.*

Une telle situation pose le problème de l'insuffisance, ou de l'absence d'équipements sanitaires à bord des bateaux mais aussi à terre, à proximité de mouillages importants, surtout en période estivale. Cela a conduit, dans les schémas directeurs de la plaisance et des plans nautiques départementaux, à rechercher un développement **des mouillages organisés**, en fonction des besoins constatés.

Ce problème se pose avec une particulière acuité dans les zones où existent de fortes implantations de cultures marines, qui requièrent une protection particulièrement marquée de l'environnement et de la salubrité des eaux.

*Dans le bassin d'Arcachon, des mesures ont dû être prises sur proposition du Service maritime de la Gironde et des Affaires maritimes, notamment entre 1974 et 1985, pour résoudre le problème de mouillages sauvages, de plus en plus nombreux. En 1985, un arrêté interpréfectoral fixait le nombre total des mouillages susceptibles d'être autorisés dans le bassin d'Arcachon, en dehors des limites d'un port, à 4 520 postes. L'amarrage des navires n'était autorisé que sur corps-mort et pour une période comprise, sauf dérogation, entre le 1er mars et le 31 octobre. De plus, le mouillage de navires du type "house-boat" et l'usage des navires de plaisance à titre d'habitation permanente étaient interdits*

La création de tels mouillages organisés s'effectue le plus souvent à l'intérieur d'un port-abri, à proximité d'une base nautique ou dans une zone naturellement abritée, parfois sans autre aménagement. Elle permet d'éviter la prolifération de mouillages individuels, de limiter la consommation d'espace littoral et le risque sanitaire, de dégager l'accès aux plages, et de diminuer le risque de conflits entre plaisanciers et pêcheurs professionnels. Des places peuvent être réservées à ces derniers, en fonction des besoins. Les navires de pêche ou de conchyliculture conservent de toute façon la faculté de mouiller pour les opérations liées à l'exercice de leur activité.

Ces aires de mouillage font l'objet de concessions d'établissement et d'exploitation d'installations réservées à la navigation de plaisance. Elles sont attribuées aux collectivités locales, aux syndicats d'initiative ou aux clubs nautiques. Ces organismes ont ensuite la



Cliché V. Chapron (Ifremer)



La plaisance dans les bassins d'un port ancien à Paimpol (22)

Cliché V. Chapron (Ifremer)



Une création nouvelle, Port-La-Forêt (29)

*Cliché V. Chapron (Ifremer)*



Port à flot grâce à un seuil - Perros-Guirec (22)

*Cliché V. Chapron (Ifremer)*



Port en eau profonde de Pornichet (44)

charge de baliser leur zone, d'y installer les mouillages et d'en assurer la gestion. Les emplacements sont généralement desservis au minimum par une cale d'accostage et un terre-plein.

De plus, dans certains plans nautiques départementaux, l'implantation de **“mouillages de passage”** a été tentée, à titre expérimental. Ainsi, en Charente-Maritime, 120 coffres d'amarrage ont été placés sur le littoral et sous le vent des îles, dans des secteurs dépourvus d'infrastructures portuaires. Dans ces aires, l'utilisation des bouées est gratuite mais ne doit pas dépasser 24 heures ; leur usage est réservé aux seuls bateaux de plaisance d'une longueur inférieure à 15 mètres. Cette initiative est intéressante car elle favorise les plaisanciers vraiment actifs et, si elle était généralisée, inciterait certains bateaux à multiplier les sorties en mer, en diminuant ainsi le nombre des **“bateaux-ventouses”** qui occupent en permanence et inutilement l'espace littoral.

Sur la côte méditerranéenne, l'adoption de mesures comparables pourrait amener les plaisanciers à une mobilité accrue. En effet, dans certains ports on constate une tendance à la sédentarisation presque totale des navires de plaisance. On peut citer à titre d'exemple le port de la Pointe-Rouge à Marseille , qui comporte 1 100 places à flot, 300 places de stockage à terre, surtout pour des dériveurs, et 300 places en **“bateaux-hôtels”**. Sur le millier d'unités à flot, dont 80% sont habitables pour une courte ou une longue durée, on compte 90% de navires totalement sédentaires.

La création de zones de mouillages organisés entraîne, parfois, la construction de digues. On est, dans ce cas, assez près de la configuration d'un **“vrai”** port.

### ***INSTALLATION D'UN PORT DE PLAISANCE***

Un port de plaisance, construit sur une portion du littoral va modifier l'écosystème côtier par suite des changements des paramètres physiques (courant, houle, dépôts de sédiments,...) et biologiques. Les conséquences liées à l'implantation d'un port dépendront beaucoup de son environnement.

Après une brève description du contexte océanographique (domaine physique-domaine biologique), qui montre l'importance de la variabilité naturelle du milieu marin, les principaux impacts sur le milieu marin seront décrits en distinguant :

- **l'impact temporaire lié à la construction du port**
- **l'impact permanent induit de sa présence  
de l'exploitation du port  
des activités annexes**

Quelques **recommandations** sont proposées qui permettront d'assurer un développement économique harmonieux et la préservation de l'environnement.

## LE MILIEU LITTORAL

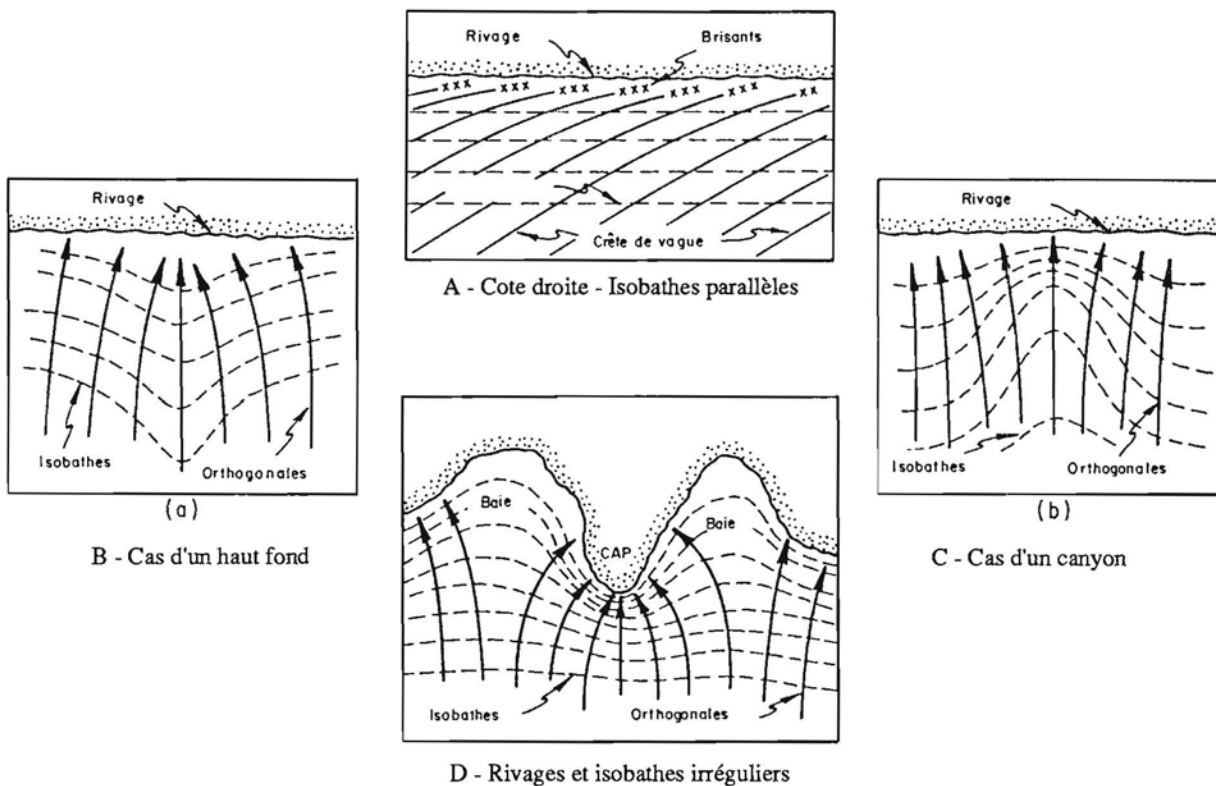
- Le littoral est une zone fragile, en constante évolution, caractérisée par une variabilité importante des phénomènes physicochimiques et biologiques qui s'y manifestent.
  - La plus grande partie du littoral français est, actuellement, en érosion à l'exception des fonds de baies qui se combent.
  - La houle est le paramètre principal qui régit les déplacements de sédiments à la côte.
  - Un aménagement, sur le littoral, modifiera le transit littoral et provoquera donc des phénomènes d'érosion et de sédimentation.
  - L'érosion est particulièrement à redouter, surtout si elle vient accélérer le processus naturel d'évolution d'un site.
  - L'écosystème côtier est altéré par la réalisation d'un aménagement. On distingue le domaine de fond dit benthique, du domaine de pleine eau dit pélagique.
- La bonne santé d'un écosystème peut être caractérisée par sa richesse spécifique.

# LE DOMAINE PHYSIQUE

## LA DYNAMIQUE LITTORALE

- Le niveau de la mer fluctue. Ceci est dû :
  - . aux marées de type semi-diurne sur les côtes françaises avec un cycle vive-eau / morte-eau de 14,76 jours ;

Figure 1 - Exemples de réfraction



- . à la houle: l'agitation engendrée par les vents se propage vers la côte en se réfractant selon des conditions qui dépendent de la bathymétrie, de la configuration du littoral, des caractéristiques des vagues (fig.1) ;
- . aux *décotes* et *surcotes* provoquées par le vent et la pression atmosphérique.

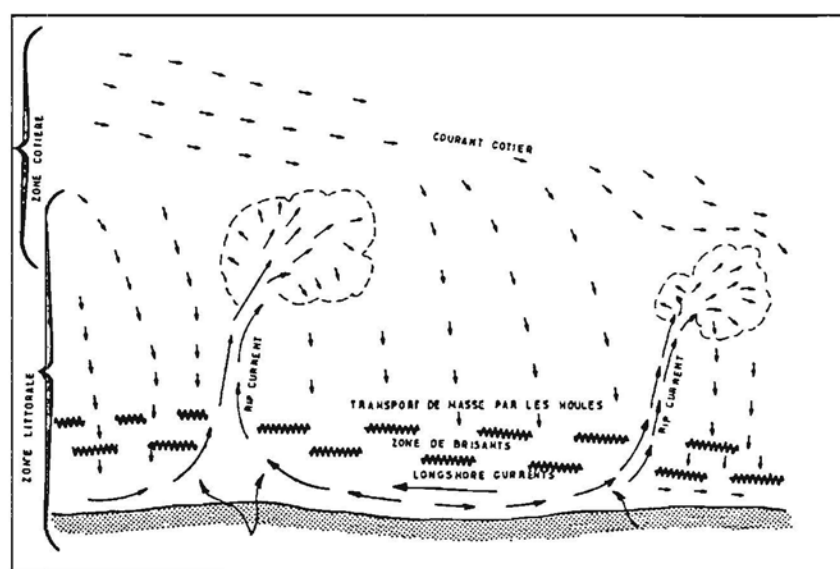
- **Les courants sont très variables.**

- . les ***courants de marée*** sont importants dans la Manche et la mer du Nord (1m/s, voire 4m/s), mais plus réduits dans l'Atlantique ; ils peuvent être importants localement, dans les estuaires, les bassins (Arcachon, golfe du Morbihan), ou les passages entre les îles (pertuis, raz de Sein, ...) !... les courants de marée sont faibles en Méditerranée.

dans le sud du golfe de Gascogne et en Méditerranée, ***les courants de densité***, ***les courants dus au vent*** sont plus importants que les courants de marée.

- . ***les courants liés à la houle*** sont des courants parallèles à la côte - *longshore currents* - ou perpendiculaires à la côte - *rip currents* - (fig. 2)

**Figure 2 - Diagramme schématique des principaux courants (d'après Shepard)**



- **Le littoral français présente toutes les variantes entre :**

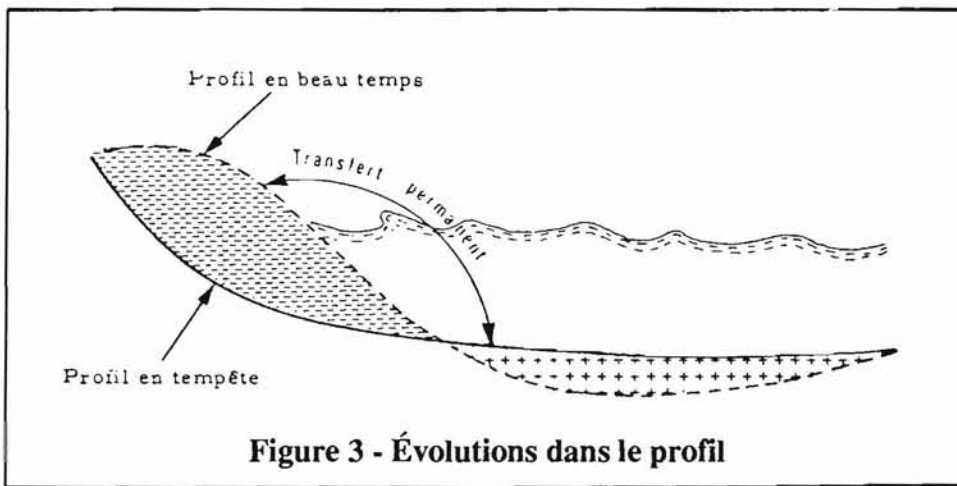
- . ***zones vaseuses ou sableuses***, basses, plates, à large estran, aisément attaquables par la mer : 40% du littoral
- . ***zones rocheuses*** basses ou hautes, avec plages développées dans les baies ou sur des platiers : 40% du littoral
- . ***côtes à falaises*** sans plage : 17% du littoral
- . ***côtes endiguées*** : 3% du littoral

• **A la côte, la houle est le moteur essentiel des mouvements des sédiments.**

- **Les mouvements perpendiculaires à la côte, dans le profil (fig.3).**

Ces mouvements traduisent une adaptation des fonds aux conditions d'agitation. Les profils de plage sont compris entre deux positions : un profil concave, de beau temps, avec engraissement de la partie supérieure de la plage aux dépens des petits fonds, un profil convexe de tempête, où les sables du haut de plage sont chassés vers le large qu'ils engraisent. Ces mouvements sont sensibles jusqu'à une profondeur de l'ordre de 2,5 fois la hauteur de la houle. On a les ordres de grandeur des limites d'action de la houle en France :

- . Manche 5 à 10 m
- . Atlantique 10 à 15 m
- . Méditerranée 3 à 8 m

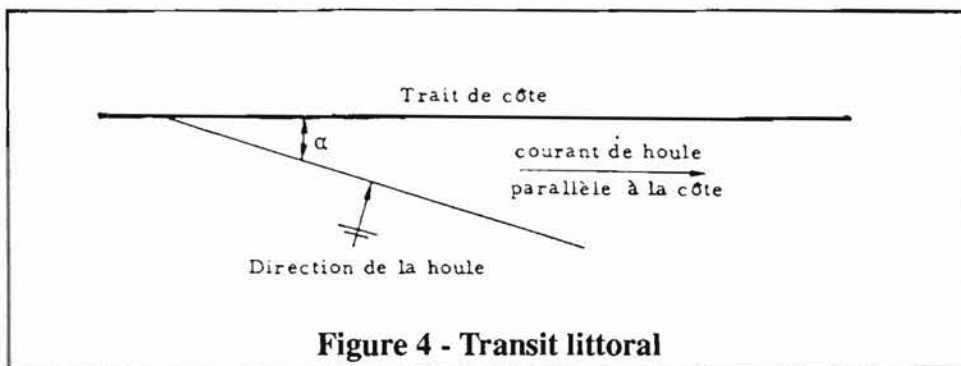


Entre profils de beau temps et de tempête les mouvements dans le profil mettent en oeuvre des quantités de l'ordre de  $50 \text{ m}^3/\text{ml}^*$ /an dans les zones abritées et d'environ dix fois plus dans les zones exposées, comme les Landes.

in SOGREAH

- **Les mouvements parallèles à la côte, transit littoral (fig. 4)**

Lorsqu'une vague arrive obliquement au rivage, il se crée un courant parallèle à la côte qui évacue l'eau apportée par les vagues et dont la vitesse dépend de leurs caractéristiques, en particulier la hauteur et l'obliquité, et de la pente de la plage. En général, les vitesses sont de l'ordre de 0,2 à 0,5 m/s ; elles peuvent atteindre 1 m/s et plus.



Les courants transportent les matériaux remis en suspension par les vagues ; le transport ainsi créé est dit transit littoral. En France, son intensité est de l'ordre de 5 000 à 20 000  $\text{m}^3/\text{an}$  dans les zones peu exposées (baie de la Baule) et de 200 000 à 500 000  $\text{m}^3/\text{an}$  dans des zones exposées (littoral landais).

in SOGREAH

- **Les transports éoliens** sont importants, comme le prouve le développement de dunes en de nombreuses zones du littoral français. Ceux-ci varient de l'ordre de quelques  $\text{m}^3/\text{ml}^*/\text{an}$  sur les plages de faible développement et à vents modérés par exemple à 20 à 30  $\text{m}^3/\text{ml}^*/\text{an}$  dans les secteurs exposés (littoral landais).

\* : ml : mètre linéaire

- **Les déplacements des sédiments côtiers dépendent beaucoup de la nature de ceux-ci.**

On distingue des fonds constitués de :

- . *rochers* : la construction de digues, en atténuant la houle et ralentissant les courants, pourra amener des dépôts de particules fines.
- . *galets* : leur mouvement se fait surtout par charriage sur l'estran dans la zone de déferlement (littoral du pays de Caux et beaucoup de petites plages de Bretagne ou de Provence).
- . *sables* : les mouvements se font principalement sous l'action des vagues, sur l'estran et les petits fonds, mais peu au-delà de - 3 à - 4 m.
- . *vases* : matériaux cohésifs constitués par des éléments très fins (argiles principalement, colloïdes, débris calcaires, matières organiques) transportés en suspension surtout par les courants.; les vases sont le type de sédiment généralement impliqué dans les problèmes de sédimentation des bassins portuaires.

L'intensité des transports pourra être grandement modifiée par la couverture végétale des fonds : herbiers, champs d'algues,... qui jouent un grand rôle dans la protection du littoral.

## ***EVOLUTION DU LITTORAL FRANÇAIS***

Le niveau de la mer change avec l'évolution du climat. Depuis 150, ans le niveau de la mer continue de monter. On peut admettre qu'en France le phénomène atteint 1,2 mm/an. Cette montée du niveau moyen des mers peut s'accélérer dans l'hypothèse d'une modification du climat.

**Les zones en engraissement** sont essentiellement les grandes baies dont le colmatage naturel a généralement été accéléré par les travaux d'endiguement : baie du Mont-Saint-Michel, de la Somme, de l'Aiguillon ... De même, les grands estuaires, Seine, Loire, Gironde, se colmatent sous l'effet de facteurs naturels et humains.

Mais, en règle générale, le littoral français, comme celui de nombreuses parties du monde, est **en érosion**. Le recul varie selon la nature et l'exposition du littoral : très faible dans les falaises granitiques bretonnes, il atteint 20 m/an à la pointe de la Coubre en Gironde. Le plus souvent, pour les littoraux sableux, elle est de 0,2 à 0,5 m/an.

Les raisons de l'érosion des côtes sont à rechercher dans ***l'évolution des transports sédimentaires*** qui ont trois origines.

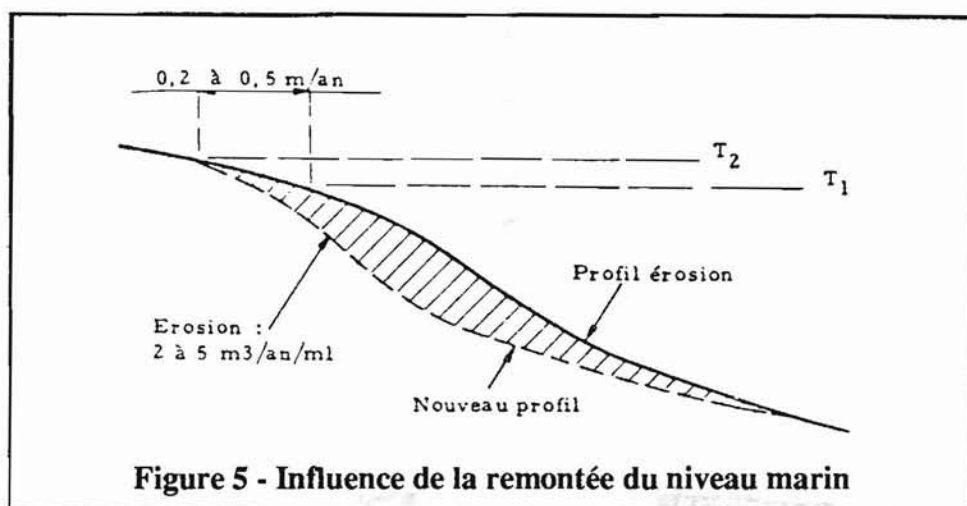
- . *les cours d'eau* - Actuellement, en France, les apports sableux ont été considérablement réduits à la suite des travaux d'aménagement (barrages, régularisations, etc.) ou des extractions qui ont un rôle pervers car l'effet ne se fait sentir qu'avec retard, progressivement, mais pour fort longtemps.



Aussi, les grands fleuves apportent-ils surtout des matériaux en suspension :

- . Loire et Seine 0,5 à 1 million de t/an ;
- . Garonne et Dordogne 1,5 à 3 millions de t/an ;
- . Rhône 5 à 8 millions de t/an depuis son aménagement, (de l'ordre de 30 millions de t/an avant).

. La mer - Au cours des temps, il s'est constitué en mer, à partir des apports des cours d'eau, de l'érosion des falaises et, aussi, de la production biologique (débris coquilliers, maërl), un stock "géologique" qui représente un énorme réservoir à sédiments. Cependant, les apports annuels sont faibles vis-à-vis des mouvements sédimentaires et de l'impact des actions humaines.



in SOGREAH, 1990

. L'érosion du littoral - A une échelle de temps humaine, l'érosion des falaises n'apporte que peu de matériaux participant directement à l'évolution du littoral à l'exception des plages de galets. Il en va tout autrement avec les dunes et plages sableuses : la remontée du niveau marin (fig.5) induit une production de l'ordre de 2 à 10 m<sup>3</sup>/ml/an selon l'importance des dunes et la pente de la plage. Par exemple, dans la baie de la Baule, le volume mis en jeu est de 20 000 à 30 000 m<sup>3</sup>/an, valeur annuelle du transit littoral et de la perte annuelle en sable.

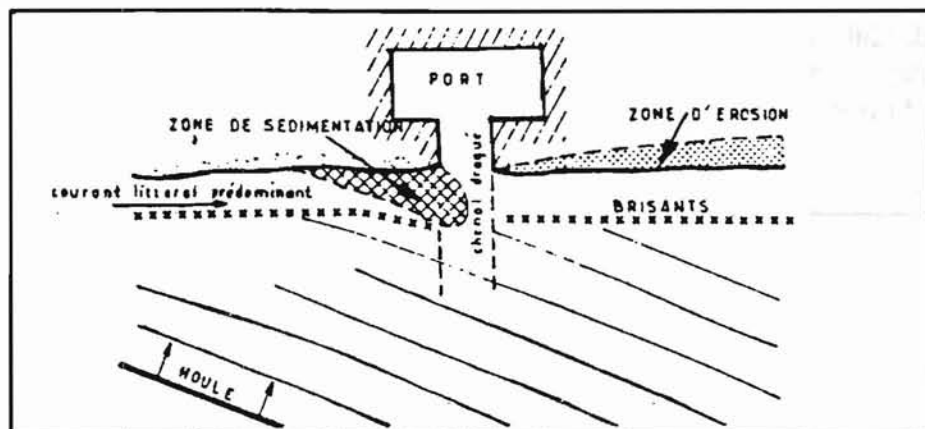
Une place particulière doit-être faite au domaine estuarien où la rencontre mer-fleuve engendre une dynamique sédimentaire très particulière qui met en jeu des formes spécifiques d'accumulation : bouchon vaseux et crème de vase se déplacent dans l'estuaire avec les conditions océanographiques et hydrologiques.

**L'érosion des côtes provient essentiellement de la diminution des apports par les cours d'eau et de la remontée progressive du niveau marin.**

Certains **facteurs biologiques** peuvent modifier l'importance locale de l'érosion côtière, généralement en ralentissant le phénomène. Ce sont:

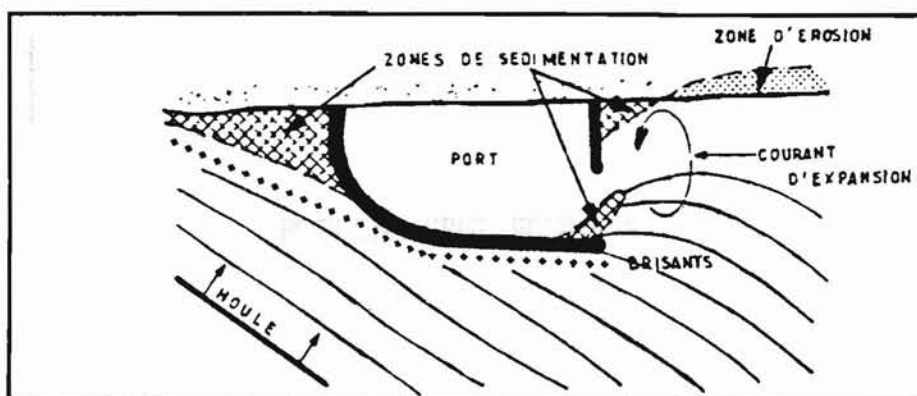
- . les champs d'algues et les herbiers qui protègent les fonds, amortissent les vagues, produisent des débris végétaux.
- . les algues calcaires, tel le maërl, qui produisent un sédiment qui, dans certains cas, vient alimenter la dérive littorale.
- . les coquillages morts qui produisent également un sédiment, la tange, par exemple.

Figure 6 - Influence des ouvrages sur la sédimentation



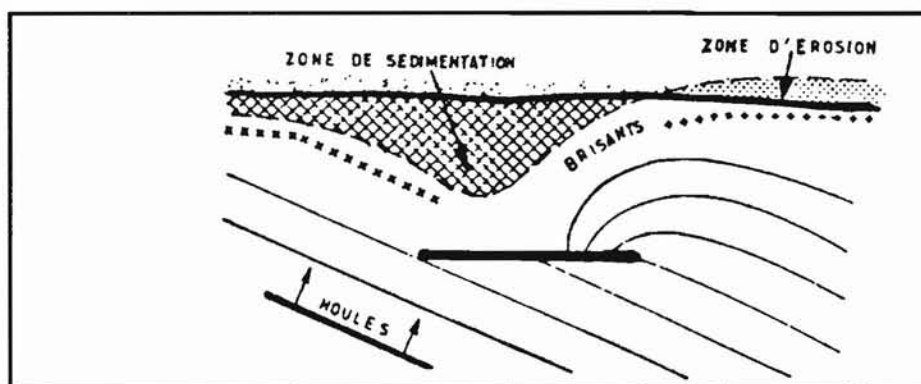
A

CHENAL DRAGUÉ DANS LA ZONE LITTORALE



B

DIGUES ET JETÉES



C

BRISE-LAME ISOLÉ

in SOGREAH, 1990

## PRINCIPES FONDAMENTAUX D'AMÉNAGEMENT

La réalisation d'un ouvrage portuaire doit prendre en compte des règles essentielles :

- . **le littoral est "vivant"**, en recherche d'équilibre permanente par l'adaptation aux conditions soit naturelles, soit artificielles (humaines).
- . **toute action humaine provoque une réaction du littoral.**
- . l'aménagement doit respecter la **zone côtière "sensible"** ; en dehors d'une définition "légale", il s'agit de la zone qui peut être concernée à une échelle de temps humaine par l'évolution du littoral.

*Les interventions de l'homme* modifient, en la ralentissant ou en l'accéléralant, l'érosion du littoral.

- *Aménagements des fleuves* qui ont réduit les apports.
- *Ouvrages longitudinaux* : perrés, murs de défense qui ont souvent des effets fort néfastes sur l'équilibre du littoral (fig. 6,7) : rupture du profil longitudinal de la plage, réflexion de vagues sur les ouvrages qui entraînent de fortes turbulences génératrices d'érosion, rupture des liaisons dunes-plages avec destruction des bénéfiques effets "tampons" sur les évolutions de plage liées aux échanges entre ces deux domaines.
- *Ouvrages transversaux*, épis, jetées portuaires qui provoquent à la côte un engraissement sur la face offerte au transit littoral et une érosion de l'autre côté (fig. 8).
- *Extractions*, désormais bien réglementées et surveillées, qui entraînent d'importantes érosions liées à la diminution du volume de matériaux sableux. Les effets des extractions anciennes continuent à se faire sentir.
- *Fréquentation humaine*, qui détruit le couvert végétal et conduit à de nombreuses dégradations de dunes en favorisant l'érosion éolienne.

Les actions humaines n'ont que rarement un rôle bénéfique sur l'équilibre du littoral. Il faut, toutefois, citer certaines actions qui ont des **conséquences bénéfiques** : fixation des dunes avec des plantations ...

Il convient également de noter que le littoral évolue naturellement et que la non-intervention peut avoir des conséquences désastreuses.

Figure 7 - Action d'un ouvrage longitudinal

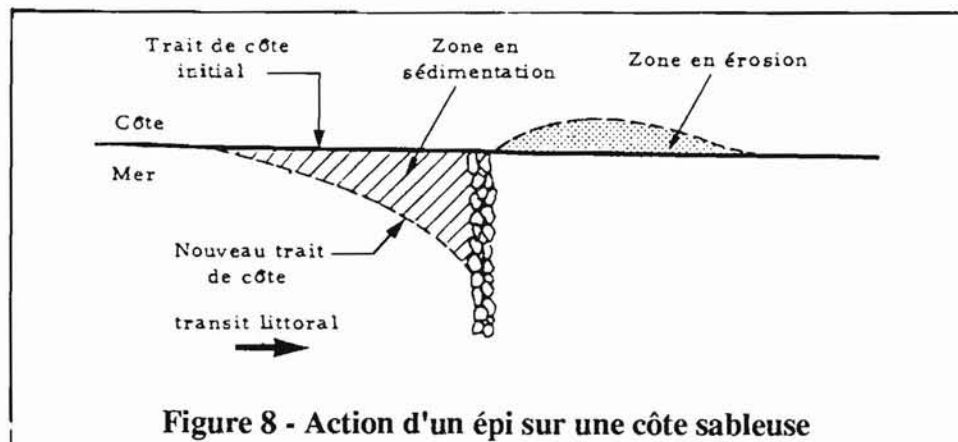
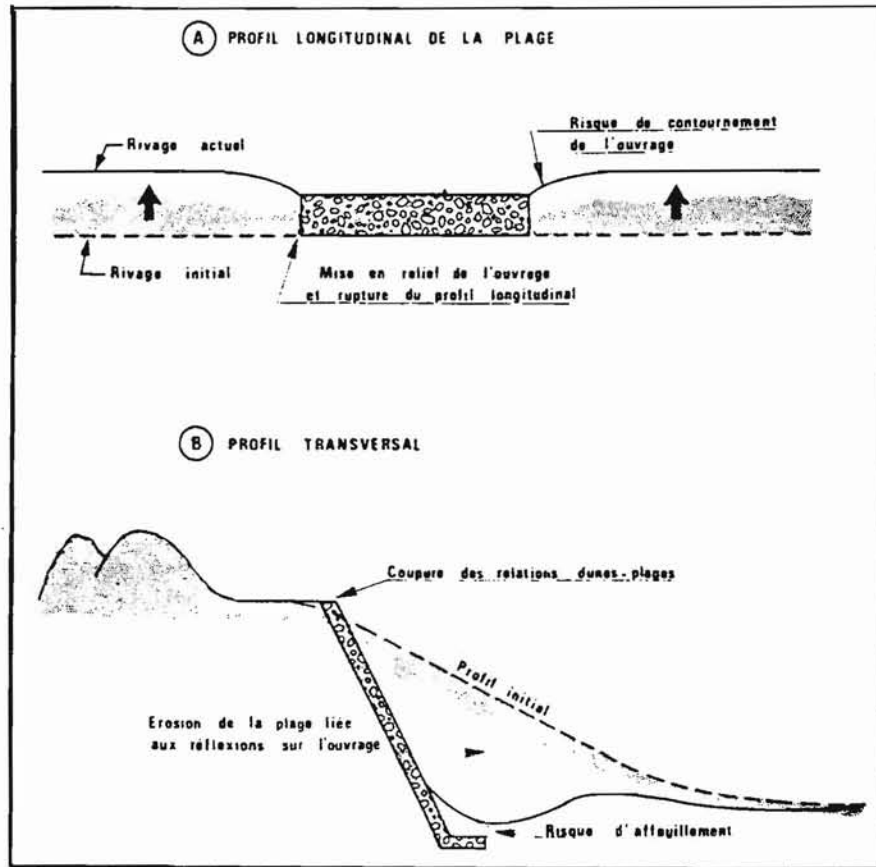


Figure 8 - Action d'un épi sur une côte sableuse

## LE DOMAINE BIOLOGIQUE

Le milieu marin se divise en deux grands ensembles : le domaine de pleine eau, dit *pélagique* et le domaine du fond, ou *benthique*.

### • Le domaine pélagique

Son importance est grande puisqu'il comprend non seulement la bande côtière mais toute la partie océanique. Cependant, dans cette présentation, nous ne nous intéressons qu'à la première, appelée également province néritique. Elle constitue une faible proportion de l'ensemble marin (environ 5%), mais elle est hautement productive. Elle s'étend sur le plateau continental jusqu'à une profondeur maximale de 100 à 200 m. Ces eaux, soumises aux apports continentaux, sont chargées de matières en suspension qui permettent, cependant, la pénétration de la lumière.

Dans cette couche euphotique se développent le plancton et le necton. Le plancton se subdivise en phytoplancton et zooplancton. Il flotte plus ou moins passivement dans les eaux et subit les courants et les divers mouvements de circulation des eaux. A l'opposé, le necton a les capacités natatoires suffisantes pour s'en affranchir. Il comprend la plupart des mollusques céphalopodes, les poissons et les mammifères marins ainsi que de nombreux crustacés décapodes.

### • Le domaine benthique

Il comprend toutes les espèces qui vivent en étroite relation avec le sédiment. Il se divise en *phytobenthos* et *zoobenthos*. Suivant la taille des individus, on observe le macrobenthos (taille supérieure à 2 mm), le méiobenthos (de 0,1 à 2 mm) et le microbenthos (inférieur à 0,1 mm) constitué d'êtres unicellulaires (bactéries, algues unicellulaires et petits protozoaires), mais aussi de métazoaires et de formes larvaires d'espèces du macrobenthos.

#### ***Le substrat est un des facteurs principaux qui conditionnent la distribution des espèces benthiques***

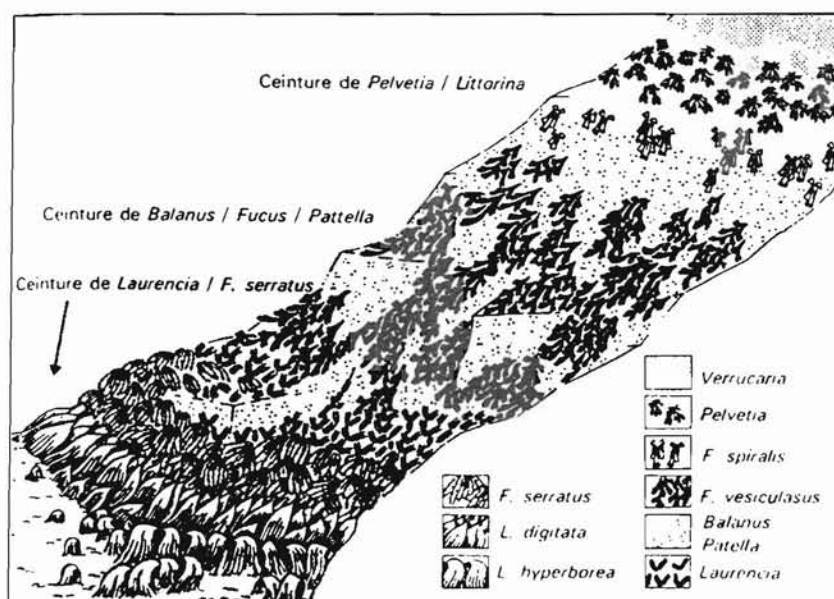
On distingue deux catégories : les *substrats meubles* (galets, graviers, sables, vases) et les *substrats durs* (roche en place ou structures issues des activités humaines).

Sur ces derniers se fixent les algues, de nombreuses espèces d'éponges et d'hydriaires, divers mollusques comme les moules (*Mytilus edulis*) ou les patelles (*Patella vulgata*), les littorines et des crustacés comme les balanes (*Balanus balanoides* ou *Chthamalus stellatus*).

Dans les substrats meubles ces formes fixées sont rares : quelques ascidies. Peu d'algues peuvent se fixer. Par contre, on trouve les phanérogames marines, zostère et posidonie, en Méditerranée, constituées d'une partie épigée formée de bouquets de feuilles et d'un rhizome endogé. Ces phanérogames jouent un rôle important sur les fonds du plateau continental car elles fixent les sédiments. Elles assurent également à certaines espèces animales un abri contre la lumière trop violente et contre les prédateurs.

**L'éclairement** est un facteur important de la distribution des algues et plus généralement de l'ensemble des espèces benthiques (fig.9). La répartition des peuplements de fond dépend de facteurs physiques : température, salinité, courants, turbulence et de compétitions d'ordre alimentaire (trophique) et de concurrence pour la place. Ces facteurs interagissent entre eux : leurs actions antagonistes ou synergiques conduisent à un **étagement des peuplements**.

Figure 9 - Répartition des algues et de l'épifaune sur une côte rocheuse



in THORSON 1971 d'après J.R. LEWIS (1964)

#### Le SYSTEME LITTORAL comporte QUATRE ÉTAGES

• **L'ÉTAGE SUPRALITTORAL** - Il est situé au haut de l'estran, et il est rarement immergé : c'est le cas lors des marées d'équinoxe dans les zones à fortes marées.

• En Méditerranée où l'effet de la marée est faible, l'humectation nécessaire aux organismes est assurée par les embruns. Les substrats rocheux sont peuplés de petits gastéropodes comme les littorines et d'isopodes (ligiidés) ; sur les plages, on trouve les puces de mer, amphipodes sauteurs, comme *Talitrus* et *Orchestra*.

• **L'ÉTAGE MÉDIOLITTORAL** - C'est la zone intertidale caractérisée par des alternances d'émersions et d'immersions. Les amplitudes sont variables suivant les régions. Dans une mer fermée comme la Méditerranée, le marnage est faible et la zone de balancement de marée réduite.

Sur les **côtes rocheuses**, le peuplement principal est constitué de cirripèdes thoraciques (*Chthamalus*), d'algues corallinacées encroûtantes et de gastéropodes comme les patelles. Sur les côtes affectées par des marées importantes, on retrouve les mêmes organismes avec de plus des bivalves comme les moules (*Mytilus edulis*), d'autres cirripèdes comme les balanes (*Balanus balanoides*). La couverture d'algues est composée entre autre de fucus et d'ascophyllum. La figure 10 schématise cette zonation des espèces en fonction des conditions d'exposition de la zone : mode battu ou mode abrité.

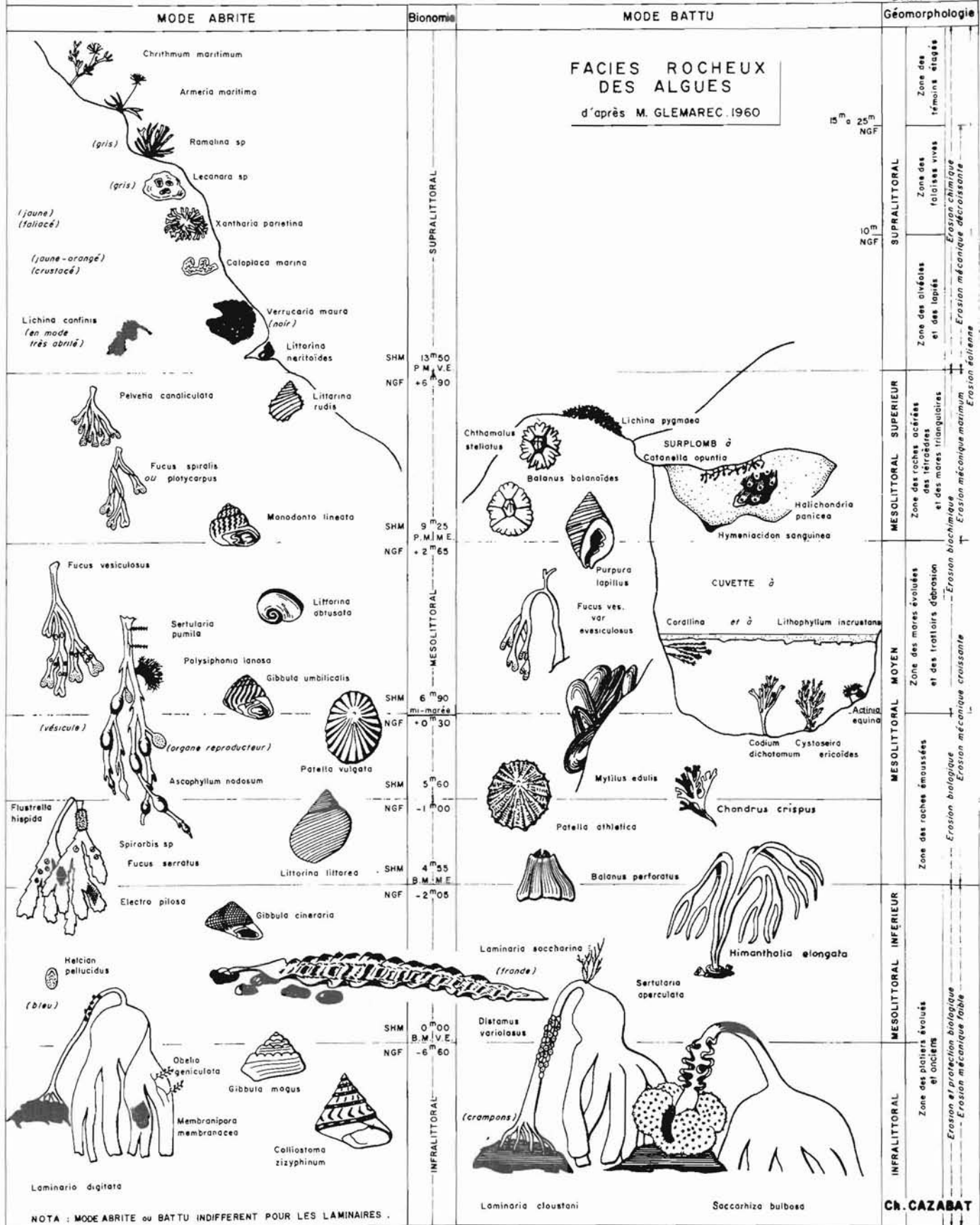
Les **substrats meubles** sont peuplés de divers crustacés comme les amphipodes, de nombreux polychètes errants et sédentaires (*Nephtys hombergii*, *Arenicola marina*) d'oursins de sable et de petits bivalves (fig. 11).

• **L'ÉTAGE INFRALITTORAL** - En mer à marée, il est légèrement exondé aux marées d'équinoxe. Sa limite maximale reste compatible avec l'existence des phanérogames marines (*Zostera* ou *Posidonia*) ou d'algues photophiles (*Laminaria*). Cet étage constitue pour beaucoup d'espèces vagiles une zone privilégiée de reproduction et de développement des jeunes.

• **L'ÉTAGE CIRCALITTORAL** - Cet étage s'étend entre la profondeur maximale acceptable par les phanérogames marines ou les algues photophiles et celle compatible avec l'existence d'algues multicellulaires sciaphiles, c'est-à-dire tolérantes aux faibles quantités de lumière. A ce stade la biomasse végétale est toujours inférieure à la biomasse animale. La différence est d'autant plus marquée que la profondeur est grande.

# GEOMORPHOLOGIE ET BIONOMIE (FACIES ROCHEUX)

MASSIF DE SAINT-MALO

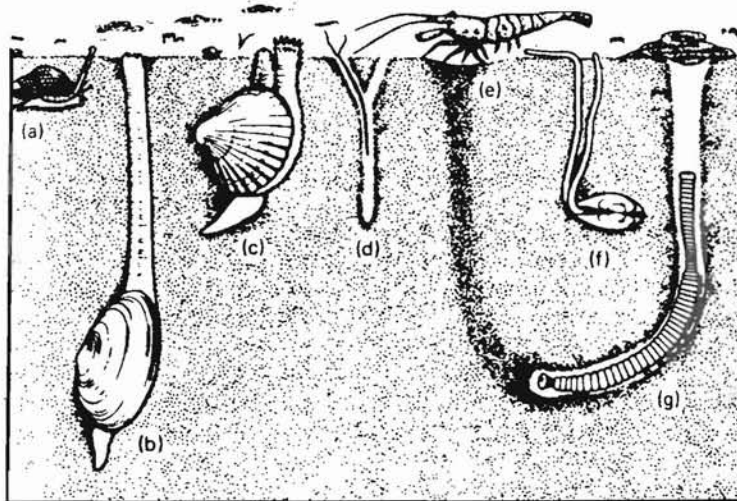


NOTA : MODE ABRITE ou BATTU INDIFFERENT POUR LES LAMINAIRES .

CH. CAZABAT

Figure 10 - Géomorphologie et bionomie (facies rocheux)

Les deux grands domaines, pélagique et benthique, ne fonctionnent pas indépendamment l'un de l'autre. Les inter-relations sont grandes et les échanges importants. De nombreuses espèces animales ont une phase larvaire planctonique et la phase adulte benthique, par exemple les mollusques comme les moules et les huîtres ou les crustacés comme les crabes et les homards. Certains poissons, comme les pleuronectiformes (plies, turbots) vivent à l'état adulte sur le fond mais leurs larves sont pélagiques. A la métamorphose, les jeunes individus tombent sur le fond et passent la première année sur des substrats sableux de faible profondeur. Ces derniers constituent ce qu'on appelle des **nurseries** ou **nourriceries**.



(in THORSON 1971 d'après THORSON 1968)

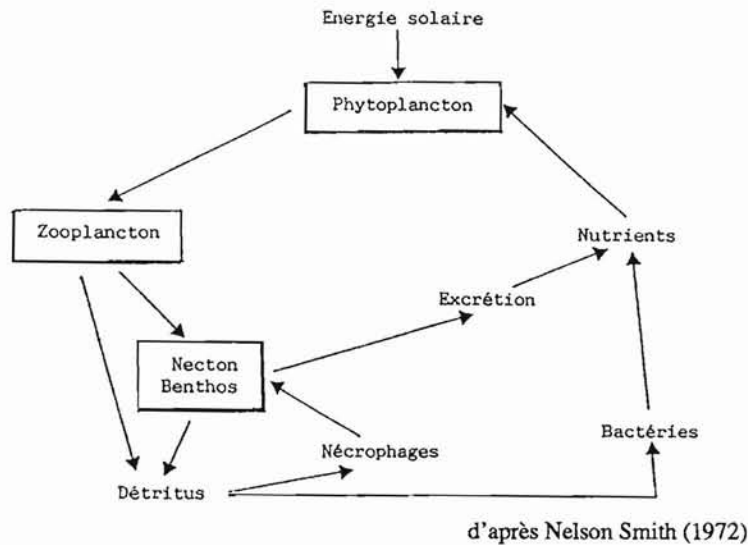
**Figure 11 - Coupe verticale d'une colonie à *Macoma***

- a) petit bussin (*Nassarius*)
- b) bivalve (*Mya*)
- c) coque (*Cardium*)
- d) ver chetopode (*Pygospio*)
- e) crevette grise (*Crangon*)
- f) bivalve (*Macoma baltica*)
- g) ver arenicole (*Arenicola*)

Cependant, les relations entre le plancton et toutes les autres espèces benthiques ou pélagiques ne sont pas uniquement liées aux différents stades de la vie (stade larvaire, juvénile ou adulte). Les interactions les plus importantes sont d'ordre alimentaire ou trophique. Au départ de la **chaîne alimentaire**, le phytoplancton constitue le producteur primaire. Il utilise l'énergie lumineuse du rayonnement solaire pour réaliser la synthèse de molécules organiques à partir de composés minéraux simples (les nutriments tels que le gaz carbonique, les phosphates, nitrates, nitrites et sels ammoniacaux) ; c'est ce qu'on appelle la photosynthèse. Schématiquement le phytoplancton est consommé par le zooplancton herbivore. Les espèces zooplanctoniques sont elles-mêmes la proie de petits carnivores dévorés à leur tour par de plus gros carnivores, poissons mais également l'homme.



**La photosynthèse** est à l'origine de tout le cycle de la matière. Cette activité dépend de la disponibilité d'une quantité suffisante d'énergie lumineuse et également de la présence de nutriments minéraux. Ceux-ci proviennent des apports continentaux par les fleuves et les rivières, de l'excrétion des différents consommateurs de la chaîne alimentaire et de la dégradation de la matière organique (animaux et végétaux morts), sous l'action des nécrophages et des bactéries. Le cycle se résume ainsi :



Dans la zone côtière, qu'il s'agisse de l'étage supralittoral, médiolittoral ou infralittoral, ces mécanismes fonctionnent. Sur les rochers intertidaux, patelles et bigorneaux broutent les algues, de même dans l'infralittoral divers gastéropodes se nourrissent sur les champs d'algues (laminaires).

***Quelle que soit la zone, le milieu est le siège d'une intense compétition pour l'espace.***

Que se passe-t-il lorsqu'une surface n'est pas occupée ? Les premiers colonisateurs sont les bactéries qui forment une pellicule de surface sur laquelle vont pouvoir se fixer les espèces animales et végétales. Cette deuxième phase de colonisation intervient lors de la sporulation pour les algues et après la ponte pour les espèces animales. Celles-ci recherchent pour la fixation des larves des conditions physico-chimiques favorables à leur développement. Le peuplement peut se faire également par migration des espèces occupant les zones adjacentes. Il s'établit petit à petit un équilibre entre les différentes espèces du peuplement nouvellement constitué. Cet état d'équilibre est appelé climax. Sa stabilité temporelle est fonction des conditions d'environnement. L'introduction dans le milieu de substances polluantes déclenche un déséquilibre physicochimique de l'environnement marin dont les conséquences directes et indirectes peuvent être la disparition d'une ou de plusieurs espèces. Il en résulte une perturbation de l'écosystème.

Dans des conditions normales, la bonne stabilité d'un peuplement benthique est corrélée à sa richesse spécifique. Les espèces sont nombreuses, pour chacune d'entre elles le nombre d'individus est faible. A l'inverse, un milieu déséquilibré se caractérise par la dominance numérique d'un petit nombre d'espèces, dites opportunistes, au dépens d'espèces plus sensibles qui diminuent en nombre ou qui disparaissent complètement dans les cas les plus graves.

En conclusion, la productivité de la frange côtière est conditionnée par la qualité des eaux. La présence de quantités suffisantes mais non excessives de nutriments associée à une bonne pénétration de la lumière assure la croissance du phytoplancton, base nutritive des premiers maillons de la chaîne alimentaire. Ces paramètres sont également les conditions nécessaires au maintien et au développement d'un "écosystème conchylicole" présent à tous les niveaux du littoral : estran pour la vénériculture, zone intertidale et infralittorale pour ostréiculture, mytiliculture et gisements coquilliers.

Cliché M. Léon (Ifremer)



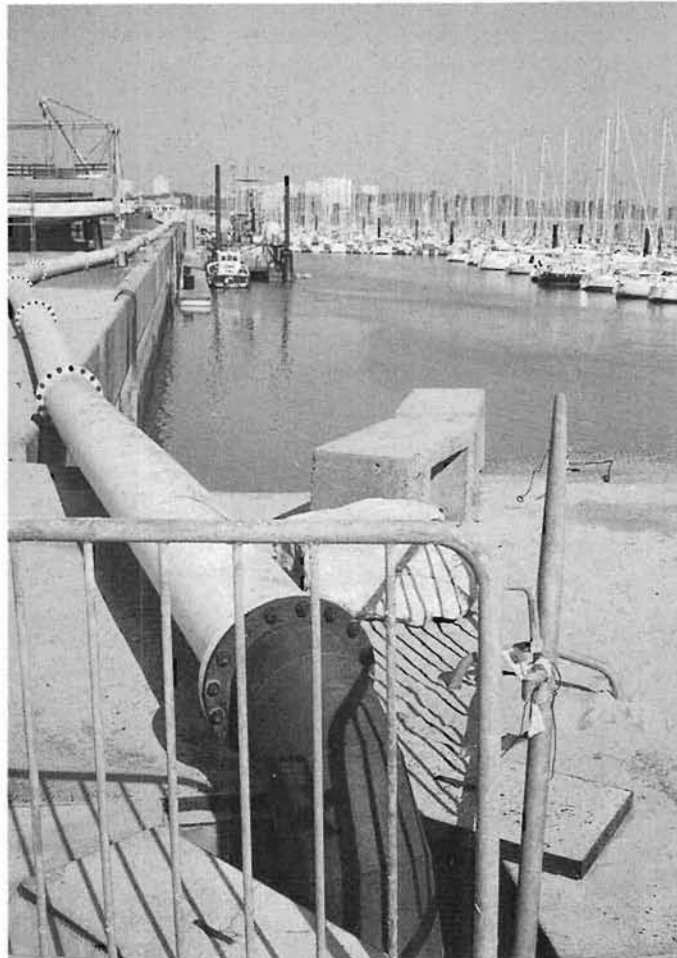
Port de La Vigne à Lège (bassin d'Arcachon - 33)

Cliché M. Léon (Ifremer)



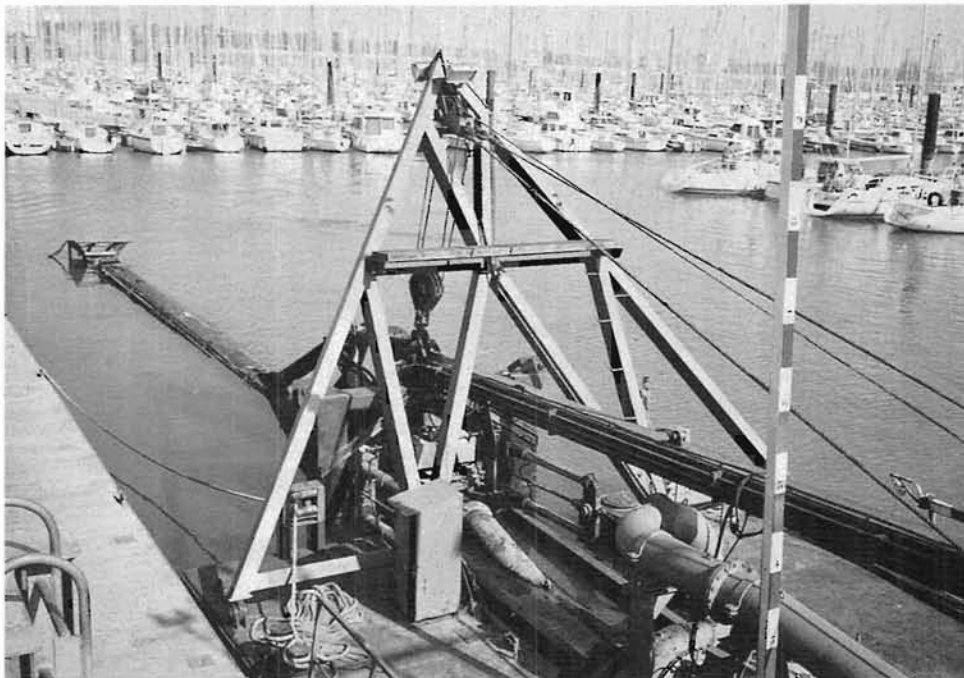
Port de Fontainevieille (bassin d'Arcachon - 33)

Cliché D. Masson (Ifremer)



Tuyau de dévasage au port des Minimes (La Rochelle - 17)

Cliché D. Masson (Ifremer)



Avant d'une drague au port des Minimes (La Rochelle - 17)

## IMPACT DE LA CONTRUCTION

- L'implantation d'un port sur le littoral a comme conséquence immédiate et irréversible la destruction de la faune et de la flore dans la zone des travaux.
- Cela prend une acuité particulière en Méditerranée, surtout sur la Côte d'Azur, en raison de la présence de l'herbier de posidonies.
- La création d'un port nécessite souvent le creusement de bassins et le rejet en mer de matériaux. Ces rejets ont des conséquences sur l'écosystème côtier
  - . enfouissement d'organismes benthiques,
  - . augmentation de la turbidité et donc diminution de la production primaire,
  - . colmatage des branchies.
- L'impact est le plus souvent temporaire

### LE CREUSEMENT ET LES DRAGAGES

L'implantation d'un ouvrage dans le milieu marin a comme conséquence immédiate et irréversible la **destruction de la faune et de la flore de la zone qui supporte les travaux**. En voici un exemple :

*L'étude d'impact de l'extension du port de Loctudy dans le Finistère (1986) analyse les effets probables de cet aménagement sur le site retenu. Cette réalisation doit entraîner la disparition de 3,4 ha de surface d'estran dont 3 ha d'un herbier de zostères, correspondant à 10% de sa surface totale. Ces phanérogames ont un rôle fondamental dans un écosystème côtier ; elles abritent une faune riche d'invertébrés marins et peuvent également constituer, le cas échéant, une protection pour les juvéniles de poissons. La perte en biomasse est estimée à 36 tonnes toutes espèces confondues. Cependant les auteurs concluent que cet empiètement des installations sur l'estran ne devrait pas conduire à un déséquilibre trop important de l'écosystème. Une réorganisation de ce dernier est probable, en fonction des nouvelles conditions locales.*

Il faut noter que ces "prévisions" des études d'impact ne sont jamais accompagnées de programmes de suivi et qu'il est donc presque impossible d'établir un bilan quelques années après.

En Méditerranée, des effets similaires sont enregistrés. De nombreuses études ont globalement analysé les conséquences des aménagements sur la frange côtière, c'est-à-dire principalement la zone infralittorale. Ces restructurations concernaient des ports de plaisance mais également des digues, terre-pleins et des plages alvéolaires.

*Dans le secteur de Cannes [68], la réalisation de neuf aménagements représente 95,8 ha pour une superficie totale de la zone infralittorale de 549,8 ha entre 0 et -20 m. Cela correspond à 25% environ du total entre 0 et -10 m. On en mesure les conséquences quand on sait qu'il s'agit de fonds d'herbiers dans une zone où le plateau continental, donc la zone productive, est très réduite.*

Sur la Côte d'Azur, les aménagements littoraux sont réalisés dans la zone de 0 et -10 m, lorsque la pente est douce et par petits fonds ; le prix de revient des ouvrages est alors réduit. Il en résulte la destruction d'une partie de l'herbier de posidonies (*Posidonia oceanica*), caractéristique des fonds méditerranéens, et de la faune qui lui est associée.

La destruction d'un herbier de posidonies est une atteinte sérieuse à l'environnement, car les herbiers ne se reconstituent que très lentement (3,75 cm/an-55) Ces phanérogames sont peuplées d'une faune spécifique mais jouent également un rôle physique, en amortissant les effets des houles et des courants. Le maintien et le développement de l'herbier contribuent à la protection de la ligne de rivage. Ainsi, Judy de Grissac [55] signale que le démantèlement d'un mètre d'épaisseur de mat de posidonies produit, en rade de Giens, une couche de 35 à 40 cm de sédiment, après le départ des restes de posidonies. La disparition de l'herbier, donc du piège à sédiment, l'accroissement de la houle et des courants, ne permettront généralement pas le maintien des particules fines (65% du sédiment). L'accroissement de la profondeur qui en résultera fera reculer la ligne de rivage (conservation de la pente sous-marine en réponse aux facteurs dynamiques).

*En Méditerranée, le maintien des herbiers de posidonies est le garant de l'équilibre des plages et de la position de la ligne de rivage.*

Le développement du chantier conduit à une **augmentation de la turbidité** par la mise en suspension de matériaux. Les conséquences sur un écosystème sont multiples. La quantité de lumière qui traverse la couche d'eau est plus réduite, il en résulte une perturbation de la photosynthèse qui entraîne une régression de la limite inférieure de l'herbier et donc une moins bonne oxygénation du milieu.

Cependant, cet accroissement de turbidité n'est, le plus souvent, que temporaire, pendant la durée des travaux. Il peut aussi [58] être préjudiciable pour la faune filtreuse du fait du colmatage des organes de filtration. Ce point est à retenir et à étudier plus précisément lorsqu'un gisement de coquillages se trouve à proximité d'un tel chantier. Car il peut entraîner des diminutions de croissance sur le stock.

La construction d'un port sur substrat rocheux implique **l'utilisation d'explosifs pour le déroctage**. Les tirs de mines provoquent l'émission d'ondes vibratoires. L'étude d'impact pour le port de Saint-Georges-de-Didonne (1988) en souligne les risques pour les bivalves : ponte prématurée des huîtres et mortalité du naissain fixé, par décollement sous l'effet des ondes. Certains auteurs ont décrit les effets généraux des explosions en mer sur les organismes vivants. Les poissons pourvus de vessie natatoire sont très sensibles aux changements de pression résultant des explosions. Dans les cas les plus graves, on enregistre également des hémorragies au niveau du foie, des reins, des gonades et de la rate. Si les larves

sont peu sensibles tant que la vessie natatoire n'est pas développée, les oeufs subissent des déformations et des compressions de la membrane. Cet impact est toutefois limité dans l'espace. Il est admis qu'une charge de 2 kg de dynamite n'a pas d'impact au-delà de 200 m.

Dans beaucoup de sites choisis, les profondeurs d'eau initiales sont insuffisantes pour accueillir tous les types de bateaux de plaisance et il est nécessaire de draguer les fonds pour atteindre un tirant d'eau permettant les manœuvres dans de bonnes conditions.

Le creusement du bassin portuaire s'effectue lors de la construction ; le volume de matériaux dragués est alors important. Par la suite, des dragages périodiques entretiendront le port et le volume de matériaux déplacés sera généralement moins important.

Les opérations de dragage et le dépôt des produits prélevés sont susceptibles d'altérer l'environnement marin selon plusieurs modalités. La sévérité des impacts n'est pas toujours la même selon les méthodes de dragage et de dépôt utilisées, les caractéristiques des matériaux dragués, ainsi que la richesse faunistique et floristique de la zone où s'effectuent ces opérations.

## **LES REJETS DE MATÉRIAUX**

A l'extérieur de la zone portuaire les principales altérations que sont susceptibles de subir les organismes marins seront dues aux rejets de dragage. Les effets du déversement, en mer ou en estuaire, de rejets de dragages intéresseront à la fois la colonne d'eau et le fond. Ils se caractérisent essentiellement par les phénomènes suivants :

- enfouissement des organismes benthiques sous les sédiments déversés,
- création d'un nuage turbide plus ou moins dense selon la nature des sédiments rejetés (sables, vases) et les conditions naturelles de dispersion dans la zone de dépôt,
- apparition temporaire de zones déficitaires en oxygène dissous,
- accroissement momentané des teneurs en sels nutritifs,
- pollution par relargage de micropolluants minéraux ou organiques.

Ces trois derniers phénomènes ont, le plus souvent, une ampleur limitée. Les sédiments mis en suspension lors de la création des bassins ne sont généralement pas pollués et sont bien oxygénés. Il convient, toutefois, de noter les cas particuliers des constructions dans les estuaires et dans les zones industrielles (qui peuvent être polluées).

## ***EFFETS SUR LE FOND***

Les effets de dragage sur les organismes benthiques dépendent de la nature physique du matériel rejeté, en particulier la taille des particules sédimentaires, de la composition spécifique de la zone, organismes fixés ou mobiles, et des conditions de stabilité du dépôt ...

Une abondante littérature a été publiée sur les effets des rejets de matériaux résultant de la création de bassins portuaires, mais la plupart des études se sont intéressées à des travaux portuaires de grande ampleur [30,76,77], plutôt qu'à la construction ou l'aménagement des ports de plaisance. Les études d'impact relatives à ceux-ci sont en général traitées d'après les données de la littérature; pour cette raison, les effets spécifiques des opérations de dragage dans les petits ports sont difficiles à évaluer avec précision.

## **Enfouissement des organismes benthiques**

Des auteurs [80,99] ont étudié les effets de l'enfouissement des organismes benthiques marins sous des dépôts de dragage. Les organismes fixés sur le fond sont immédiatement tués, et les plus petits individus sont les plus vulnérables lorsque les conditions deviennent anoxiques, du fait de leur inaptitude à atteindre la surface du sédiment avant de suffoquer. Parmi les Crustacés et chez quelques Bivalves, diverses adaptations métaboliques leur permettent d'endurer des conditions d'hypoxie prononcée et accroissent ainsi le temps dont ils disposent pour s'échapper.

D'autres organismes, (Polychètes ou Mollusques) sont suffisamment agiles pour échapper à l'enfouissement quand l'épaisseur du sédiment est inférieure à une vingtaine de centimètres. En général, après l'arrêt des rejets de dragage, les peuplements se rétablissent dans un délai de quelques mois à quelques années [78,88].

## **Modifications de la granulométrie des sédiments**

Des études ont mis en évidence les relations étroites qui existent entre la granulométrie des sédiments et la composition spécifique des peuplements qui les colonisent [102,87]. En général, on peut s'attendre à une modification de la biomasse (poids de matière organique par unité de surface) et de la composition spécifique des peuplements, si on altère la qualité granulométrique des sédiments [75] : c'est-à-dire, si on ajoute une quantité importante de vase à des fonds sableux [88].

## **Effets toxiques résultant de la décomposition des organismes enfouis**

Les organismes qui n'ont pu échapper à l'enfouissement vont se décomposer et relarguer dans le milieu des composés toxiques issus de cette décomposition qui pourront, le cas échéant, empêcher pendant plusieurs mois la colonisation du nouveau substrat.

## ***EFFET DANS LA COLONNE D'EAU : l'accroissement de la turbidité***

Les matières en suspension dans le milieu marin ont des origines variées. Elles sont naturelles : apports par ruissellement, remises en suspension par les houles et les courants, production de plancton... ; ou elles sont introduites par l'homme : dragages et rejets domestiques, eaux industrielles...

Le nombre de particules en suspension, leur nature chimique (taux de matières organiques ...), leur faune ... peuvent avoir des conséquences telles que la diminution du taux de filtration des bivalves, le colmatage des branchies, la capacité d'adsorption des polluants...

## **Effets sur la production primaire**

Dans les études relatives aux effets de la turbidité et des matières en suspension sur le développement des populations phytoplanctoniques, l'aspect le plus souvent cité est celui qui se réfère à la réduction de l'activité de photosynthèse due à l'interférence des matières en suspension avec la pénétration de la lumière.

La majorité des chercheurs qui ont étudié ce problème est arrivée à la conclusion que, dans la plupart des cas, les phénomènes naturels (crues des rivières, remises en suspension par les houles et les courants) avaient des impacts plus importants que ceux provoqués par



des rejets de dragage. En outre, la diminution éventuelle de l'activité photosynthétique du phytoplancton peut être compensée, partiellement ou totalement par le relargage dans le milieu, de sels minéraux provenant de la remise en suspension des sédiments, par les dragages. Néanmoins, dans les eaux particulièrement limpides : Méditerranée, eaux tropicales, ... une diminution de la transparence de l'eau altère profondément les peuplements, tels les herbiers de posidonies [71]. A ce propos, Salvat *et al.* [101] signalent que les dragages de sables coralliens altèrent profondément les coraux, en gênant l'extension et la nutrition des polypes ainsi que l'activité des zooxanthelles (algues symbiotiques) [81] qui ne peuvent exercer leur fonction chlorophyllienne. De plus, une concurrence s'exerce entre les algues macrophytes (*Halimeda*, *Turbinaria*) et les coraux, ce qui compromet gravement le repeuplement des zones détruites. Un auteur [115] signale que la destruction des coraux proviendrait de la trop grande énergie qu'ils dépensent pour sécréter le mucus nécessaire à l'évacuation des particules sédimentaires.

## Effets sur les invertébrés

### *Bivalves*

Bien des travaux traitent des effets de l'augmentation du matériel particulaire en suspension sur les mollusques bivalves adultes ; certains, récents, se sont également intéressés aux larves et aux oeufs de ces organismes.

Lunz [63] ne note pas d'effets sérieux sur l'huître américaine dont un gisement était situé à proximité d'opérations de dragage. Aucun effet n'a été constaté sur les larves et les oeufs.

Wilson [112] soumet des huîtres à des concentrations de matières en suspension variant entre 4 et 32 mg/l. Ces concentrations élevées ne deviennent dangereuses pour l'huître que si le temps d'exposition est prolongé.

Mackin [64] expose des huîtres à des concentrations en matières en suspension de 100 à 700 mg/l. Aucun trouble particulier n'est noté.

Les bivalves, animaux filtreurs, sont particulièrement sensibles aux actions mécaniques et abrasives (irritation des tissus, obstructions bronchiales...) des particules en suspension [20]. Les huîtres se nourrissent plus efficacement quand le nombre de micro-organismes dans l'eau est relativement faible [62]. En étudiant le taux de pompage des huîtres, on s'est aperçu que celui-ci diminuait quand la teneur en matières en suspension augmentait. Des auteurs [49,93] fixent cette limite à 200 mg/l. Au delà, l'huître maigrit et peut même périr par suite d'une impossibilité de filtration.

Des cas de mortalité massive de mollusques d'élevage résultant de la forte turbidité à la suite de travaux de dragages ou de rejets des matériaux dragués ont été signalés au Canada [43], en Italie [28] et au Japon [50]. Cette mortalité élevée est vraisemblablement associée à l'accumulation de particules conduisant ainsi à une réduction marquée des échanges gazeux au niveau des branchies [28]. Les derniers auteurs précisent que la concentration élevée de cuivre aurait aussi entraîné une perturbation de l'efficacité de filtration et de respiration.

Dans les études réalisées au Canada et en Italie, les conditions étaient les suivantes :

- . une quantité relativement importante de sédiments déversés, respectivement 13 000 m<sup>3</sup> et 650 000 tonnes,
- . le dragage était effectué dans un site abrité où les échanges de masses d'eau sont réduits,
- . une faible profondeur des sites, respectivement 5 et 10 m,
- . la proximité des installations conchylicoles du site de déversement, respectivement 250 et 50 mètres,

Sur la coquille Saint-Jacques (*Placopecten magellanicus*), Stone *et al.*, [108] notent que l'exposition de ce bivalve à de fortes teneurs en matières en suspension peut modifier l'efficacité de la reproduction, car l'énergie utilisée pour nettoyer les branchies ne l'est pas pour la gamétogénèse.

Peddicord *et al.* [85] exposent diverses espèces à des teneurs en matières en suspension différentes. Ils notent que la palourde (*Tapes japonica*) et la moule (*Mytilus edulis*) soumises à des concentrations de 100 mg/l de kaolin présentent respectivement après 10 jours d'exposition 0% et 10% de mortalité.

Pour ce qui concerne les œufs et les larves, Davis [32] montre que les œufs de clam (*Mercenaria mercenaria*) peuvent se développer normalement dans de l'eau où les concentrations en matières en suspension atteignent 4g/l. Il note toutefois que le pourcentage de développements normaux décroît quand les teneurs en matières en suspension augmentent. Il semble toutefois que 4 g/l soit une limite maximum pour le développement des œufs et larves de cette espèce.

Davis et Hidu [31] ont montré par ailleurs que le taux de survie des larves de l'huître européenne (*Ostréa edulis*) était peu affecté par les teneurs en suspension dans l'eau.

### **Crustacés**

Les résultats des expériences faites sur les Crustacés sont extrêmement variables. On a constaté surtout un abaissement du taux de filtration chez les Copépodes (*Eurytemora affinis* et *Acartia tonsa*) pour des concentrations supérieures à 250 mg/l et 50 mg/l respectivement pour chacune des deux espèces [104]. Peddicord [84] a montré que 50% de mortalités apparaissent chez la crevette (*Crangon nigromaculatra*), pour une exposition de 200 h et pour des concentrations égales à 50 g/l. Pour les espèces suivantes : le crabe (*Cancer magister*) et la crevette (*Palaemon monodactylus*) il note respectivement des taux de mortalité de 50% pour des concentrations de 32 et 77 g/l. Il précise en outre que la survie des organismes est meilleure dans les conditions de basse température, faibles teneurs en matières en suspension et fortes teneurs en oxygène dissous.

### **Effets sur les poissons**

La littérature sur ce sujet est abondante. Seules les données les plus significatives sont exposées ici.

Ingle [51] étudie l'effet de travaux de dragage sur les poissons dans la baie de Mobile (Alabama). L'auteur n'observe aucun dommage pour les poissons, même à proximité des opérations de dragage (25-50 m). D'une façon générale, les poissons évitent les zones où la turbidité est trop importante.

Ritchie [94], dans la baie de Chesapeake, n'observe aucune baisse dans les captures de bars, ni aucun accroissement de la mortalité pour les poissons emprisonnés dans des cages à proximité d'une zone où s'effectuent des dépôts de dragage. L'état des branchies avant et après leur séjour dans l'eau ne laisse apparaître aucun dommage.

Des observations analogues ont été faites par Flemer [41]. Toutefois, des mortalités importantes de poissons ont été observées [56] à la suite de crues importantes du Potomac, qui avaient provoqué l'augmentation de la turbidité (6 g/l pendant 15 jours).

D'une façon générale, les poissons supportent bien les variations de la turbidité du milieu. Le seuil critique où quelques problèmes peuvent survenir semble se situer aux alentours de 500 mg/l [103]. Ces auteurs ont réalisé une étude quantitative des effets des matières en suspension dans la baie de Chesapeake sur les oeufs de différentes espèces. Ils concluent que, dans la nature, dans un environnement assez bien mélangé, des concentrations en matières en suspension allant jusqu'à 500 mg/l n'affectent pas de façon significative les processus de reproduction des poissons. Des expériences analogues ont été faites par Morgan *et al.* [79]. Ces auteurs aboutissent à des conclusions identiques, mais pour des concentrations plus élevées (>1g/l). Il convient cependant de noter que pour une espèce donnée, les oeufs et les stades juvéniles sont plus sensibles que les adultes.

## **EFFETS DIVERS**

### **Possibilités de création de zones déficitaires en oxygène dissous**

A l'occasion de dragages et par suite de la remise en suspension de sédiments riches en matière organique, il arrive que des baisses momentanées de la teneur en oxygène dissous de l'eau puissent survenir [105,65]. Ces diminutions du taux d'oxygène dissous varient avec la nature du sédiment dragué. En réalité, des baisses importantes de la teneur en oxygène dissous sont le plus souvent dues à l'altération des processus responsables de la circulation des eaux (e.g impact de la structure).

### **Accroissement des teneurs en sels nutritifs**

Une des hypothèses avancées pour expliquer le fait que la production primaire ne diminue pas ou peu, s'appuie sur des observations qui ont montré, lors des dragages ou de dépôts de dragage, une augmentation sensible des teneurs en ammonium [113,77]. Ces augmentations ont le plus souvent été observées dans des sites peu profonds et mal renouvelés. Ces phénomènes, de même que pour ce qui concerne les baisses de production primaire dues à la turbidité sont localisées et temporaires.

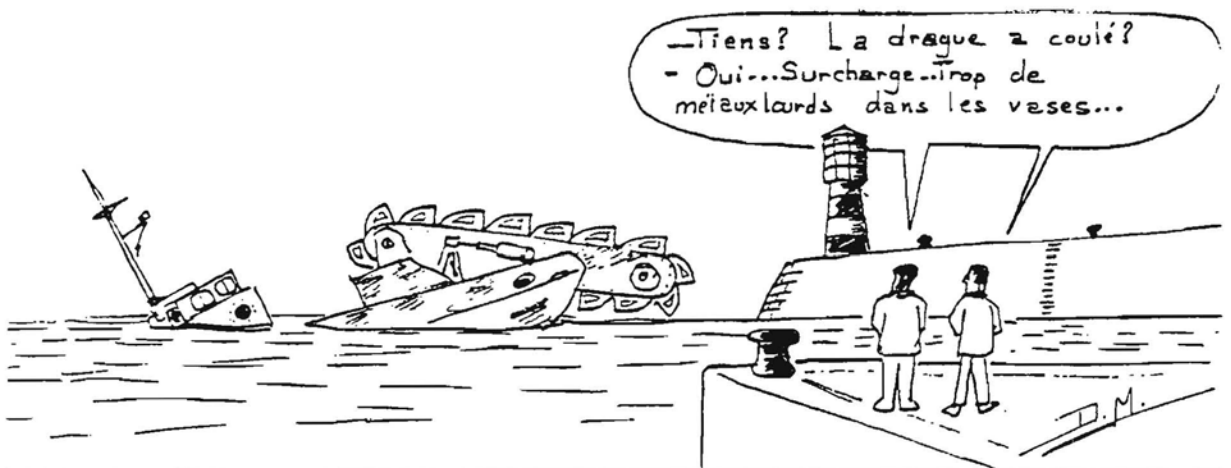
### **Pollution par les micropolluants organiques ou minéraux**

De nombreux auteurs ont mis en avant la possibilité de relargage de polluants tels que les métaux traces ou les PCB (polychlorobiphényles) associés à des sédiments contaminés.

Des études effectuées à l'université de l'Oregon ont montré que les métaux lourds sont adsorbés à la fois sur les oxydes ferriques et sur les sulfures ferreux. De plus, les métaux sont coprécipités à la fois dans les oxydes ferriques et les sulfures ferreux ce qui laisse envisager que les phénomènes de relargage du sédiment vers la colonne d'eau sont peu probables et que les métaux seront adsorbés, coprécipités et incorporés dans les sédiments. Cette hypothèse est en accord avec les résultats obtenus par différents auteurs [113,107,24] qui précisent cependant que les métaux et les PCB associés à des macromolécules organiques (types acides humiques et fulviques) pourraient représenter un risque lors de leur ingestion par les organismes filtreurs, sans toutefois quantifier ce risque. D'une façon générale les auteurs insistent sur la nécessité d'entreprendre de nouvelles recherches sur ce sujet.

La construction d'un port sur le littoral a un certain nombre de conséquences.

- Accroissement de la turbidité pendant les travaux
- Rejets de matériaux liés à la création de bassins portuaires. Les conséquences de ces rejets sont, en général, limitées. Il convient, toutefois, de traiter à part les rejets en Méditerranée, à cause de l'herbier de posidonies, et les rejets en zone conchylicole.
- Modification de l'écosystème littoral. Les effets de plusieurs aménagements sont cumulatifs et il peut y avoir, dans certaines régions, des impacts importants liés à la densité des aménagements.



## RECOMMANDATIONS

### Choix du site

*Pour minimiser les impacts dus à la construction d'un port il faut bien choisir le site d'implantation.*

*Pourquoi altérer grandement un site, mécontenter des professionnels de la mer ou des plaisanciers alors qu'une étude préalable permettrait d'arriver à un accord en déplaçant quelque peu le projet ?*

*L'importance écologique du site par rapport aux zones avoisinantes doit être établie le plus tôt possible et le port doit être situé sur un site dépourvu d'un intérêt écologique certain.*

*Le milieu marin littoral est en effet hétérogène et certaines zones sont plus riches, plus fragiles que d'autres. Les études écologiques doivent comporter une cartographie des :*

- *peuplements benthiques : diversité, biomasse, intérêt particulier,*
- *zones de pêche,*
- *nurseries,...*

*Dans ce domaine, il n'existe pas de modèles. La valeur de l'expertise reposera essentiellement sur la qualité du biologiste qui réalisera l'étude.*

*La création d'un port dans une zone humide est un cas particulier qu'il convient de traiter avec beaucoup de soin et, si possible, d'éviter.*

### Limitation de l'accroissement de turbidité durant les travaux

*Ce problème prend une acuité particulière en Méditerranée et en zone conchylicole.*

*Une bonne conduite du chantier peut éviter des nuisances importantes. La mise en place de filets de protection entre la zone de travaux et le secteur sensible peut s'avérer d'un grand intérêt.*

### Rejets de matériaux en mer

*Les conditions de rejet (site, période) de matériaux non pollués doivent être définies avec soin :*

- *le site de rejet doit être suffisamment éloigné de la côte pour ne pas gêner les activités littorales : tourisme, conchyliculture, ... et ne pas conduire à un retour trop rapide à la côte des matériaux rejetés.*
- *les rejets doivent épargner les zones sensibles : herbiers, ...*
- *les turbidités consécutives au rejet ne doivent pas dépasser 200 mg/l en zone conchylicole*
- *les rejets ne doivent pas être faits durant certaines périodes "critiques" : été, périodes de captage de naissain, ...*

*Les outils scientifiques actuels, permettent de prévoir le devenir à court terme des rejets de dragage. Ils sont très imparfaits pour le moyen et long terme. Les résultats peuvent être améliorés par des études complémentaires : marquage radioactif des vases, ...*



## EFFETS DE LA STRUCTURE

- L'impact lié à la structure est permanent.
- La présence de digues atténue les courants et la houle à l'intérieur des bassins et entraîne la décantation du matériel en suspension : vases, matière organique, débris végétaux,...
- L'existence du port modifie le régime des courants et de l'agitation au voisinage de l'ouvrage :
  - modification du transit littoral avec création de zones de sédimentation et d'érosion,
  - modification des conditions de sédimentation dans la zone proche entraînant un changement des peuplements benthiques.
- Le retour à l'équilibre des peuplements demande un certain laps de temps : dix ans en Méditerranée.
- L'existence de nourriceries et de frayères au voisinage d'un port peut amplifier les impacts sur l'écosystème.

### IMPACT SUR LE MILIEU PHYSIQUE

Les courants et la houle sont modifiés localement : diminution des courants et de l'agitation à l'intérieur des bassins, amplification ou atténuation de la houle ou des courants à l'extérieur du port,...

Les modifications de paramètres physiques auront des répercussions sur les mouvements de sédiments : vases, végétaux marins, sables.

### LA SÉDIMENTATION VASEUSE

#### Les vases

Les vases ont une "vie" due aux propriétés des différents éléments qui les composent, en particulier argiles, complexes organo-métalliques, colloïdes. Dans le milieu marin, les vases ont généralement un cycle : suspension - décantation - dépôt - consolidation - remise en suspension.

En milieu estuarien, le cycle se complique avec la présence d'un secteur d'accumulation des vases sous des formes particulières telles que le *bouchon vaseux* : eaux très turbides, en vive eau et *la crème de vase* (couche fluide de vase, de 0,2 à 2 m de hauteur, près du fond, en morte-eau).

La création d'un port entraîne, automatiquement, l'existence d'une zone de calme hydraulique : courant < 0,3 m/s, peu d'agitation. Il n'y a alors plus érosion des dépôts qui sont définitivement piégés. Dans un estuaire, la création d'un port dans la zone du bouchon vaseux entraîne de forts taux d'envasement des bassins portuaires.

Les vases sont caractérisées par différents paramètres. Aussi, chaque vase a sa vie et les caractéristiques peuvent varier considérablement même entre deux vases géographiquement proches, par exemple, si l'une est riche en matière organique et l'autre peu.

*La charge* varie de 0,005 g/l à 0,2 g/l en milieu marin. Elle peut atteindre, voire dépasser, 8 g/l en estuaire.

*Le diamètre* des particules en suspension dépasse rarement 0,1 mm, le diamètre moyen variant de 2 à 10  $\mu$  sauf en milieu estuarien où la présence de nombreux floccs augmente notablement le diamètre moyen.

*La vitesse de chute* varie avec la salinité (surtout entre 0 et 5 ‰) et la concentration en milieu marin, les vitesses de chutes sont généralement de  $10^{-4}$  à  $10^{-5}$  m/s.

*Le taux de décantation* est fort si la vitesse des courants est inférieure à 0,2 m/s. Il est faible au dessus de 0,4 m/s (voir encart 2)

Temps écoulé	Vitesse de chute		
	0,1 mm/s	0,5 mm/s	1 mm/s
1 heure	10 %	40%	40 %
2 heures	20 %	50 %	70 %
4 heures	30 %	60 %	90 %

**Tableau 2 - Taux de décantation en % de la masse initiale, pour des hauteurs d'eau de 5 à 10 m, et des vitesses de courant de l'ordre de 0,1 à 0,2 m/s.**

*La consolidation* d'un dépôt de vase évolue rapidement les premières heures (de quelques g/l à 200-300 g/l en 1 jour) et lentement par la suite (300 à 500 g/l après plusieurs mois).

*Le comportement des dépôts* sous l'action des courants et de l'agitation. Avec les courants il faut, pour qu'il y ait remise en suspension, que la vitesse moyenne soit d'environ 0,5 m/s. Avec les vagues, la remise en suspension des vases usuelles exige une hauteur de celles-ci d'environ 0,3 à 0,5 fois la hauteur d'eau.



## **Modalités d'envasement des bassins portuaires**

Les courants à l'intérieur d'un bassin sont généralement plus faibles que devant celui-ci. Cela se traduit par une diminution des capacités de transport et donc des dépôts de sédiments, et une impossibilité, le plus souvent pour le jusant, de reprendre les matériaux, en particulier ceux du type cohésif, qui se sont déposés.

**Le taux de sédimentation** est déterminé par :

- . le volume total d'eau qui pénètre dans le bassin au cours d'une marée :  
marée + tourbillons + courants de densité,
- . le temps de séjour de l'eau dans le bassin,
- . les vitesses à l'intérieur du bassin,
- . la turbidité des eaux : les eaux turbides près du fond peuvent être de véritables courants de densité,
- . la vitesse de chute des matériaux en suspension.

**Les volumes d'eau en jeu** sont un facteur essentiel qui intervient dans les taux de sédimentation des bassins. Bien souvent, le volume réel est de plusieurs fois supérieur au volume oscillant théorique  $V_0 = S \times A$  (surface du bassin x amplitude de la marée). Trois phénomènes principaux sont à considérer :

- . le volume oscillant dans le bassin,
- . les volumes mis en jeu par les tourbillons,
- . les volumes mis en jeu par les courants de densité,

Le volume oscillant peut être déterminé avec une précision satisfaisante. Il n'en est pas de même pour les autres facteurs. Il faut aussi prendre en compte, dans certains bassins, les mouvements d'eau liés aux seiches, qui sont des oscillations périodiques.

### ***Echanges liés aux tourbillons***

Un courant passant devant un bassin engendre, surtout en flot, un tourbillon à l'entrée de celui-ci, ce qui favorise la pénétration d'eau chargée en sédiments dans le bassin et la propagation de ceux-ci vers le centre du tourbillon où les vitesses sont les plus faibles et les taux de sédimentation les plus importants.

Pour limiter les échanges liés aux tourbillons, il convient d'éviter les surdragages dans le bassin et les passes trop larges. Il faut rechercher une zone où les courants de marée sont les plus faibles.

La détermination des échanges liés aux tourbillons peut se faire par analogie avec des cas semblables ou par modèles, numérique ou physique.

### ***Echanges liés aux courants de densité***

Les échanges liés aux courants de densité sont importants à prendre en compte dans les estuaires où sont aménagés des bassins, en particulier lorsque l'on se trouve dans une situation hydrodynamique favorisant la formation de coin salé et de "crème de vase" près du fond. On peut alors avoir, dans ces conditions, des envasements très importants dans les pièges que sont les souilles, surtout si celles-ci ne sont pas dans le champ du courant mais "branchées en dérivation" sur les cours d'eau. On peut rattacher aussi à ces processus de

courants de densité les déplacements des masses d'eau très turbides pouvant exister très près du fond dans des fonds vaseux soumis à des actions hydrodynamiques suffisamment intenses (houles ou courants) pour qu'il y ait possibilité de remise en suspension de dépôts vaseux.

Des formules empiriques permettent d'évaluer approximativement ces échanges qui dépendent des courants de marée, des différences de densité, de la géométrie du bassin.

Lorsqu'un bassin est fermé par une porte, les densités des eaux de part et d'autre de cette porte, sont différentes : salinité et teneur en sédiments sont, dans les conditions de fonctionnement usuel d'un bassin portuaire, plus élevées à l'aval de la porte qu'à l'amont. Lors de l'ouverture de la porte, qui se fait le plus souvent aux environs de l'étale de pleine mer, cette différence de densité entraîne, principalement dans la partie inférieure de la tranche d'eau où les différences de densité sont les plus marquées, une pénétration d'eaux plus salées et plus turbides. Cette entrée d'eau est compensée par une sortie d'un volume équivalent dans la partie supérieure de la tranche d'eau, étant supposé que les niveaux sont, de part et d'autre de la porte, égaux à l'ouverture. Les eaux turbides pénétrant dans le bassin décantent progressivement, et il s'ensuit un envasement des bassins, dans certains cas de 2 m/an.

Ce processus n'apparaît guère à l'observateur car il concerne les eaux proches du fond. Les eaux de surface, certes animées par un courant, restent claires.

### **Facteurs influant sur la sédimentation**

Les taux de sédimentation dépendront grandement de la *nature du substrat* sur lequel les ports sont implantés. Les ports à contexte franchement rocheux ont des taux de sédimentation réduits. Lorsque les fonds marins sont à dominante vaseuse ou sablovaseuse les taux de sédimentation peuvent varier de 0,2 m à 1 m/an. Ce taux n'est que de 0,1 à 0,3 m pour des fonds de sable et de galets.

*La géographie* du site a également une grande importance.

- Les baies ont, en général, des eaux turbides qui favorisent la sédimentation portuaire.
- Les estuaires, qui offrent une protection contre l'agitation, ont été largement utilisés pour l'implantation de ports. Une attention particulière doit être portée à la position par rapport au système bouchon vaseux-crème de vase. Un port mal situé nécessitera d'importants dragages d'entretien. A titre d'exemple, les études concernant l'aménagement d'un port à Mindin, dans l'estuaire de la Loire, prévoient des taux de sédimentation de plus d'un mètre/an.

*La turbidité des eaux* est un facteur essentiel dans les processus d'envasement. Voici quelques ordres de grandeur :

- . 5 à 20 mg/l sur la façade atlantique
- . 30 à 100 mg/l aux abords des côtes crayeuses du littoral normand
- . plusieurs centaines de mg/l dans certaines baies (Aiguillon, Marennes ...)
- . plusieurs g/l dans les zones de turbidité maximale des estuaires.
- . < 10 mg/l en Méditerranée ...

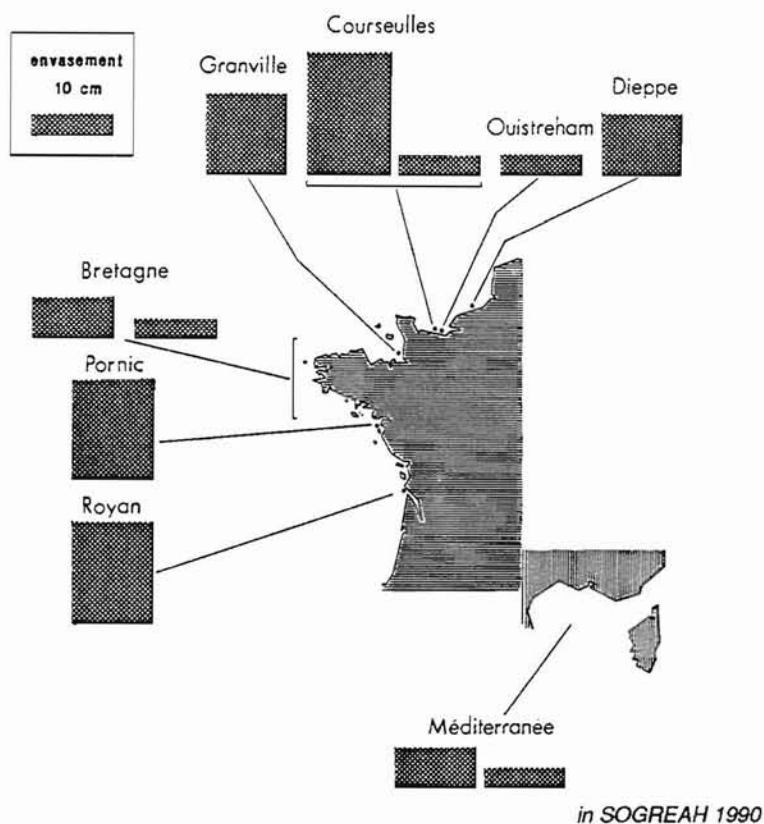
### La cote des dragages

Une situation particulièrement favorable à la sédimentation est constituée par le “piège” qu’est un bassin dont la cote des fonds est inférieure à celle des fonds de chenal sur lequel il est installé directement ou en dérivation.

*Certaines conditions locales* peuvent réduire ou accélérer la sédimentation :

- . les portes ou écluses réduisent les échanges d’eau et diminuent donc les taux de sédimentation
- . les seuils à l’entrée d’un port (ex : Granville, Perros -Guirec) réduisent les volumes d’eau oscillants et laissent pénétrer préférentiellement les eaux de surface, moins chargées que celles du fond. La hauteur des seuils ne doit, toutefois, pas dépasser 2,5 m.
- . les chenaux de liaison bassin-estuaire, ou mer, agissent comme un réservoir à vases durant les périodes d’étales. Ces vases sont restituées lors du flot par remise en suspension. Il convient donc de rechercher un chenal d’accès aussi court que possible.

**Figure 12 - Quelques valeurs d'envasement de différents ports**



### Bilan des taux de sédimentation.

La figure 12 donne diverses valeurs caractéristiques des taux de sédimentation en France, essentiellement pour les vases. Compte tenu de la multiplicité des paramètres en jeu, on ne peut établir une relation envasement géographie. Il est possible d’établir une liaison envasement-nature du fond.

Le taux d'envasement est non négligeable pour des ports construits sur un substrat grossier.

La longueur des côtes dont les ports sont sujets à l'envasement est proportionnellement plus importante dans l'Atlantique qu'en Méditerranée.

Nature du fond	Pourcentage d'envasement
Vase	85
Sable + vase	} 61,8
Roche + vase	
Sable + galets	} 40,6
Sable + roche	
Herbier	0

d'après D. Robbe (1989)

**Tableau 3 - Envasement des ports selon la nature du fond**

### **LA SÉDIMENTATION SABLEUSE**

Dans les bassins portuaires, la sédimentation est presque toujours à dominante vaseuse. Les problèmes liés à la sédimentation sableuse concernent principalement, d'une part le chenal d'accès et la passe d'entrée, d'autre part le littoral. Il en résulte des mouvements dans le profil et dans le transit littoral.

#### **- Mouvements dans le profil**

La passe d'entrée ne doit pas être un piège à sédiments sableux qui favorise le développement d'un haut-fond gênant pour la navigation. Les mouvements dans le profil se faisant jusqu'à des profondeurs de 2 à 4 m, les musoirs et les digues protégeant la passe d'entrée doivent se situer au-delà de cette profondeur.

#### **- Transit littoral**

La modification du transit littoral (fig 6) conduit à un engraissement (sables ou galets) contre la jetée au vent qui reçoit les transits et à une érosion dans la zone située sous le vent. Alors que les processus de sédimentation concernent généralement des zones de moins de 1 km de longueur, les processus d'érosion affectent des zones de plusieurs kilomètres (2 à 5), avec une intensité particulière dans le premier kilomètre.

Des solutions accompagnatrices ou compensatrices (ouvrages de défense, by-passing...) sont alors à envisager. La meilleure solution consiste à prévoir dès le départ ces impacts et la manière d'y remédier.

Dans certains cas, il peut y avoir formation d'une flèche en extrémité de musoir. Cette flèche pénètre ensuite dans le port et barre le chenal.

Les bassins portuaires peuvent constituer des pièges pour les sables transportés par le vent. Ainsi, la sédimentation portuaire du bassin de Saint-Gilles-Croix-de-Vie était due, pour une large part, aux apports éoliens provenant de la dune proche avant que celle-ci ne soit fixée.

#### **- Prévention contre les impacts**

Il y a antagonisme entre les actions contre les mouvements dans le profil qui demandent la réalisation de jetées de protection allant jusqu'à des profondeurs suffisamment importantes pour atteindre des fonds peu mobiles et celles contre le transit littoral : plus les jetées sont longues, plus elles ont d'action sur l'évolution de la côte.

La solution idéale est le rétablissement artificiel du transit littoral existant : by-passing (par pompes, camions ...). On peut citer l'exemple de Saint-Denis-d'Oléron où des épis-pièges ont été prévus afin de réaliser des prélèvements de sables et des transferts par camions. A défaut de by-passing, des mesures de défense du littoral sous-alimenté sont à prévoir : épis, rechargements,... Ces solutions sont à définir au cas par cas.

### ***LA SÉDIMENTATION VÉGÉTALE***

Les apports de végétaux marins (algues, phanérogames marines) dans les zones portuaires peuvent être abondants, en particulier en Méditerranée. On a, évalué que la production annuelle de feuilles est de 6 à 8 kg/m<sup>2</sup>. Le volume moyen de détritits pourrait être de 1 à 2 m<sup>3</sup>/ml\*/an dans les zones d'herbiers.

Les débris végétaux sont de faible densité ( $d < 1,1$ ), et les transports se font principalement en suspension sous l'action des vagues et des courants. Les dépôts peuvent se produire dans certaines parties du port. En se décomposant, ils contribuent à l'anoxie des fonds.

La lutte contre les apports de débris végétaux dans les bassins portuaires est difficile. On peut seulement préconiser de concevoir le port pour qu'il n'y ait pas accumulation à des endroits "stratégiques", de provoquer les dépôts dans des lieux prédéterminés fonctionnant comme pièges à algues et d'où ils peuvent être aisément extraits.

---

\* ml : mètre linéaire

## IMPACT SUR LE MILIEU VIVANT

L'établissement d'un port provoque le plus souvent une modification des conditions de sédimentation dans la zone proche. Cette situation engendre des dégradations secondaires à l'extérieur des infrastructures. Celles-ci sont cependant beaucoup plus difficiles à évaluer que les destructions immédiates. Meinesz *et al.* [71] estiment que les modifications hydrodynamiques et sédimentologiques résultant des différents aménagements du littoral méditerranéen provoquent soit l'érosion des herbiers de posidonies soit leur étouffement.

*Astier [9] donne comme exemple le cas de la plage du Mourillon à Toulon : l'augmentation de turbidité a provoqué d'une part un recouvrement partiel des herbiers par ces particules fines, d'autre part une perturbation de la photosynthèse par réduction de la lumière pénétrant dans la masse d'eau. Il y a eu une remontée de la profondeur maximale occupée par les herbiers à Posidonia oceanica. Ces effets ont également été observés à Saint-Raphaël après la construction du port de Santa Luccia [54].*

Cette disparition d'une partie des herbiers de posidonies a des conséquences sur l'écosystème. Il s'ensuit, en effet, une baisse de la richesse spécifique de la zone. Bellan-Santini et Picard [16] décrivent une conséquence indirecte de cette disparition : les feuilles mortes provenant des herbiers abritent également un écosystème. La raréfaction de la présence de ces feuilles mortes entraîne un appauvrissement du peuplement associé. On constate une régression d'amphipodes détritivores (*Orchestia sp*, *Gammarus subtypicus*) et d'isopodes (*Idotea balthica basteri*). Cette régression est sensible à tous les étages, supralittoral, médiolittoral et infralittoral. Or, ces espèces de crustacés sont source de nourriture pour les oiseaux au haut de l'estran et pour les poissons dans la masse d'eau.

Picard et Bourcier [87] ont comparé les cartes de peuplements benthiques établies entre 1954 et 1972 dans le secteur de la Ciotat. Ils observent une perturbation brutale de ces peuplements due aux différents aménagements littoraux : ports, dépôts de dragage, digues ... Cependant, la situation n'est pas irrémédiable et un retour à la normale s'observe. Il faut compter environ 10 ans pour observer un rééquilibrage des peuplements naturels dans le cas d'implantation de digue. Le délai est plus court pour les rejets de dragage, quelques années seulement. Cela dépend de l'hydrodynamisme local susceptible d'éliminer l'excédent de matière organique.

Les exemples pris en Méditerranée sont des cas extrêmes car les aménagements littoraux sont très nombreux. Ils sont de plus étalés dans le temps, ce qui empêche tout rééquilibrage des écosystèmes touchés. Il faut de plus noter qu'en Provence le plateau continental est très réduit. La profondeur de 20 m se trouve souvent à moins de 100 m de la côte. Dans le département des Alpes Maritimes l'étage infralittoral représente 5 300 hectares. Le dixième de cette surface a été détruit sous l'effet des restructurations de la côte : ports de plaisance, plages alvéolaires, terre-pleins ou remblais pour l'urbanisation, ... Près de 5% de surfaces supplémentaires ont été endommagées par des modifications de l'hydrodynamisme, du substrat et par la présence de pollutions liées à l'activité portuaire. L'effet d'échelle (surfaces aménagées/surfaces productives) prend donc, ici, une très grande importance [68].

Le développement du tourisme et notamment de la plaisance dans cette région conduit à une compétition pour l'espace entre pêcheurs professionnels et plaisanciers [68]. Les différentes constructions gagnent sur l'espace infralittoral et provoquent la disparition physique partielle des zones de pêche. Celles-ci de plus s'appauvrissent à la suite des modifications des structures trophiques des communautés dues aux changements intervenus dans leur composition et à la suite également d'une surexploitation.

Sur les autres façades, la situation n'est pas à ce point dégradée. Il faut des constructions de grande envergure comme le port d'Antifer [74] pour mesurer un effet sur la pêche artisanale.

*Cet exemple permet également d'analyser les conséquences d'une telle implantation sur l'écosystème benthique.*

*On constate que les effets sur la faune et la flore sont le fait de nouvelles conditions de sédimentation notamment dans la zone située sous l'influence de la digue (75). La faune benthique ne subit pas de disparition spécifique. Par contre, les dominances d'*Abra alba* (Mollusque bivalve) et de *Pectinaria koreni* (Annelide polychète) se font au détriment des espèces accompagnatrices notamment les crustacés. Cette construction a, cependant, quelques conséquences positives puisqu'on note le développement d'une moulière au nord de la digue. Ce type de structure constitue également un abri pour diverses espèces de crustacés, homard, par exemple.*

L'implantation d'un port sur une portion du littoral a comme conséquences:

- **le dépôt de vases dans les bassins.** L'importance de ces dépôts dépendra de la nature du substrat sur lequel est implanté le port, du site d'implantation, de la turbidité naturelle des eaux dans le secteur, de la géométrie et de la conception du port par exemple la présence ou l'absence de portes, de seuils, de tourbillons ...
- **la modification du transit littoral** et donc la création de zones d'érosion et de sédimentation.
- **la modification des paramètres physiques** tels que les courants et la houle au voisinage du port et donc la modification de la granulométrie des fonds, et par voie de conséquence, celles des peuplements benthiques.

## **RECOMMANDATIONS**

*L'emplacement du port, sa conception vont étroitement conditionner les impacts liés à l'existence du port.*

*Dans un estuaire, avant de choisir le site, il convient d'analyser l'emplacement du bouchon vaseux.*

*Dans les zones où la sédimentation est réduite, l'accent devra être mis sur une bonne circulation dans les bassins, ce qui permettra d'éviter les phénomènes d'eutrophisation.*

*Dans les zones où la sédimentation est importante, il convient d'étudier particulièrement la géométrie du port : cotes des bassins par rapport au chenal, largeur et profondeur des passes, longueur du chenal d'accès, géométrie des bassins conçue pour éviter les tourbillons et les zones de fort ralentissement des courants,... afin de minimiser les nuisances et les dépenses induites par des dragages fréquents.*

*Il convient, dès la conception du port, d'analyser les solutions à mettre en place pour remédier aux processus d'érosion consécutifs à l'édification des digues (by passing par pompes, par camions...)*

*Il faut aussi prévoir les modifications écologiques introduites par les changements de granulométrie au voisinage du port.*



*Cliché D. Masson (Ifremer)*



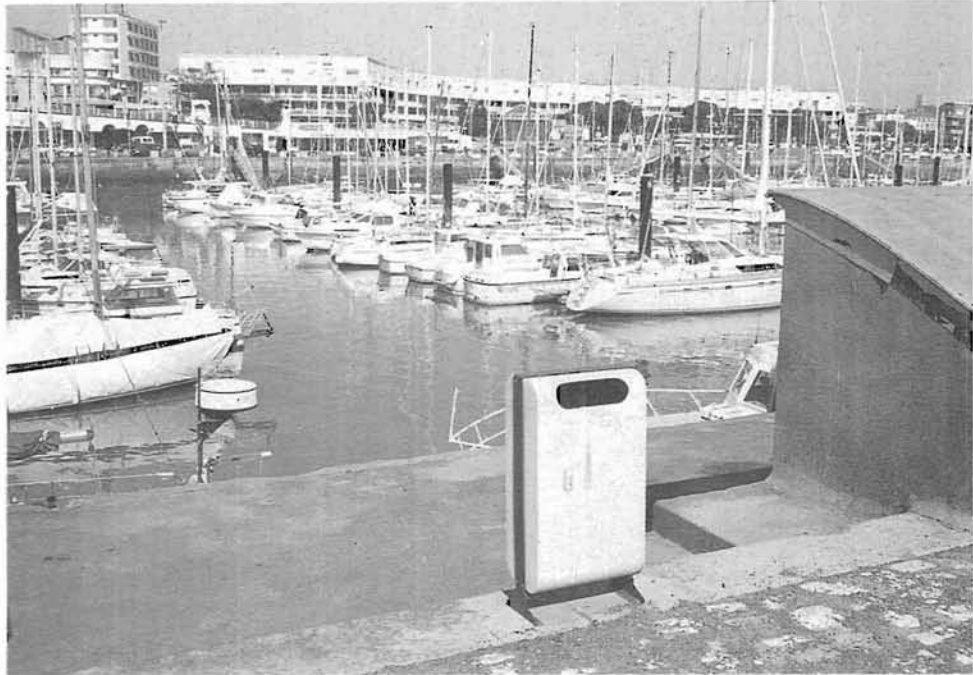
Des parcs de stationnement immenses... (Les Minimes -17)

*Cliché D. Masson (Ifremer)*



Poste de carburant pour l'avitaillement (Royan - 17)

*Cliché D. Masson (Ifremer)*



Poubelle mal placée (Royan - 17)

*Cliché D. Masson (Ifremer)*



Poubelle bien placée (Royan - 17)

## CONSÉQUENCES DE L'EXPLOITATION DU PORT

- Le développement de l'activité économique dans un port et dans son voisinage a comme conséquence des apports de polluants :
  - la matière organique qui se dégrade en consommant de l'oxygène ; les dépôts sur le fond créent, très souvent, des conditions anoxiques.
  - les macrodéchets dont une partie importante peut venir de rejets lointains.
  - les hydrocarbures provenant de l'activité maritime.
  - les bactéries d'origine fécale provenant de l'habitat à bord des bateaux, des rejets voisins de la zone portuaire non raccordés au réseau général de collecte, du lessivage de la zone portuaire ...
  - les polluants métalliques liés en grande partie, à l'activité maritime : protection des coques contre la corrosion et les bio-salissures, réparation navale ...
  - les polluants divers dus à l'activité portuaire (peintures, détergents ...). Une grande partie de ces polluants sera piégée dans les vases portuaires qui présenteront donc un certain degré de contamination.
- L'envasement des bassins portuaires implique des dragages d'entretien. Le rejet des vases dans le milieu marin nécessite un certain nombre de précautions.
- La création d'un port favorise le développement d'activités annexes liées à la plaisance et au tourisme. Le développement de ces activités ne va pas sans poser quelques problèmes de qualité d'eau dans le port et son voisinage.

## LES APPORTS POLLUANTS ET LES NIVEAUX DE CONTAMINATION

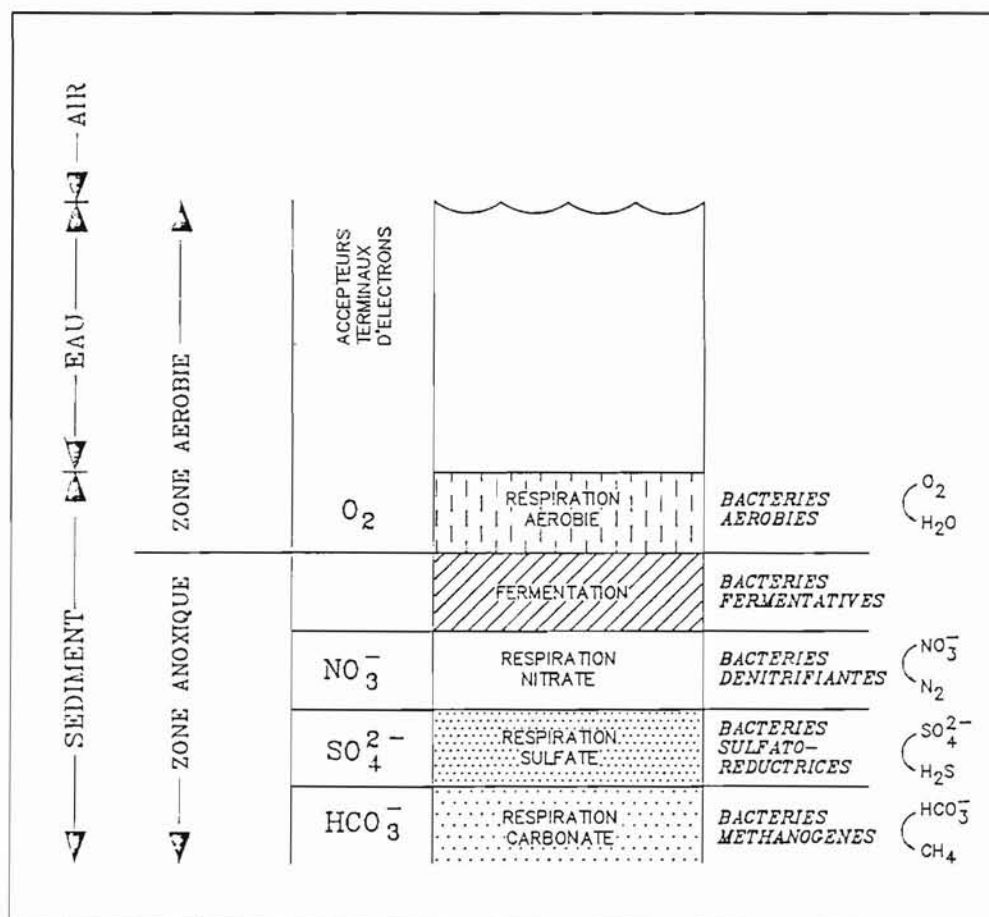
### MATIERE ORGANIQUE

Les dépôts de vase sont très fréquents dans les ports. Or, les vases contiennent un plus ou moins grand pourcentage de matière organique provenant de la décomposition du phytoplancton, des débris d'herbiers, des apports des fleuves... A ces dépôts "normaux" qui ne peuvent être évités - on peut parfois les réduire - viennent s'ajouter des rejets provenant des navires qui séjournent dans le port et, dans certains cas, des rejets non épurés des zones urbaines voisines.

En milieu bien oxygéné, cette matière organique se décompose en  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{NH}_4^+ \rightarrow \text{NO}_3^-$ . Cette décomposition de la matière organique consomme de l'oxygène et on constate, en général, que les sédiments vaseux sont anoxiques au dessous d'une fine couche superficielle oxydée.

Lorsque l'oxygène fait défaut, l'oxydant est, dans un premier stade le nitrate  $\text{NO}_3^-$  qui peut-être réduit en azote gazeux  $\text{N}_2$  ou en ammoniac  $\text{NH}_4^+$ . Lorsque le potentiel d'oxydo-réduction diminue, l'oxygène peut provenir des sulfates, très abondants en mer. Il y a alors dégagement d' $\text{H}_2\text{S}$ , gaz nauséabond ( $\text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{H}_2\text{S}$ ). Pour un potentiel d'oxydoréduction encore plus bas, il peut y avoir dégagement de méthane (fig. 13).

Figure 13 - Profil d'un biotope sédimentaire marin  
(d'après Claypool et Kaplan, 1974)



Les conséquences de ces dépôts de matières organiques sont diverses :

- les dégagements d'H<sub>2</sub>S et de méthane donnent toujours une impression désagréable de pourriture et de pollution.

- les bactéries d'origine entérique peuvent vivre très longtemps dans le sédiment. Outre les éléments nutritifs et osmoprotecteurs qu'il procure, le sédiment offre à la bactérie une protection vis-à-vis du rayonnement solaire. Les temps de survie trouvés dans le sédiment pour les bactéries d'origine fécale sont très longs. Ils peuvent varier de plusieurs jours pour les *E.Coli* à plusieurs semaines pour les streptocoques fécaux, les salmonelles, voire plusieurs mois pour clostridium.

- en milieu sédimentaire anoxique, il peut y avoir une libération des phosphates adsorbés après réduction et dissolution des composés du Fe et du Mn ; dans les eaux côtières déjà enrichies, par des rejets urbains par exemple, cette libération de phosphates pourrait contribuer à l'eutrophisation du plan d'eau.

- les coquillages et poissons benthiques, tels que soles et plies .., ne peuvent évidemment vivre dans un tel environnement.

- dans certains ports, surtout en Méditerranée, on a constaté une augmentation des cellules phytoplanctoniques de flagellés et dinoflagellés, le phénomène étant plus marqué dans le fond des bassins portuaires où le taux de renouvellement des eaux est faible. Rappelons que les espèces du phytoplancton toxique appartiennent, souvent, au groupe des dinoflagellés.

## **MACRODÉCHETS**

Les macrodéchets sont constitués de matériaux divers : emballages en matière plastique, débris de bois, bidons d'huile, déchets alimentaires, cordages, médicaments ... Ils constituent une nuisance esthétique dont l'impact au niveau touristique peut-être important. C'est un **risque** pour les utilisateurs du littoral, les enfants en particulier, par coupures ou intoxications... et un **danger** pour les espèces marines : poissons et mammifères marins morts par occlusions intestinales dues à l'ingestion de matières plastiques...

A ces nuisances, s'ajoute le développement possible d'odeurs, la prolifération d'insectes, la fixation de salissures sur les matériaux solides

Le problème des macrodéchets est un problème de société dû à la négligence et aux habitudes prises, particulièrement en mer où, de tout temps, on déverse les déchets par dessus bord.

Les administrations ou communes littorales dépensent des sommes importantes pour le nettoyage de leurs plages avant et pendant la saison touristique. Une étude réalisée par le CNEXO en 1982 [27] pour le compte du ministère de l'Environnement sur onze sites-tests a permis de quantifier cette pollution sur le littoral français : pays d'origine des macrodéchets, nature, quantité.

*Il apparaît que, dans les Alpes Maritimes, 42% des déchets sont d'origine italienne. Dans le Pays Basque, les déchets espagnols représentent 76% (17% en Bretagne Sud). Les déchets français représentent 95% de la pollution sur le littoral du*

*Calvados alors qu'ils ne représentent que 50% dans le Nord-Pas de Calais : 22% sont des déchets anglais ; le reste est d'origine très diverse représentant la diversité du trafic en Manche.*

La construction d'un port peut provoquer un piégeage de ces macrodéchets. Il y aura donc une **pollution visuelle** qui n'aura pas forcément été provoquée par l'activité du port. Mais il est bien évident que la création d'un port et le développement d'activités annexes peuvent renforcer cette pollution : rejets dans le port, rejets en mer par bateaux,...

Certains macrodéchets resteront en surface dans les bassins; d'autres tapisseront le fond : ils ne se dégraderont, en général que lentement et contribueront à détériorer la qualité des eaux du port, à diminuer le taux d'oxygène près du fond ... Ils constituent une **nuisance** que le gestionnaire du port devra supprimer ou atténuer très fortement.

## **HYDROCARBURES**

Les hydrocarbures trouvés dans les ports proviennent des fuites des réservoirs de stockage, des pertes des pompes qui se trouvent sur les quais des échappements des moteurs de bateaux, du lessivage des routes et des parkings de la zone portuaire, du nettoyage des cales de bateau et des rejets illicites au large particulièrement par le dégazage des pétroliers...

Les effets des hydrocarbures sur les organismes marins ont surtout été étudiés à l'occasion des déversements massifs de pétrole brut lors des grands accidents pétroliers (Torrey-Canyon, Amoco Cadiz, ...). Ces résultats ne sont évidemment pas transposables aux pollutions chroniques rencontrées dans les ports de plaisance et qui concernent essentiellement des hydrocarbures volatils (carburants). Une partie importante s'évapore en donnant des odeurs caractéristiques tandis que la fraction la plus lourde forme *un film irisé à la surface de l'eau*. Lorsque le film est continu et occupe une surface importante, il limite les échanges gazeux, diminue la pénétration de la lumière (photosynthèse) entre l'océan et l'atmosphère, et peut ainsi contribuer à un déficit en oxygène des eaux sous jacentes. De même, la sédimentation des particules lourdes enrichies en hydrocarbures entretient la tendance anoxique des eaux de fond et du sédiment superficiel.

De faibles concentrations dans l'eau (0,1 à 1 mg/l) peuvent donner un goût désagréable aux chairs de poissons, crustacés et coquillages qui fréquentent ces eaux. La toxicité des hydrocarbures est très variable d'une classe de composés à l'autre ; on admet généralement que la toxicité croît dans le sens parafines < oléfines < aromatiques. Les moules et les huîtres peuvent, sous certaines conditions de milieu, supporter des concentrations en fuel dans l'eau comprises entre 1 et 10 ml/l.

Il existe peu de données sur la contamination des ports de plaisance par les hydrocarbures en raison des difficultés d'échantillonnage liées à la variabilité dans le temps des apports.

Toutefois, les concentrations en hydrocarbures rencontrées dans les ports ne semblent pas affecter la production primaire et les écosystèmes marins [25]. Les concentrations dans les sédiments portuaires sont plus élevées qu'en zone "normale" sans toutefois qu'il soit possible de considérer que le sédiment soit pollué : environ 100 µg/g de poids sec d'hydrocarbures totaux au lieu de 30. Mais il existe, dans la littérature, de très grandes variations dans l'estimation de ce qui constitue un sédiment non pollué.

## Pollution par le gaz d'échappement

D'une manière générale, les quantités d'hydrocarbures émises dans les gaz d'échappement des moteurs hors-bord (deux temps) sont approximativement dix fois supérieures à celles d'un moteur quatre temps.

Nature chimique des composants (ppm)	Vitesse du moteur	
	1000 t/m	4000 t/mn
Monoxyde de carbone	4,5	6,5
Dioxyde de carbone	5,4	7,5
Hydrocarbures	7,75	4,5
Plomb	1,8% à 12% du plomb contenu dans l'essence	

*d'après Chmura, Ross, 1978*

**Tableau n°4 - Principaux composants présents dans les gaz d'échappement des moteurs hors-bord (deux temps) et leurs concentrations selon le régime des moteurs.**

Des essais sont actuellement en cours à Marennes-Oléron pour tester l'utilisation du GPL. La combustion du GPL produit deux fois moins d'hydrocarbures imbrulés et ne contient ni soufre ni plomb

## **BACTÉRIES D'ORIGINE FÉCALE**

La charge bactérienne des eaux des bassins portuaires résulte de plusieurs causes.

- . *Des rejets des navires habités temporairement ou en permanence.*  
Une étude établie pour le compte de la Mission interministérielle d'aménagement du littoral du Languedoc-Roussillon a montré, pour un port donné, une corrélation très nette entre le nombre de bactéries d'origine fécale et le nombre de personnes vivant à bord des bateaux en stationnement. Une autre étude réalisée en 1970 et relative à la pollution du port de plaisance de Saint-Malo a montré un fort accroissement des coliformes fécaux entre le début et la fin du mois de juillet.
- . *des bâtiments d'exploitation* implantés sur les quais et non raccordés aux réseaux de collecte.
- . *des rejets, épurés ou non, d'une partie de l'agglomération.*
- . *de la charge bactérienne des eaux côtières* qui peut être grandement influencée par un rejet voisin.
- . *des apports par ruissellement* : lessivage des parkings, des quais, des quartiers voisins ...

La charge en bactéries est particulièrement importante dans les eaux usées urbaines ( $10^9$  à  $10^{10}$  bactéries par litre) mais les bactéries apportées, généralement commensales du tube digestif de l'homme et des animaux, ne présentent pas toutes le même risque.

Les espèces pathogènes à transmission hydrique appartiennent aux genres suivants : *Salmonella* : bacilles de la thyphoïde, des paratyphoïdes A et B et de gastro-entérites, *Shigella* : bacilles dysentériques, *Escherichia* (*E.coli* principalement) parmi les entérobactéries et vibrio (vibrio du choléra notamment).

Les bactéries pathogènes disparaissent plus ou moins rapidement dans l'eau de mer, sous l'effet de facteurs divers (température, lumière, choc osmotique, composés chimiques toxiques, prédation, sédimentation ...). Leur durée de vie va de quelques heures pour les germes les plus sensibles (*Staphylococcus*) à plusieurs semaines pour les plus résistants (*Salmonella*).

Les nouvelles techniques de dénombrement bactérien (épifluorescence ou immunofluorescence, comptage de micro-colonies) ont démontré que les bactéries terrestres, surtout les entérobactéries, en apparence détruites, seraient susceptibles d'évoluer vers un état non cultivable mais viable au cours de leur séjour en eau de mer. Il faut donc distinguer la mortalité apparente de la mortalité réelle.

Des essais relatifs à la survie des principales bactéries pathogènes à transmission hydrique ont donné les résultats suivants.

- . *Vibrio cholerae* survit difficilement à des températures inférieures à 18°C. Mais, en présence de matière organique, sa survie est prolongée et il peut même se développer normalement. Cette espèce n'est donc pas confinée à l'état endémique dans certaines régions du globe, mais peut être souvent présente dans les zones littorales et surtout en milieu estuarien.
- . La survie apparente d'*Escherichia Coli* est plus courte, de 7 à 8 jours en moyenne, mais elle est notablement prolongée en présence de matière organique ; ainsi, le séjour dans l'eau plus ou moins turbide, proche des sédiments, permet à cette bactérie de s'adapter au milieu marin.
- . La survie de *Salmonella enteritidis*, *Shigella sonnei* et *Shigella flexneri* s'effectue selon des modalités analogues ; diverses espèces de Salmonelles ont ainsi pu être retrouvées dans des eaux portuaires.

Au cours de leur séjour en eau de mer, les entérobactéries pathogènes peuvent subir une modification des caractères, par exemple évolution métabolique, de la virulence...

Le niveau de contamination des eaux de mer est évalué en dénombrant d'autres bactéries servant d'indicateurs de pollution fécale : les coliformes fécaux qui fermentent le lactose avec production de gaz à 44,5 °C, et les streptocoques fécaux. La présence de ces bactéries qui sont très nombreuses dans les eaux usées, peut laisser supposer celle des espèces pathogènes.

Le temps nécessaire pour que 90% des coliformes disparaissent (T90) est variable et dépend de paramètres tels que la luminosité, le taux de matière organique, la température ... L'été, en Méditerranée, par beau temps, le T90 est de 2-3 heures. Dans la Manche et l'Atlantique, par temps couvert et dans un milieu enrichi (estuaires ...), il peut être de plusieurs jours [89].

Les zones littorales portuaires peuvent également recevoir des virus entériques humains : entérovirus, réovirus, picornavirus, qui sont véhiculés par voie hydrique. Une



population humaine constituée de 70% d'adultes et de 30% d'enfants peut éliminer 60 000 particules virales en moyenne, par jour et par habitant. Malgré les divers facteurs d'inactivation et de dilution qui interviennent jusqu'au rejet en mer des eaux usées, les virus constituent une source importante de contamination du milieu marin. Cela entraîne pour l'homme des risques de maladies graves : hépatite virale type A, gastro-entérites virales.

Dans l'eau de mer, de nombreux facteurs, la température, la lumière, le pH..., jouent un rôle dans l'inactivation virale. Mais l'adsorption des particules virales et des bactéries sur les matières en suspension augmente leur durée de survie et rend possible la contamination des sédiments marins. Ceux-ci peuvent alors constituer des réservoirs potentiels de virus et de bactéries qui peuvent ensuite être remis en suspension dans la colonne d'eau sous l'influence des courants et de l'agitation provoquée par le mauvais temps ou en cours des dragages des ports et des chenaux d'accès.

### Degré de contamination bactérienne des ports de plaisance.

*En France, il n'y a pas de surveillance systématique de la qualité des eaux portuaires, contrairement à ce qui se passe pour les plages.* Les résultats disponibles sont donc peu nombreux, hétérogènes et sont impropres à une interprétation statistique. On retrouve la même situation à l'étranger. L'annexe (1) donne un aperçu très général de la situation en France : lorsqu'il y a contamination, il est en général difficile, voire impossible, de faire la part de la contamination induite par les bateaux de celle provoquée par des rejets plus ou moins épurés qui arrivent dans le port par émissaire ou ruissellement.

La meilleure estimation de la contamination due à la seule plaisance est une estimation moyenne provoquée par l'habitat flottant : il est possible, connaissant le nombre de bateaux habités de déterminer les flux moyens de pollution. Une enquête a permis d'établir, qu'en moyenne, il y avait 80 personnes habitant leur bateau par hectare de plan d'eau. Les tableaux 5 et 6 donnent un ordre de grandeur de la pollution provoquée par différentes sources humaines ou animales. En prenant un T90 adapté à la région et à une situation météorologique donnée, quelques heures à plusieurs jours, on pourra déterminer, par modèle, l'étendue de la zone insalubre engendrée par l'activité nautique.

<b>Tableau 5 - Contamination bactérienne d'origine fécale</b> (nombre de germes par gramme de matière)		
<b>MATIÈRE FÉCALE</b>	<b>ESCHERICHIA COLI</b>	<b>STREPTOCOQUES D</b>
- Homme	13 000 000	3 000 000
- Chat	7 900 000	27 000 000
- Chien	23 000 000	980 000 000
- Vache	230 000	1 300 000
- Porc	3 300 000	84 000 000
- Mouton	16 000 000	38 000 000
- Canard	33 000 000	54 000 000

Concepts of fecal streptococci in stream pollution.

d'après Geldreich E. Kenner B.A., 1969

*Journal of water Pollution Control Federation* N° 41, pp. 336-352

Une telle estimation a été réalisée aux Etats-Unis sur la Rhode River. Il s'agissait d'une zone de mouillage temporaire. L'étude considérait qu'il y avait quatre personnes par bateau,  $2,9 \cdot 10^9$  coliformes fécaux produits par une personne en une demi-journée ; les T90 étaient de 12 heures pour une température d'environ 25°. Sur ces bases, les taux estimés durant la période d'étude étaient comparables aux taux réellement observés.

- ordures ménagères .....	300 kg
- matières en suspension (dans l'eau usée) .....	30 kg
- poids d'oxygène (pour dégrader la matière organique) .....	20 kg
- azote (la moitié sous forme ammoniacale) .....	4 kg
- phosphore (la moitié de phosphate dissous) .....	1 kg
- détergents (exprimés en substances tensio-actives) .....	1 kg
- hydrocarbures totaux .....	20 g
- polluants organiques chlorés (solvants, lindane, PCB) .....	0,5 g

Les causes de pollution : importance, source et flux

d'après M. Chaussepied, 1986

*Oceanis*, vol. 12, fasc. 6, pp 389-401

### **Contamination du sédiment**

Une partie des entérobactéries se trouvant dans l'eau des ports sont "libres" c'est-à-dire non associées au sédiment. Une autre partie est fixée sur du matériel particulaire, en particulier la matière organique et donc sédimente dans les bassins. Les temps de survie pourront être importants : 15 jours à 1 mois du fait de l'absence de la remise en suspension, de l'abondance de la matière organique, de l'absence de lumière due à la turbidité de l'eau...

Des analyses réalisées sur les sédiments de quelques ports de plaisance font apparaître une contamination réelle : plusieurs milliers de coliformes totaux/100 ml, les coliformes fécaux étant beaucoup moins abondants.

## **MÉTAUX**

### **Les sources**

De nombreux éléments métalliques sont introduits dans les eaux portuaires, soit directement à partir des bateaux au mouillage, soit indirectement à partir du lessivage des quais et des zones techniques par les eaux de ruissellement. Ce sont les apports directs qui sont le mieux identifiés, car ils sont imputables à la protection des carènes contre la corrosion et les fixations biologiques ainsi qu'aux émissions des gaz de combustion des bateaux à moteur.

#### *Protection contre la corrosion*

L'utilisation des peintures ou d'anodes sacrificielles en Zn est d'usage courant pour la protection des carènes en acier et parties métalliques immergées (hélices, gouvernail) contre la corrosion par l'eau de mer. Les peintures sont constituées par un liant organique dans

lequel sont dispersées de plus ou moins grandes quantités de poudre de zinc. Pour les peintures riches en zinc, le film après séchage contient plus de 90 % de zinc. Appliquées directement sur la surface métallique décapée, puis recouvertes de différentes couches de finition, les peintures anticorrosion ne peuvent diffuser vers le milieu aqueux qu'une très faible partie de leur charge. Les apports sont donc essentiellement liés aux opérations à terre de rénovation des carènes.

Il n'en est pas de même des anodes sacrificielles, constituées par des masses de zinc de haute pureté (99,99 %) qui, en se dissolvant par voie électrolytique, assurent la protection des parties métalliques jouant le rôle d'une cathode. La quantité de zinc dans les anodes fixées sous la ligne de flottaison dépend de l'état de surface du métal (nu ou peint) et de la superficie à protéger. En milieu marin, on considère que la consommation annuelle de zinc par les anodes sacrificielles est de l'ordre de 0,1 à 1 kg par m<sup>2</sup> de coque en acier. Ceci représente entre 1 et 10 kg de zinc pour un voilier de 6 mètres de long (superficie moyenne de la carène 10 m<sup>2</sup>).

### *Protection contre les biosalissures*

On dénombre plus de 4000 espèces animales et végétales responsables de salissures biologiques que l'on trouve sur les carènes et toutes structures immergées [6]. Les salissures biologiques, lorsqu'elles atteignent un développement important, sont responsables d'entraves majeures aux activités maritimes ; elles réduisent la vitesse et la manoeuvrabilité des navires, augmentent la consommation de carburant et facilitent la corrosion. Ces inconvénients sont évités par l'emploi d'un revêtement spécial de finition appelé peinture antisalissure, ou antifouling.

La plupart des peintures commercialisées sont constituées par un liant (colophane, résine vinylique ...) qui libère par diffusion dans l'eau au contact de la carène, une ou plusieurs substances toxiques qui ont pour effet de détruire les organismes vivants avant leur fixation. Parmi les substances toxiques utilisées pour la fabrication des peintures figurent des dérivés métalliques tels que : l'oxyde cuivreux (Cu<sub>2</sub>O), les composés organiques de l'étain ; oxydes et fluorures de tributylétain (TBTO, TBTF) et de triphénylétain (TPTO, TPTF) et méthacrylate de TBT. Les sels de mercure, d'arsenic et de plomb ne sont plus utilisés en raison de leur toxicité pour l'environnement et les applicateurs. A partir des années 70 l'utilisation des peintures à base d'oxyde cuivreux (copperpaints) a été progressivement remplacée par les peintures contenant des dérivés organiques de l'étain qui ont pour avantage une plus grande efficacité, une longévité supérieure et autorisent une large palette de coloris. Ce n'est qu'à partir de 1982, en raison des effets néfastes de la contamination des eaux par le TBT, que l'emploi des peintures à base d'organostanniques a été réglementairement limité.

Une évaluation des apports en organostanniques et oxyde cuivreux dans les zones d'Arcachon et Marennes-Oléron a été réalisée par Alzieu *et al.*[4] avant la limitation d'emploi des organoétains. En prenant en compte les résultats d'enquêtes sur les ventes de peintures antisalissures, la période de traitement des carènes et la fréquentation des ports de plaisance et mouillages, ces auteurs ont estimé à 115 kg/an et 1,3 t/an les apports de TBT dans les eaux des bassins de Marennes-Oléron et Arcachon. Comparativement, pour le cuivre, les apports étaient respectivement de 7,5 t/an et 1,4 t/an : ils représentaient pour le bassin de Marennes des valeurs du même ordre de grandeur que celles introduites par la Charente.

Une estimation des apports journaliers en TBT dans différents ports de plaisance de Marennes-Oléron (tabl. 7), en prenant en considération l'évolution des taux de lixiviation

(quantité de TBT rejeté par jour et par unité de surface), montre que, dans certains ports, les quantités estimées peuvent atteindre ou dépasser 100 g/jour. Cette même étude a montré que dans le bassin d'Arcachon les apports journaliers en TBT en période d'hivernage variaient de 12 (port de la Hume) à 300 g (port d'Arcachon).

Mois	Taux de lixiviation $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{jour}$	Douhet 100 bateaux TBT (kg)	Boyardville 290 bateaux TBT (kg)	Marennes 240 bateaux TBT (kg)	Seudre 50 bateaux TBT (kg)	La Tremblade 30 bateaux TBT (kg)
avril à juin	10	9 (0,1/jour)	26,1 (0,29/jour)	21,6 (0,24/jour)	4,5 (0,05/jour)	2,7 (0,03/jour)
juillet- août	5	3 (0,05)	8,7 (0,145)	7,2 (0,12)	1,5 (0,02)	0,9 (0,01)
septembre à mars	2	4,2 (0,02)	12,2 (0,06)	10,1 (0,05)	2,1 (0,01)	1,2 (0,006)

**Tableau 7.- Evaluation des apports en TBT (kg) dans différents ports de plaisance du bassin de Marennes-Oléron (d'après Alzieu et al., 1980).**

Ces estimations effectuées en 1980 avant l'interdiction d'emploi des peintures à base d'organostanniques pour les bateaux de moins de 25 m de long (arrêté du 17 janvier 1982) ne reflètent plus la situation présente. En considérant les peintures commercialement disponibles pour les plaisanciers, il est permis de penser qu'une grande partie des peintures à base d'organoétains a été remplacée par des copperpaints. Par conséquent, les apports en TBT ont diminué alors que ceux en cuivre augmentaient. Il n'en demeure pas moins que les résultats de la surveillance montrent que, malgré la réglementation, des apports conséquents en TBT existent toujours dans certains ports de l'Atlantique comme de la Méditerranée [2,3].

#### *Les gaz de combustion*

L'utilisation du plomb tétraéthyle en tant qu'additif antidétonant des carburants pour moteurs à explosion est bien connue. Par contre, l'incidence du motonautisme sur les apports en plomb au milieu marin est très peu documentée. Jackivicz et Kuminski [53] indiquent des apports au milieu aqueux de l'ordre de 0,03 à 0,05 g de plomb par litre de carburant consommé ; ainsi qu'une valeur maximale de 0,14 g correspondant à 22 % du plomb originellement présent dans le carburant. Ces valeurs sont du même ordre de grandeur que celles citées par Chmura et Ross, [25] Il est important de noter que le plomb présent dans les gaz de combustion est sous forme de particules métalliques dont la toxicité pour les animaux aquatiques est très nettement inférieure à celle du plomb tétraéthyle.

#### **Niveaux de contamination**

##### *Organoétains*

Les résultats de la surveillance de certains sites de l'Atlantique et de la Méditerranée réalisés par l'IFREMER de 1986 à 1989 montrent que la contamination des eaux des ports de plaisance était importante. A l'exception d'un port de plaisance pour lequel les teneurs en TBT dans l'eau apparaissaient anormalement élevées (150 à 1 500  $\text{ng}\cdot\text{L}^{-1}$ ) on peut considérer que dans l'Atlantique les niveaux en TBT dans l'eau des ports n'excède pas 150  $\text{ng}\cdot\text{L}^{-1}$  [3].

Sur la côte méditerranéenne, où l'influence de la marée est faible, un échantillonnage réalisé en avril 1988 et dont les résultats figurent dans le tableau 8, indique des teneurs en TBT de l'ordre de 100 à 500 ng.L<sup>-1</sup> dans les ports de grande capacité et de 50 à 80 ng.L<sup>-1</sup> dans les ports de plaisance de l'étang de Thau [2].

Localisation	Date	TBT	DBT	MBT
Toulon/St Georges		408	107	72
Les Embiez				
Pte Gabrielle (référence)		2	< 1	< 1
Intérieur du port (4 stations)		98-480	94-185	40-50
Bandol				
Station de référence		10	< 1	< 1
Intérieur du port (5 stations)		175-390	106-147	56-83
Marseille "Vieux Port"				
Entrée		736	190	78
Intérieur		410	119	98
Etang de Thau				
Mèze (station 4)	avril 1988	59	25	38
	avril 1989	58	-	-
Marseillan (station 6)	avril 1988	54	23	8
	avril 1989	79	-	-
Cap d'Agde				
Entrée (référence)		34	36	19
Intérieur (7 stations)		147-536	65-163	16-56
Gruissan				
Port de pêche		16	17	4
Port		102	26	9
Leucate (3 stations)		18-70	-	-
Banyuls-sur-Mer (2 stations)		129-161	41-44	-

**Tableau 8 - Teneurs en butylétains dans les eaux des ports de plaisance de la Méditerranée (d'après Alzieu et al., 1990).**

Le sédiment des ports de plaisance peut être contaminé par les organoétains à partir de débris de peinture et de la sédimentation de particules en suspension qui ont la propriété de fixer le TBT. Ainsi, Stang et Seligman [106] ont trouvé que dans le sédiment de la baie de San Diego (E.U.) prélevé à proximité des mouillages de bateaux de plaisance, les teneurs en TBT atteignaient en surface plusieurs centaines de µg/kg (180 à 467) alors qu'elles n'étaient pas décelables à 10 cm de profondeur. Des résultats non publiés, (Alzieu, *comm. pers.*) sur une carotte prélevée dans le port de Marseillan (étang de Thau) indiquent des valeurs comprises entre 725 et 1 530 µg/kg de poids sec dans les différentes strates comprises entre 0 et 10 cm de profondeur ; la contamination demeure significative dans la couche 15 - 20 cm (59 µg/kg de poids sec). Le taux de TBT par rapport à ses produits de dégradation est relativement constant sur l'ensemble de la carotte ; ce qui peut signifier qu'il n'existe pas de dégradation du TBT dans le sédiment. La contamination du sédiment par les organoétains peut potentiellement constituer un danger pour le milieu aquatique lors des opérations de dragage et d'immersion des déblais dragués.

### Autres métaux

Peu de données sont publiées sur les teneurs en métaux dans les eaux et sédiments des ports de plaisance du littoral français. Alzieu *et al.* 1986 [3], ont suivi de 1982 à 1985 les teneurs en Pb, Cd, Cu, Zn dans les eaux des ports de La Vigne et Arcachon. Pour les deux ports les teneurs étaient comprises entre 0,7 et 4,5 µg/L pour le plomb ; 0,04 et 0,4 µg/L pour le cadmium ; 0,6 et 7,8 µg/L pour le cuivre ; 3,4 et 20 µg/L pour le zinc. Les eaux du port de La Vigne (capacité 270 bateaux) paraissent dans l'ensemble plus contaminées que celles du port d'Arcachon (capacité 1 900 bateaux). Les concentrations moyennes étaient respectivement de 0,15 µg/L et 0,07 µg/L pour le cadmium et 10,1 µg/L et 6,6 µg/L pour le zinc. Par ailleurs, pour les quatre métaux considérés, les concentrations étaient variables pendant la période d'échantillonnage sans qu'il soit possible de distinguer de tendance d'évolution.

Les niveaux de présence en métaux dans les sédiments de 14 ports de la façade atlantique et 13 de la façade méditerranéenne ont été étudiés de façon détaillée par Robbe [95]. Les résultats font apparaître des écarts importants entre les niveaux de contamination dans les différents ports. Ces écarts (tabl.9) étant dus à la présence de rejets industriels (Vieux Port de Marseille) et à un degré moindre à la nature des sédiments.

Ceci montre que chaque port doit être considéré comme un cas particulier en considération de la nature des sédiments déposés, de son environnement industriel et urbain, ainsi que des conditions hydrosédimentaires auxquelles il est soumis. Toutefois, l'auteur considère que l'enrichissement en cadmium, cuivre et zinc doit être attribué à la plaisance alors qu'il n'a pas été observé d'enrichissement correspondant pour le plomb.

	Minimum	Maximum	Moyenne
Zn (mg/kg)	51	1 319	235
Cu (mg/kg)	2,2	687	86,4
Cd (mg/kg)	0,05	3,34	0,52
Pb (mg/kg)	12,5	653	58,2
Sn (mg/kg)	0,4	19,7	6,17

**Tableau 9 - Ordres de grandeur (mg/kg de poids sec) des teneurs en éléments métalliques dans les sédiments de différents ports des côtes françaises (adapté de Robbe, 1989).**

### POLLUANTS DIVERS

L'entretien des bateaux entraîne des lavages, des nettoyages (fonds de cale, ...), la peinture de la coque et des superstructures ... Le problème particulier des peintures antisalissures est vu par ailleurs.

Il y a donc des rejets polluants dans l'environnement : détergents, solvants, phosphates, ..., qui peuvent accroître, localement, le degré de pollution du sédiment et des coquillages.

Le problème peut être amplifié lorsqu'il y a, au voisinage du port, un chantier de réparation navale dont les eaux de ruissellement des aires techniques aboutissent directement dans le port.

## IMMERSION DES BOUES DE DRAGAGES D'ENTRETIEN

### GÉNÉRALITÉS

Sur une grande partie du littoral français, la tendance naturelle est à l'envasement des ports. Il faut donc les draguer régulièrement pour maintenir un tirant d'eau suffisant.

#### Méthodes de dragage

Les moyens de dragage mis en oeuvre dans les ports de plaisance sont les suceuses, souvent des petites dragues de 100 à 200 m<sup>3</sup>/h, les dragues à godet, les bennes, grues et pelles.

Le moyen le plus utilisé, en particulier dès que les dragages ont quelque importance (plus de 10 000 m<sup>3</sup>), est la drague suceuse.

Les dragages à la benne, la grue, la pelle sont plutôt utilisés dans les ports de faible dimension et présentant des difficultés d'accès.

Les figures 14-15-16, extraites de l'enquête de D.Robbe (95) présentent la fréquence des dragages en Méditerranée et dans l'Atlantique - les volumes dragués - les moyens de dragage utilisés.

La fréquence des dragages est beaucoup plus forte en Méditerranée (2 à 5 ans) que sur l'Atlantique (5 à 10 ans). Le volume dragué par opération est trois fois plus important sur la façade atlantique que sur la façade méditerranéenne (fig. 14,15,16).

#### Destinations des produits dragués.

Le type de dragage conditionne le mode de rejet.

Dans un dragage de vases par aspiration, le produit issu du dragage est *une mixture liquide* ayant une teneur de 100 à 200 g/l qui est généralement rejetée par un émissaire soit, le plus souvent en mer, soit à terre dans les zones de mise en décharge ou de valorisation : terre-pleins, remblais (mais il y a des difficultés de consolidation). S'il s'agit de matériaux sableux, on cherche à utiliser ceux-ci, toujours refoulés par une conduite, sur des zones de valorisation ou des plages (rechargement).

Dans les dragages faits par drague à godet, benne, pelle, grue, le matériau dragué, lorsqu'il s'agit de vase, reste très compact, *vase plus ou moins plastique*, et, en général, est chargé soit sur des camions, soit sur des chalands pour être clapé ensuite au large.

Les figures 17 et 18, extraites de l'enquête de D. Robbe, représentent la destination des déblais de dragage ainsi que la distance du dragage au point de rejet. Il apparaît que les matériaux dragués sont pour les deux tiers rejetés en mer entre 50 et 1000 m pour un rejet par émissaire et entre 1 et 9,5 km pour un rejet par barge, la distance moyenne étant de l'ordre de 5 km.

#### Dragages en zone conchylicole

Dans le cas particulier des dragages d'entretien, les quantités draguées seront moindres que lors de la construction du port et les effets réduits (1). Dans la grande majorité des cas, il s'agira de rejets de vase. Les rejets de dragage en zone conchylicole méritent une attention particulière, tout au moins dans les zones à envasement rapide.

---

(1) L'effet des rejets de dragage a été traité dans la partie "Impact de la Construction".

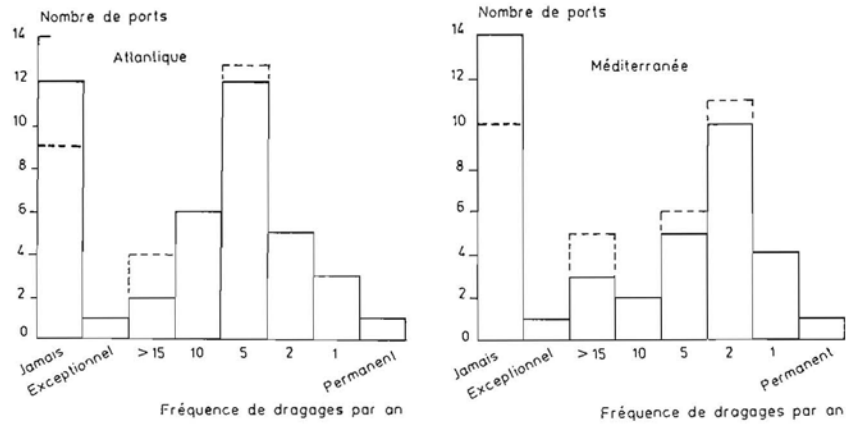


Figure 14 - Fréquence des dragages sur les deux façades. *d'après D. Robbe 1989*

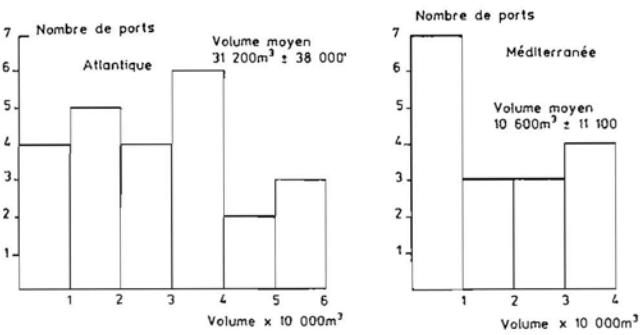


Figure 15 - Volume dragué par opération sur les deux façades. *d'après D. Robbe 1989*



Figure 16 - Moyens de dragage utilisés dans les ports de plaisance. *d'après D. Robbe 1989*

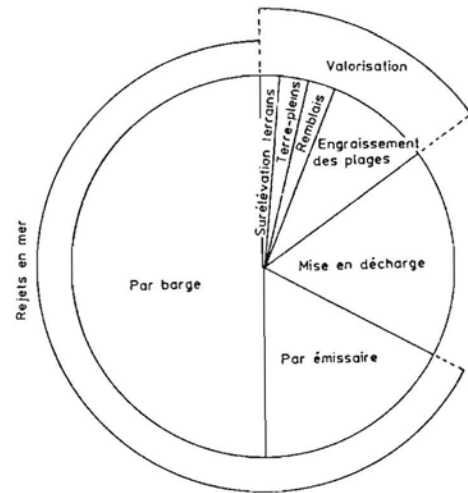


Figure 17 - Destination des déblais de dragage. *d'après D. Robbe 1989*

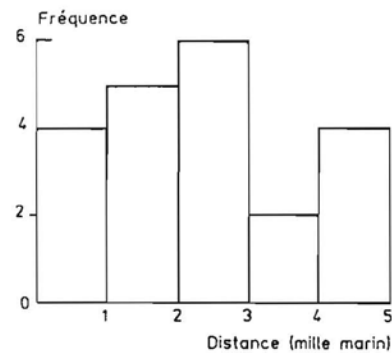


Figure 18 - Distance du dragage au point de rejet (1 mille marin = 1852 m). *d'après D. Robbe 1989*



Un conchyliculteur peut accepter un dépôt unique, durant la construction, à proximité de ses parcs. Il sera beaucoup plus réticent à accepter des dépôts réguliers, tous les deux ou trois ans. La fréquence des dragages et la localisation des rejets devront donc être définis avant la construction du port. Il faut, en particulier, veiller à ne pas atteindre, dans les parcs conchylicoles, une turbidité de 200 mg/l.

Par ailleurs, lors de la construction d'un port, les sédiments rejetés ne sont généralement pas pollués, sauf s'il s'agit de ports construits en zone industrielle ou estuarienne. Le problème est différent lorsqu'il s'agit de dragages d'entretien. Il y a, en effet une pollution induite. Le rejet en mer des vases plus ou moins polluées peut donc créer des problèmes locaux de pollution ou augmenter le niveau général de contamination.

## DEVENIR DES REJETS

### L'évolution des produits vaseux rejetés en mer

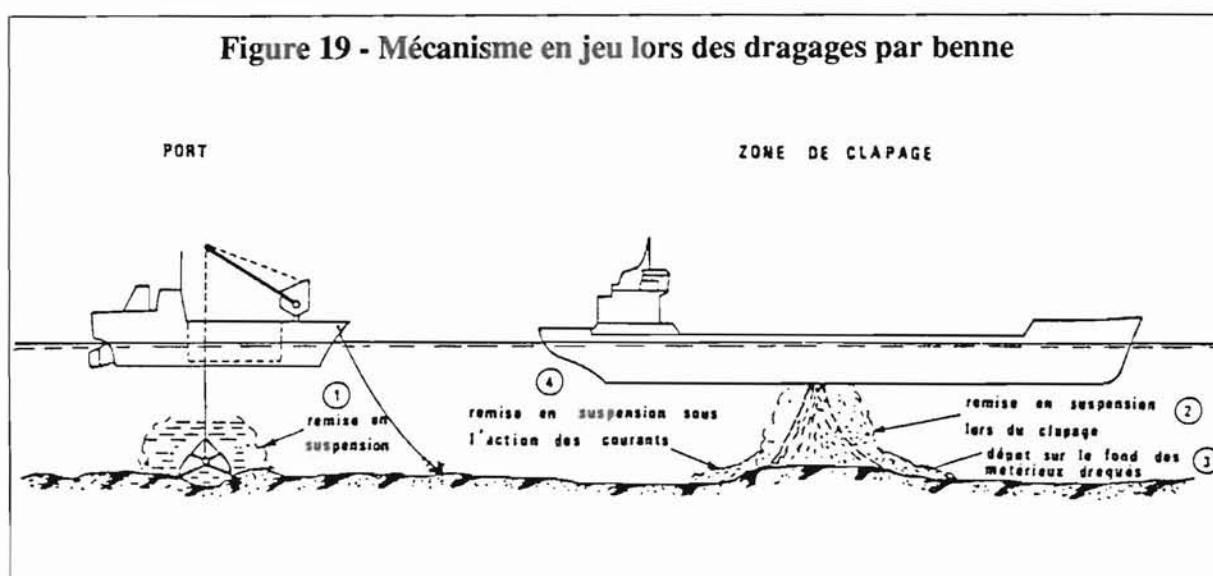
Le devenir des sédiments rejetés va dépendre :

- des propriétés du sédiment rejeté : granulométrie, cohésion, consolidation
- des facteurs hydrodynamiques : courants, agitation ...
- des caractéristiques des fonds : qui sont elles-mêmes fonction des facteurs hydrodynamiques
- des conditions de dragage : les dragages par suceuse donnent une mixture de rejet liquide. Les dragages par benne, pelle, grue, dragues à godet ... donnent des matériaux de rejet plastiques ayant un comportement très différent des rejets liquides.

### La mixture plastique

La figure 19 illustre les mécanismes en jeu lors du dragage et des rejets.

Les matériaux plastiques lors de leur clapage chutent en quasi-totalité sur les fonds avec seulement de faibles dispersions par remises en suspension, de l'ordre de 5 à 10% de la masse clapée). Après clapage, ils forment une masse sur le fond dont l'évolution dépend des actions des facteurs hydrodynamiques.



Si les courants sont faibles (moins de 0,3 à 0,4 m/s) et les vagues aussi (moins de 0,2 à 0,3 fois la hauteur d'eau), les actions des remises en suspension seront peu importantes. Pour qu'il y ait des érosions significatives du dépôt, il faut des contraintes sur le fond dues à l'action des courants correspondant à des vitesses moyennes de courant de 0,5 m/s, et à des hauteurs de houle d'au moins 0,3 fois la hauteur d'eau. Il convient de noter, que le pourcentage de la fraction argilo-vaseuse est d'une très grande importance dans l'évaluation des déplacements possibles.

Ces facteurs évoluent dans le temps au cours de la marée (courant et hauteur d'eau) ; on peut avoir des périodes successives d'érosion et de non érosion.

### **La mixture liquide**

Les mixtures liquides issues d'un dragage par suceuse, bien qu'ayant des teneurs en sédiment de 100 à 250 g/l, n'ont aucune cohésion.

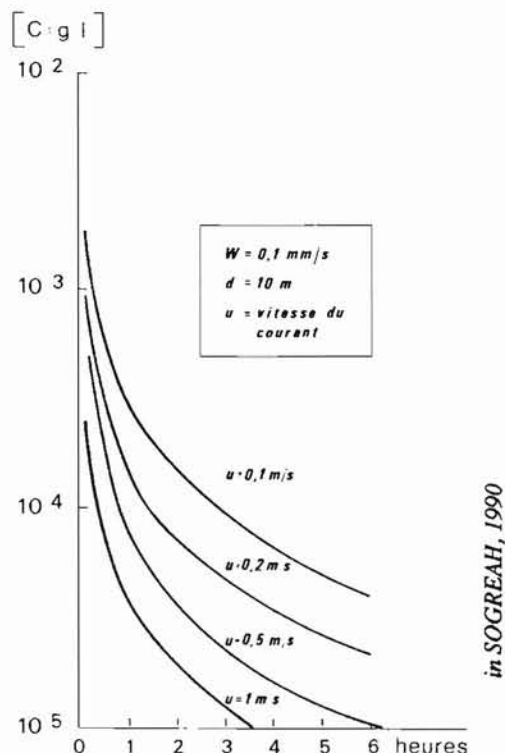
Lors du clapage, les mixtures s'écoulent sous forme de courant de densité vers le fond avec une dispersion plus ou moins importante en fonction des facteurs hydrodynamiques.

A partir de diverses études expérimentales (traceurs radioactifs), on a pu montrer que les trajectoires des particules en suspension diffèrent relativement peu de celles des particules liquides, et que la concentration décroît rapidement à partir du point de clapage. (décroissance pouvant être définie par une fonction exponentielle).

Le devenir de la mixture liquide peut être prévue à l'aide d'abaques ou de modèles.

### **Prévision à l'aide d'abaques**

. La figure 20 donne les variations de concentration dans le temps pour différentes vitesses moyennes. Ces abaques ont été obtenus en résolvant une formule simplifiée qui donne la concentration en fonction d'un certain nombre de paramètres : injection ponctuelle, masse injectée, coefficient de diffusion longitudinal et transversal, hauteur d'eau, vitesse de chute des particules, vitesse du courant ...

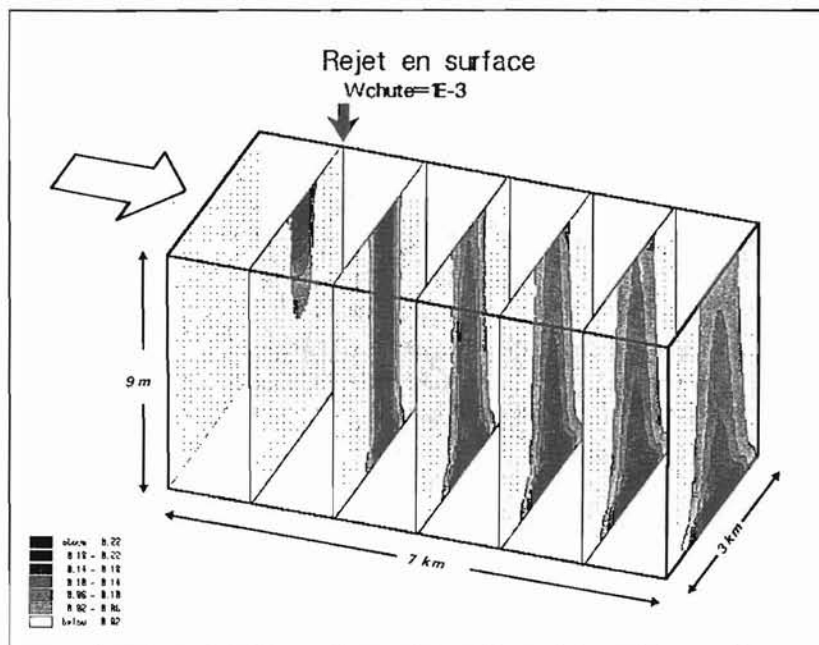


**Figure 20 - Décroissance dans le temps de la concentration maximale [concentration initiale de 1 g/l]**

### Prévision à l'aide de modèles

. On sait actuellement résoudre les équations d'advection au moyen de modèles numériques (1D, 2D, 3D). En toute logique la modélisation du transfert de particules nécessite des modèles 3D qui sont chers d'emplois. Dans certains cas, on aura une approximation avec des modèles 2D (sur la verticale) La figure 21 représente les résultats d'une simulation 3D à partir d'un rejet en surface, la vitesse de chute étant de 1 mm/s, le courant de un noeud. La chute des particules et la progression du panache apparaissent nettement.

Ce type d'approche peut fournir des indications utiles sur l'ordre de grandeur des mécanismes instantanés. Pour des simulations à long terme ou pour des simulations de détail, il convient d'être prudent. Si nécessaire, il est possible de confirmer les résultats du modèle en suivant le panache avec des marqueurs radioactifs.



d'après J.C. Salomon, 1989

Figure 21 - Simulation 3 D à partir d'un rejet en surface [vitesse de chute 1mm/s]

**En conclusion**, les matériaux issus des rejets de dragage par suceuse ne conduisent pas à des risques de dépôts notables sur les fonds dès lors qu'il existe un hydrodynamisme suffisamment actif et que le rejet est assez loin de la côte : en effet, à la côte, il existe des zones de piègeages où les vases viendront s'accumuler. Même si les dépôts sont faibles, le cumul sur plusieurs années pourra être gênant.

#### Nota

Il existe souvent, en zone estuarienne, voire côtière, une dissymétrie entre les courants de flot et de jusant, les maxima des courants de flots étant souvent plus importants que les maxima des courants de jusant. Les courants de flot auront donc une plus grande facilité à remettre en suspension des particules qui auraient pu se déposer au jusant. Il faut donc rejeter assez au large les sédiments si l'on ne veut pas qu'ils reviennent très rapidement dans la zone où ils ont été dragués.

## **Evolution des produits sableux rejetés en mer.**

Les matériaux sableux ont toujours des vitesses de chute importantes quels que soient les moyens de dragage utilisés. Ils constituent un "tas" dont le devenir dépend des conditions hydrodynamiques : vitesse de courants, action de la houle ....

. pour les sables "usuels" (0,2 à 0,5 mm), les dispersions sont faibles si les courants ne dépassent pas 0,3 à 0,5 m/s.

la houle agit de manière significative pour autant que sa hauteur soit au moins de l'ordre de 0,3 fois la hauteur d'eau ; elle "écrête" alors le tas et aide l'action des courants.

. si les dépôts sont faits à l'intérieur de la limite notable d'action des houles, soit dans l'Atlantique et la Manche dans des profondeurs de moins de 5 m environ, il peut y avoir des remontées des sables vers la côte.

Au large de ces profondeurs limites d'action des houles, les mouvements sont faibles.

## ***DEVENIR DE LA CHARGE POLLUANTE***

### **Contamination induite par la matière organique, les macrodéchets, les hydrocarbures**

La matière organique que l'on pourra trouver en abondance dans les boues du port n'a qu'un impact limité : le milieu marin est en général bien oxygéné. Compte tenu de la dispersion des particules fines dans le milieu, l'oxydation de cette matière organique passe inaperçue dans la majorité des cas. Il convient évidemment d'éviter les rejets dans certaines conditions critiques : zones confinées, en été, par temps calme ... Si des rejets urbains existent dans le voisinage des ports, il peut y avoir un piègeage de nutriments (phosphore en particulier) dans le sédiment. Les éléments nutritifs pourraient être relargués dans le milieu avec les dragages. Si ceux-ci sont effectués dans une zone confinée, il pourra y avoir une certaine eutrophisation.

Pour les hydrocarbures piégés dans les vases portuaires, leur dilution et leur biodégradation ne doivent pas poser de problèmes. Quant aux macrodéchets reposant dans le fond des ports, ils doivent normalement être en petit nombre si la gestion du port est correcte et que les bassins ne sont pas transformés en "décharge à ciel ouvert".

### **Contamination bactérienne**

A la suite d'opérations des rejets de dragage, il y a eu en France, un certain nombre de contrôles réalisés par les D.D.A.S.S, les Cellules qualité des eaux littorales et l'IFREMER. Les contrôles portaient sur l'eau de mer, les gisements naturels de coquillages, les coquillages exploités.

Les résultats sont assez différents d'un site à l'autre. Outre la difficulté de détecter une pollution de la masse d'eau (problème de variabilité), des conditions particulières (rejets, pluies, ...) peuvent induire localement une pollution supérieure à celle des dragages, ce qui rend délicate l'interprétation des résultats. Cependant, dans la majorité des cas, on a constaté une pollution bactérienne due à des rejets de dragage. Mais cette pollution est limitée dans le temps et le milieu retrouve son équilibre assez rapidement.

## Contamination induite par les polluants chimiques

Il est maintenant bien établi que la contamination des sédiments a un effet sur la composition faunistique des espèces benthiques. Ainsi, par exemple, Bellan-Santini [15], en étudiant les populations d'amphipodes sur une portion de 70 km de côte entre le golfe de Fos et l'île des Embiez, a montré que la richesse des populations était inversement proportionnelle à la contamination du sédiment.

## EVALUATION DES RISQUES ÉCOTOXICOLOGIQUES

Les risques écotoxicologiques imputables à l'immersion des boues de dragage sont liés à la fraction de contaminants directement ou indirectement accessible aux organismes vivants. Cette fraction est qualifiée de *biodisponible* et l'on distingue la *biodisponibilité potentielle* s'appliquant à tout type d'environnement, de la *biodisponibilité réelle* évaluée pour des conditions de milieu déterminées. Dans les sédiments les contaminants sont présents sous différentes formes physiques et chimiques : ils peuvent être une partie constitutive des particules minérales (cas des métaux), adsorbés sur des constituants particuliers (oxydes et hydroxydes de fer et de manganèse, argiles) ou, plus généralement, complexés avec la matière organique. La capacité des sédiments à échanger (adsorption/désorption) les contaminants avec la phase aqueuse (eaux interstitielles, colonne d'eau), dépend en grande partie de sa composition en argile, oxydes et hydroxydes de manganèse et de fer, matière organique et des conditions redox du milieu.

On a tenté d'évaluer la biodisponibilité des contaminants à partir de méthodes chimiques (extraction par les acides faibles pour les métaux) ou de test de bioaccumulation en utilisant des espèces benthiques. L'emploi des résultats issus de ces méthodes se révèle toutefois délicat lorsque l'on veut estimer l'impact des fractions biodisponibles sur les écosystèmes. En effet, tant en raison de la diversité de composition des boues que de la multiplicité des contaminants qui peuvent s'y accumuler, l'évaluation de l'impact toxicologique nécessite une approche, cas par cas, prenant en compte la nature des boues et les caractéristiques biologiques et physiques du site d'immersion.

C'est pourquoi des tests de toxicité ont été faits en laboratoire pour mesurer les effets létaux et sublétaux des boues et phases liquides associées (éluats). Ainsi, aux Etats-Unis, l'Agence pour la Protection de l'Environnement (Environmental Protection Agency) a normalisé des protocoles d'essais utilisant des espèces représentatives des sites d'immersion et appartenant au zooplancton, aux crustacés, mollusques et poissons [72]. Toutefois, ces tests doivent être validés quant à leur sensibilité et leur représentativité par rapport aux effets observés dans le milieu naturel. C'est ainsi, par exemple, que LONG *et al.*, [61] ont étudié la sensibilité relative de cinq tests biologiques sur une quinzaine d'échantillons de sédiments typiques de deux baies californiennes. Ces tests destinés à mettre en évidence aussi bien des effets létaux (survie) que sublétaux ont abouti à quelques conclusions.

- La détermination du taux de survie de l'amphipode *Rhepoxynius abronius* et des embryons de moule *Mytilus edulis* était très sensible, mais les résultats étaient fortement corrélés à la nature sédimentologique des échantillons ; par contre l'amphipode *Ampelisca abdita* est peu sensible, mais sa survie est fortement corrélée aux concentrations en substances toxiques dans les sédiments,

- Le développement embryonnaire de l'oursin *Strongylocentrotus purpuratus* a mis en évidence le caractère mutagène de certains échantillons fortement chargés en hydrocarbures.

De même, Pastorok et Becker [83] ont trouvé que le développement embryogénétique de l'échinoderme *Dendraster excentricus* et la photoluminescence de *Photobacterium phosphoreum* (Microtox) étaient les plus sensibles aux effets de sédiments contaminés prélevés dans le Puget Sound. Par ailleurs, Becker *et al.* [14] ont montré que deux tests, Microtox et anomalies du développement larvaire chez l'huître, étaient ceux qui donnaient les résultats les plus comparables avec les observations du suivi d'évolution *in situ* du macrobenthos.

Peu de résultats sont disponibles, en France, sur la toxicité des boues de dragage, qu'elles soient originaires de ports de plaisance ou non. Cette situation s'explique par les difficultés de mise en oeuvre de tests complexes, coûteux, et dont la représentativité vis-à-vis des effets possibles sur les écosystèmes naturels n'est pas toujours satisfaisante. De plus, un faible volume de boues de dragage peut être considéré comme fortement contaminé. Il n'en reste pas moins que, même si ces boues ne sont susceptibles d'affecter que très localement les communautés benthiques, leur toxicité mériterait d'être évaluée avant immersion. Les résultats que l'on pourrait en tirer permettraient au moins de déterminer quels sont les rejets à l'origine de ces contaminations sur lesquels il convient d'agir.

## **IMPACTS DES ACTIVITES ANNEXES ET DERIVEES**

Les impacts induits par les activités annexes et dérivées n'ont été que rarement inclus dans des études d'impact ou de suivi. Mais l'observation de certaines nuisances, de certaines anomalies a permis d'en dégager un certain nombre d'orientations pour les actions futures auxquelles il conviendra de se tenir. Nous présentons ici un certain nombre d'observations qui ne sont pas extraites d'études scientifiques rigoureuses, mais qui présentent un grand intérêt pour les gestionnaires des ports de plaisance et les élus locaux.

### **LES ABORDS DU PORT**

La rentabilité d'un port nouveau est délicate à assurer. Pour limiter les risques financiers, la construction est, dans certains cas, associée à des programmes immobiliers. Il y a donc à côté des ports, une zone d'intense activité. L'aménagement de ces zones annexes peut détruire la végétation (naturelle ?) et la remplacer par des surfaces imperméables telles que immeubles, parkings, routes ..., cela réduit les surfaces où l'eau de pluie peut percoler, augmente le ruissellement et apporte différents "polluants" : matériel particulaire, pesticides, hydrocarbures, bactéries, métaux ....

L'impact d'un port de plaisance sur le milieu marin dépend beaucoup du voisinage et de l'importance relative des stations : grand port à côté d'une petite agglomération ou petit port à côté d'une grande agglomération. Les nuisances possibles ne seront pas les mêmes s'il s'agit d'un port de plaisance, d'un port de pêche, d'un port avec ou sans réparation navale ...

**Les quais** deviennent alors une zone de stationnement plus ou moins permanent pour les véhicules des usagers et des visiteurs du port. D'après Ross, [98], il faudrait éviter de dépasser 0,5 voitures par bateau.

Les eaux de lessivage des quais sont entraînées naturellement vers le port et contribuent à sa pollution.

Cliché D. Masson (Ifremer)



Négligence... sans commentaires

Cliché D. Masson (Ifremer)



"Frites, glaces, gaufres, merguez !" en bordure du port (Les Minimes - 17)

*Cliché D. Masson (Ifremer)*



"Le cordon immobilier" aux Minimes (17)

*Cliché O. Barbaroux (Ifremer)*



Zone immobilière à Saint-Martin (Antilles - 97)



Exemples de parkings comparés à la capacité des postes		
Arcachon	environ 1000 places	2000 postes
Royan	environ 300 places	650 postes
Saint-Denis-d'Oléron	environ 100 à 300 places	670 postes
Les Minimes (La Rochelle)	environ 1200 places	3000 postes

Les quais recueillent aussi des déchets divers : détritrus, huiles usagées ...

La collecte de ces déchets n'est pas toujours organisée et il n'est pas toujours prévu, sur les quais, de conteneurs pour collecter les emballages, les récipients ayant contenu de la peinture, les solvants, les produits d'entretien des coques ... **La visite des bennes doit être régulière si l'on veut éviter les débordements.**

**Les abords** du port ne sont pas toujours équipés de façon satisfaisante. L'enquête de **D. Robbe** fait apparaître que seulement 9 ports sur 117 respectent la législation, à savoir :

- . ports de moins de 400 anneaux : 1 groupe sanitaire pour 25 anneaux (1 groupe sanitaire = 1 WC, 1 urinoir, 1 lavabo, 1 douche. Plus, par tranche de 50 anneaux, un bac à laver).
- . ports de plus de 400 anneaux : abattement de 5% par tranche de 100 postes.
- . au delà de 1000 anneaux, le coefficient d'abattement doit faire l'objet d'une étude particulière.

**La zone de circulation** qui borde les quais peut être une source de nuisance s'il y a une forte circulation.

**Le front de port** est une zone privilégiée particulièrement convoitée (promoteurs, commerces ...). Il est important de prévoir les nuisances occasionnées par la construction d'immeubles, la réalisation d'aménagements tels que parkings, routes ..., les écoulements accidentels.

Un aménagement non planifié, voire anarchique, ne prend pas en compte les contraintes d'assainissement, ou les minimise . Cela est surtout vrai dans les zones nouvelles où il n'existe pas de réseau à proximité : on recourt alors à l'assainissement individuel, plus ou moins bien conçu, qui va de la fosse septique à drain filtrant à la fosse étanche, voire à l'absence d'épuration ... Les rejets arrivent plus ou moins rapidement en mer, dans des canaux, à proximité de zones sensibles...

Les aléas économiques font d'une année sur l'autre, qu'un commerce de souvenir se transforme en pressing, avec utilisation de solvants organiques, ... puis en restaurant ... , ce qui n'a pas du tout les mêmes conséquences sur le plan de l'assainissement

## ***LES RÉSIDENCES SECONDAIRES***

L'impact du développement d'ensembles immobiliers plus ou moins importants à proximité du milieu marin n'est pas négligeable, d'autant que les périodes de séjour ne se limitent plus à l'été. L'assainissement de telles structures, techniquement difficile, n'est pas seulement indispensable, il doit être bien conçu. On observe en effet sur des zones théoriquement assainies toutes sortes de nuisances :

Un réseau d'assainissement déjà existant n'est pas extensible à l'infini, car la taille des canalisations est calculée en fonction du nombre d'équivalent-habitants (entre 200 et 300 l d'effluent par jour et par personne) au moment du projet, avec une marge de sécurité. Or, la plupart des réseaux existants ont une vingtaine d'années, voire plus, et certaines zones littorales ont vu, dans ce laps de temps, leur fréquentation décuplée. La presque île d'Arvert en Charente-Maritime compte environ 30 000 habitants en hiver et près de 300 000 en été.

Aux réseaux gravitaires sont venus s'ajouter des stations de relèvement sujettes aux pannes, ce qui entraîne des débordements dans les marais, les cours d'eau et le milieu marin ; c'est le cas des stations de la presque île d'Arvert en 1989 : les écoulements sont passés d'un marais doux à la Seudre puis à un bras de mer bordé de claires et d'établissements ostréicoles. Bien que de type séparatif (séparation des eaux usées ou vannes et pluviales), on observe encore des infiltrations d'un réseau dans l'autre, voire des branchements parasites.

Le raccordement de plusieurs localités sur un même réseau, pose des problèmes de surcharge de la station, augmente les temps de résidence de l'effluent dans les canalisations. Faut de l'avoir aéré, ou traité au  $\text{FeCl}_3$ , il se dégage du gaz sulfhydrique qui, en milieu humide, donne de l'acide sulfurique qui ronge les parties de canalisation non protégées. On a découvert des réseaux dans lesquels la partie supérieure des conduites n'existait plus ; la voûte de terre subsistait seule pour maintenir le diamètre et permettre l'écoulement ...

Enfin, pour le réseau pluvial, il est utile de prévoir des structures tampon qui évitent l'arrivée massive d'eaux de pluie lors des orages (étangs, etc). Ces problèmes ne sont bien sûr pas spécifiques de l'aménagement des ports de plaisance, mais il est important de les prendre en compte à cette occasion.

## ***LES TERRAINS DE CAMPING ET ASSIMILÉS***

Quand un port de plaisance s'installe dans une zone non urbanisée on assiste souvent à la mise en place de terrains de camping, de PRL (Parcs résidentiels de loisirs). Le problème de l'assainissement se retrouve avec plus d'acuité dans ces zones d'habitations temporaires telles que terrains de camping.

Il est important dans la conception de tout ensemble habitable à proximité du milieu marin, de prévoir et de développer au maximum les plantations [98] : les haies et buissons offrent une bonne protection contre les poussières véhiculées par le vent, les pelouses et massifs constituent également un obstacle au ruissellement des eaux chargées de germes (déjections canines) et d'hydrocarbures (véhicules). Ces prescriptions s'appliquent tout aussi utilement aux zones de parkings.

## **LES TERRAINS DE GOLF**

A première vue, ce problème n'a rien à voir avec les ports. Pourtant, la création de ports de plaisance entraîne parfois l'installation d'un terrain de golf en aménagement annexe. C'est le cas notamment à Port-La Forêt (Finistère) à proximité du bassin portuaire. La démocratisation de ce sport fait que les projets de terrain se multiplient le long du littoral. Malgré l'effet visuel tout à fait écologique, il s'agit en fait de cultures intensives utilisant une grande quantité d'eau douce et de produits phytosanitaires dont beaucoup ne sont pas sans danger pour la faune et la flore aquatiques.

L'entretien des différentes sortes de pelouses nécessite une sélection préalable des graminées et leur maintien (désherbants totaux puis sélectifs), l'élimination des vers et mollusques (molluscicides), des champignons (fongicides), des insectes parasites des buissons et arbres (insecticides). Certains produits sont des biocides très violents, tels le parathion, ou toxiques pour la faune aquatique comme le chlorothalonil. Il est même parfois envisagé d'irriguer certains golfs avec des eaux usées. Un certain nombre de mesures doivent absolument être prises, notamment lorsqu'il y a des cultures marines à proximité:

- stockage temporaire des eaux de ruissellement, éventuellement réutilisées pour l'irrigation, par exemple sous forme d'obstacles d'eau.

- utilisation de produits phytosanitaires dans des conditions de sécurité maximale ; il faut proscrire les produits les plus dangereux, épandage en fonction du vent, etc.

## **LES ZONES TECHNIQUES**

Elles sont constituées des aires ou postes d'avitaillement en carburant, des ateliers ou chantiers de réparation, des zones de stockage à sec.

*Les postes d'approvisionnement* en carburant sont la plupart du temps au bord de l'eau, voire sur pilotis, et sont une source non négligeable de pollution si l'on n'y prend pas garde. Les débordements accidentels, les trop pleins doivent être prévus et recueillis.

*Les ateliers de mécanique marine*, eux aussi très souvent implantés à proximité des bassins, laissent échapper huiles, graisses et solvants qui aboutissent à l'eau quand la pente s'y prête. Il est indispensable que des caniveaux ou des seuils protègent contre ces débordements, accidentels ou non, lesquels doivent pouvoir être recueillis et traités, l'évacuation vers le réseau d'assainissement n'étant pas non plus envisageable.

*Les zones de stockage à sec*, souvent à l'écart des plans d'eaux, très répandues outre Atlantique, ont l'avantage d'éviter que les coques se salissent (fouling) ou relarguent lentement dans l'eau les substances chimiques qui les recouvrent (peintures plus ou moins toxiques). Le port sec réduit aussi (en partie) la tentation d'utiliser les embarcations comme résidences fixes, transformant ce qui devait être un "parking flottant" en "HLM flottant"... C'est, semble-t-il, une voie d'avenir pour remédier à l'engorgement prévisible des ports actuels. Elle nécessite des moyens de levage plus ou moins importants, mais l'enquête rapide réalisée montre que sur douze ports, tous ont une cale de mise à l'eau et la moitié, en fait tous les grands, ont une ou deux grues, voire un élévateur allant jusqu'à 25 tonnes.

## LES ACTIVITÉS PROFESSIONNELLES

Elles se traduisent par des mouvements de bateaux et leur entretien sur des ports de pêche ou conchylicoles. A titre d'exemple sur le bassin conchylicole de Marennes-Oléron, les ports professionnels abritent une quantité non négligeable de bateaux de toute taille.

**Tableau 10 - Activités Professionnelles**

Ports	Nbre de bateaux de pêche	Remarques
ROYAN	40	chalutiers
SAINT-TROJAN	70	Embarcations ostréicoles
CHATEAU-D'OLERON	240	Embarcations ostréicoles
ARCEAU	75	Embarcations ostréicoles
LA PERROTINE	100	Ostréicoles, pêche, plaisance
PORT-DES-BARQUES	55	Ostréicoles + 1 pêche
BROUAGE	63	Ostréicoles
LE CHAPUS	750	Incluant les annexes de Mérignac, Daire et la Grognasse
MARENNES	198	Sur l'ensemble du chenal surtout ostréicole (port de plaisance situé en amont du chenal)
LA TREMLADE	533	monte à 850 avec Arvert et Coux (plus 12 bateaux de pêche)
MORNAC	55	Ostréicoles (+ 1 bateau de pêche)

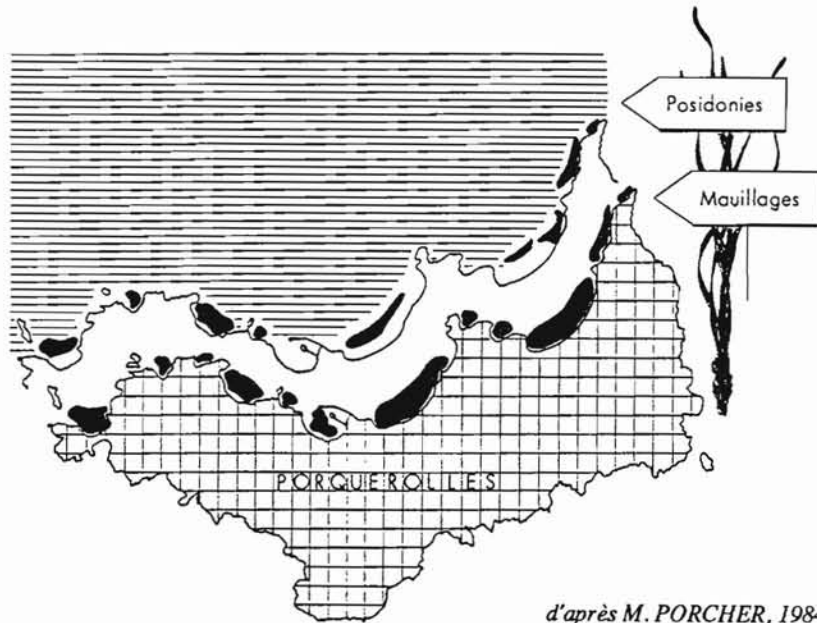
**Données :** Monographie des ports de pêche 1986 et chiffres du quartier des Affaires Maritimes de Marennes-Oléron.

## IMPACT RÉGIONAL

Dans les chapitres précédents le problème de la densité des aménagements a été abordé, en particulier sur la Côte d'Azur où le plateau continental est très réduit. Dans cette région, les aménagements réalisés ont amputé 10 à 20 % de la surface productive de l'écosystème benthique. L'analyse des conséquences de l'implantation d'un port doit être établie à *une échelle régionale* : construire un port peut être acceptable, en construire un grand nombre peut être discutable et peut avoir de graves conséquences pour le fonctionnement de l'écosystème régional, par exemple la disparition de certains biotopes...

La présence de nombreux ports sur une partie du littoral provoque une grande concentration de bateaux. A la belle saison, les bateaux iront mouiller dans des criques ou des baies qui pourront faire, par ailleurs, l'objet de mesures de protection : parcs marins.

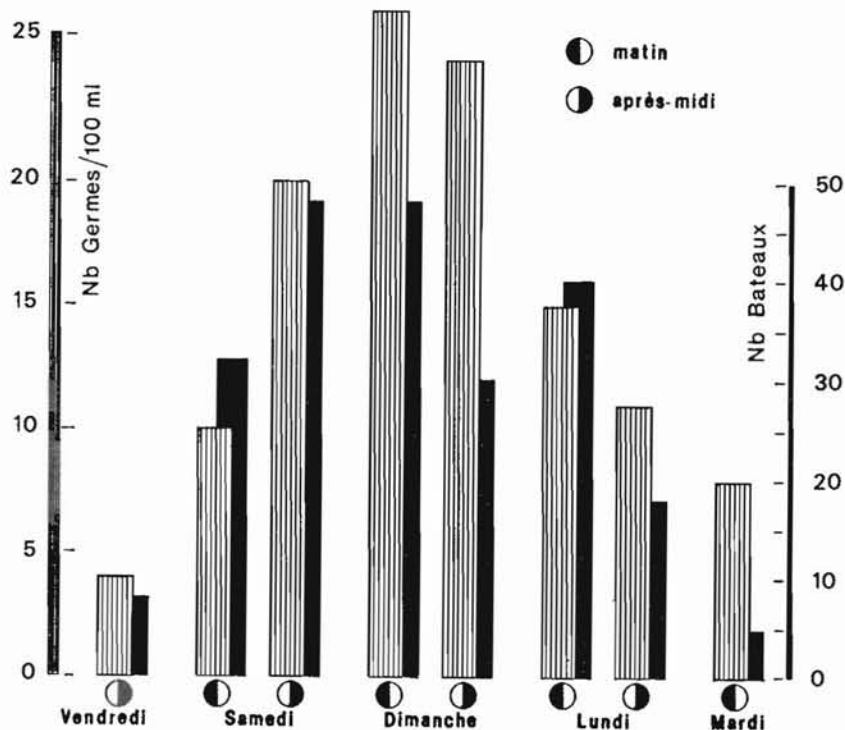
*Une étude réalisée en Méditerranée (91) montre au mois d'août, l'importance du phénomène sur une partie du littoral varois. Des mouillages fréquents entraînent une régression des herbiers de posidonies par action mécanique des systèmes d'ancrage et, éventuellement, des dépôts de macrodéchets. La figure 22 donne la cartographie des aires de mouillage et des herbiers de posidonies sur la côte nord de Porquerolles.*



d'après M. PORCHER, 1984

**Figure 22 - Cartographie des aires de mouillage et d'herbiers de posidonies**

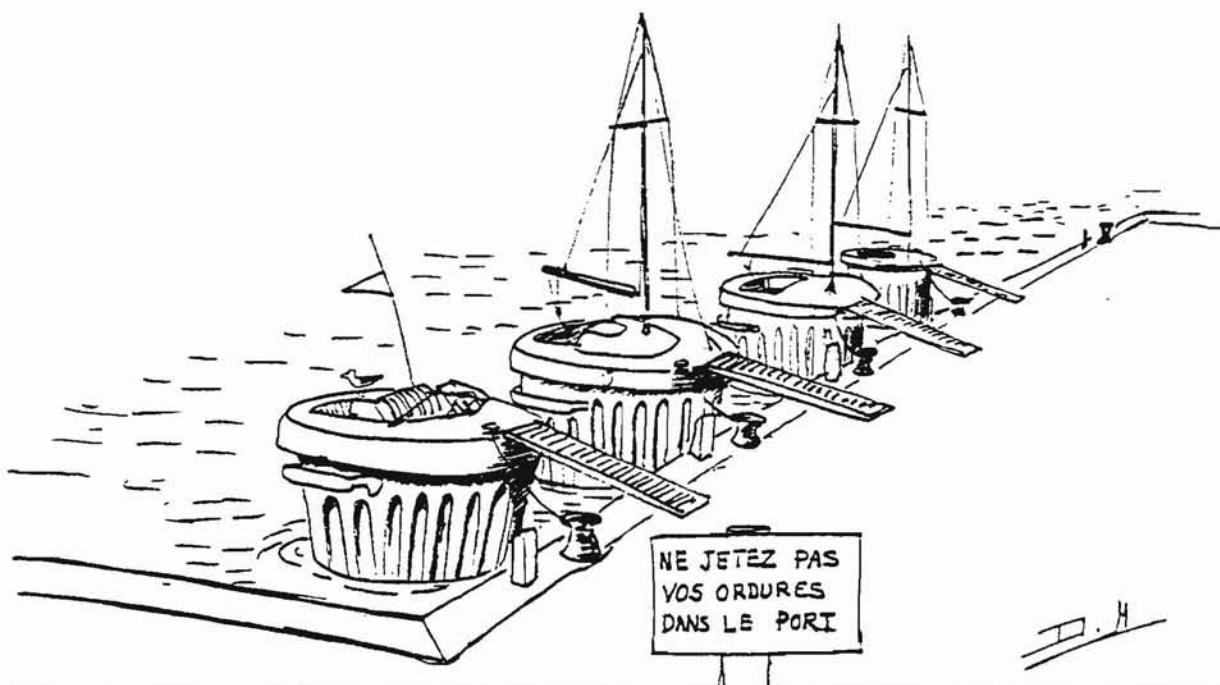
Par ailleurs, ces bateaux rejettent dans le milieu leurs eaux vannes et leurs eaux usées. Il est donc possible de rendre temporairement insalubre une portion du littoral (une plage par exemple) qui bénéficie en général, d'une qualité irréprochable compte tenu de son isolement. Une étude [40] concernant la pollution bactérienne par les bateaux au mouillage d'un estuaire de la baie de *Chesapeake* a été réalisée en 1982. Les résultats sont présentés à la figure 23 et montrent bien l'impact que peut avoir le mouillage de bateaux de plaisance sur la salubrité du littoral. En effet, la contamination moyenne en germes tests était fonction de la fréquentation nautique.



Document extrait de "Contribution of pleasure boats to fecal bacteria concentrations in the Rhode river estuary, Maryland U.S.A. - FAUST M.A. 1982

**Figure 23 - Suivi du taux de contamination fécale dans les eaux d'une zone de mouillage forain**

Les bateaux permettent l'accès à des zones naturellement protégées, car difficiles d'accès à partir de la terre. Une fréquentation nautique importante peut amener certaines espèces à ne plus fréquenter leurs sites traditionnels [12] ou les gêner pendant la période de reproduction. *Sutherland and Ogel* [109], ont examiné l'effet des courants induit par les moteurs de bateaux sur des oeufs de saumon et ont montré qu'il pouvait y avoir une mortalité allant jusqu'à 20 à 40%.



- Le développement de l'activité économique autour d'un port de plaisance provoque une certaine pollution de l'eau et des sédiments de la zone portuaire.
  - Le rejet en mer de ces polluants, lors des opérations de dragage d'entretien, nécessite une analyse sérieuse.
- choix du site - Les vases portuaires peuvent être considérées comme "polluées" en bactéries et en matière organique ; c'est une pollution qui ne doit pas poser de problèmes particuliers si les rejets sont effectués dans un site pas trop confiné à une distance raisonnable de zones sensibles : installations conchylicoles, plages ...
  - Période favorable -hors période de captage - hors période de commercialisation importante de coquillages - hors période "critique" : été par temps très chaud et très calme...
- Pour la pollution métallique, les vases portuaires sont "modérément contaminées" et les métaux adsorbés ne représentent, en général, qu'une faible part des métaux associés aux sédiments. Les risques de contamination sont donc faibles d'autant plus que les quantités rejetées par le dragage des ports de plaisance sont faibles. Les connaissances scientifiques concernant la désorption des polluants sont, toutefois, très incomplètes.
  - Une certaine prudence s'impose, notamment à proximité des zones conchylicoles où les rejets de dragage pourraient venir augmenter le niveau de la contamination des coquillages. Il convient de rappeler que les turbidités consécutives aux rejets ne doivent pas dépasser 200 mg/l en "zone conchylicole".

## RECOMMANDATIONS

*Une bonne gestion du port et des activités annexes peut limiter grandement la pollution induite par l'activité portuaire.*

*Dans les zones soumises à un envasement, la nécessité de dragages réguliers doit être prévue dès la construction ; le point et les périodes de rejet doivent être définis en accord avec les professionnels de la mer.*

*Les outils scientifiques actuels permettent de prévoir le devenir à court terme des rejets de dragages. Ils sont très imparfaits pour le moyen et le long terme. Leurs résultats peuvent être améliorés par des études complémentaires (marquages radioactifs des vases...)*

*Il importe de situer les rejets de dragage à une distance "raisonnable" de la côte et des installations conchylicoles (quelques milles marins). Si les rejets de dragage ne peuvent s'opérer qu'à proximité d'installations conchylicoles, il faut impérativement procéder à une décantation des vases... On ne rejettera en mer que la partie liquide, peu chargée en matières en suspension, et après s'être assuré par des analyses et tests toxicologiques qu'elle n'est pas nocive pour les mollusques au cours de leur développement larvaire. Les vases décantées, et qui auront retenu une grande partie des polluants, devront être stockées à terre.*

*Certains sédiments dragués peuvent être contaminés par des apports directs (rejets plus ou moins autorisés) ou indirects en provenance des zones techniques. Il convient donc d'assurer que les sédiments ainsi déplacés ne contiennent pas de contaminants en quantité inacceptable. La circulaire du Ministère délégué chargé de l'Environnement et du Secrétariat d'Etat à la Mer relative à la "Méthodologie portant sur le prélèvement et l'analyse des déblais de dragage", qui fixe la stratégie de prélèvement et les paramètres à prendre en compte dans le cas des ports de plaisance (annexe 8), doit être appliquée.*

*. Dans les cas où les sédiments sont trop fortement contaminés pour être immergés sans danger, ils doivent impérativement être stockés à terre soit en vue d'un traitement, souvent trop onéreux, soit d'une immobilisation définitive.*

*. Toute opération de dragage suscite une modification des composantes physiques, chimiques et biologiques de l'environnement et doit faire l'objet d'un contrôle, d'une supervision et de mesures administratives d'accompagnement, par exemple interdiction temporaire de pêche sur les gisements naturels de coquillages susceptibles d'être contaminés.*

*Pour les équipements sanitaires des ports de plaisance, il convient au minimum, de respecter la législation : ce n'est pas le cas général des ports existants.*

*. Pour le traitement des eaux usées, il convient de prévoir, dès le début des travaux, l'aménagement des zones annexes. Il convient de ne pas autoriser de rejets industriels ou urbains dans les bassins des ports de plaisance.*





## CONCLUSION

De l'analyse des conséquences de la construction d'un port de plaisance sur le littoral, il faut retenir certains points

### **Certains impacts ne peuvent être évités :**

- . modification de l'écosystème littoral local,
- . modification de la dérive littorale et donc création de zones de sédimentation et d'érosion,
- . envasement des bassins portuaires nécessitant des dragages d'entretien,
- . création d'une pollution induite par l'activité portuaire et les activités dérivées.

### **Ces impacts peuvent être sérieusement réduits si**

- . le site d'implantation est bien choisi,
- . la "densité des ports" dans la zone est acceptable,
- . le port est bien conçu,
- . le port est bien géré.

Un mauvais choix du site, des erreurs d'aménagement entraînent des coûts d'entretien qui pourront condamner l'ouvrage ou provoquer des altérations : érosion, richesse biologique, compatibilité d'activités, ... dont le montant sera sans rapport avec le bénéfice tiré de l'opération.

**Il serait, toutefois, dangereux et faux de considérer que la construction d'un port n'a que des conséquences négatives.**

- . l'édification de digues peut servir d'abri et permettre leur colonisation par des espèces qui ne pourront s'implanter sans cette structure (homards...). Il faut que la structure soit, toutefois, de dimension respectable pour permettre cette colonisation.
- . l'approfondissement du chenal d'accès assure un meilleur renouvellement des eaux dans une zone côtière et prévient ainsi l'eutrophisation. Il contribue aussi à maintenir le caractère maritime d'un site qui serait menacé de comblement naturel.
- . les rejets de dragage peuvent être utilisés pour créer des zones humides...

## RECOMMANDATIONS

La décision de construire un port est une décision grave qui engage l'avenir et nécessite des capitaux importants. Dans tous les cas, il s'agit d'un compromis entre les nécessités du développement économique et celles de la préservation de l'environnement. Pour que ce compromis soit le meilleur possible, il doit être basé sur les résultats d'études sérieuses et exhaustives intégrant un maximum de données et de disciplines.

### **LE CHOIX DU SITE**

#### **Conditions géographiques**

La sélection du site doit, certes, s'appuyer sur des critères dynamiques - une zone abritée demandera moins de travaux et l'impact de l'ouvrage sera donc plus réduit - mais aussi sur les critères biologiques :

- . nature des peuplements benthiques : diversité, biomasse, intérêt particulier,...
- . zones de pêche,
- . zones de nurserie,
- . zones conchylicoles.

*La création d'un port dans une zone humide* est un cas particulier qu'il convient de traiter avec beaucoup de soin et, si possible, éviter. La communauté scientifique internationale reconnaît actuellement que les zones humides maritimes jouent un rôle très important dans l'écosystème côtier : habitat pour de nombreuses espèces, présence d'espèces rares ou en voie de disparition, rôle important dans la chaîne alimentaire de l'écosystème côtier... La disparition des zones humides est un phénomène majeur du 20ème siècle.

*La création d'un port en estuaire* doit être étudiée en fonction de sa situation par rapport au **bouchon vaseux**.

#### **Compatibilité avec les activités existantes**

L'aménagement d'un port de plaisance permet, assez fréquemment, d'affecter un bassin à l'usage exclusif de la pêche professionnelle et d'éviter tout conflit résultant de la cohabitation. Mais d'autres conflits pourront voir le jour, compte tenu de l'accroissement de l'effort de pêche des plaisanciers : accès à la ressource, place des casiers, des filets ...

#### **Conchyliculture**

Outre les conflits classiques pour l'utilisation de l'espace, le développement de la plaisance peut altérer la qualité des eaux côtières (peintures antisalissures, pollution bactérienne, pollution organique ...). Des règles simples doivent permettre d'atténuer ces conflits :

- . création d'une zone "tampon" entre le port et les installations conchylicoles, définie en fonction de la dynamique locale.
- . interdiction des rejets de dragage en zones conchylicoles : prévoir une distance minimale d'1 à 2 milles.

- . application stricte de l'interdiction des peintures à base de TBT (la législation interdit leur utilisation pour les bateaux de moins de 25 m).
- . réglementation limitant l'habitation des bateaux.

### ***Activités balnéaires***

L'installation d'un port à proximité d'une plage peut provoquer l'érosion de celle-ci et altérer la qualité des eaux.

Le développement des activités nautiques peut gêner l'activité balnéaire.

### **Décision**

***La connaissance "régionale"*** apparaît primordiale pour le choix d'un site. Mais, bien souvent, les connaissances sont insuffisantes ; l'acquisition de connaissances scientifiques à l'échelle d'une entité régionale marine est d'un coût beaucoup plus élevé que les financements disponibles pour l'étude d'impact. Mais il faut noter que la création d'un port de plaisance n'est pas le seul aménagement qui demande une connaissance régionale du milieu marin. La gestion du littoral nécessite aussi une connaissance de l'écosystème marin.

Les autorités locales et régionales pourraient donc financer des études générales qui permettraient aux études d'impact, plus ponctuelles, de se situer dans ***le contexte régional d'une "entité marine"***.

Il devrait y avoir une analyse "régionale" de la situation évaluant les besoins avec précision, prenant en compte la situation socio-économique et analysant les aptitudes du milieu. ***Créer un port dans une zone peut être acceptable, en créer dix est discutable même si le développement de la plaisance permet d'espérer la rentabilité économique.***

Il devrait y avoir ***une présélection du site*** effectuée avec des études légères.

L'étude d'impact pourrait donc être réalisée sur le site présélectionné. Cette étude serait d'un coût peu élevé, car elle bénéficierait de toutes les connaissances acquises dans l'étude régionale. Les résultats de l'étude devraient pouvoir remettre en cause le choix du site, ce qui n'est pas le cas actuellement.

L'étude d'impact devrait incorporer les conséquences induites par les ports créés antérieurement dans la zone. Au delà d'un certain seuil, les empiètements sur la partie supérieure de l'étage infralittoral et la pollution induite par l'activité portuaire ne peuvent que créer des nuisances inacceptables.

## ***LA CONCEPTION DU PORT***

***La géométrie des digues***, la profondeur à laquelle elles sont implantées ont un rôle considérable sur les problèmes d'envasement, d'arrêt de la dérive littorale.

La houle joue un rôle considérable aussi bien sur la stabilité des ouvrages que sur la remise en suspension des sédiments ou l'accès au port :

La connaissance générale de la houle sur le site du futur port nécessite un an de mesure par houlographe

la propagation de la houle au voisinage du port projeté peut être étudiés à l'aide d'un code numérique

l'accès au port par mauvais temps et l'agitation dans le port s'obtiennent, dans les cas simples, par analogie avec des ports ayant un environnement comparable ; pour les ports exposés on utilise un modèle physique.

La conception des digues et la stabilité des structures de l'ouvrage nécessitent, dans les cas simples, une étude dans un canal à houle ; dans le cas des ports exposés, il faut réaliser des études sur modèle physique.

La *détermination du transit littoral* ne pose généralement pas de problèmes particuliers. En France, le sens de la dérive est très souvent connu. La quantification de cette dérive nécessite des mesures, difficiles à obtenir par mauvais temps.

En cas de doute, on peut utiliser des traceurs radioactifs qui permettent de suivre, sur plusieurs mois, le déplacement des sédiments. Il est possible également de construire un épi expérimental et de suivre l'évolution du rivage pendant une période d'un an.

les *prévisions d'érosion et de sédimentation* consécutives à l'action de la houle et des courants nécessitent l'utilisation d'un modèle physique (les modèles numériques ne sont pas opérationnels actuellement).

**Les courants dans le port et à l'extérieur** peuvent être déterminés grâce à un modèle numérique permettant de connaître :

- . les quantités d'eau transitant dans le port en une marée,
- . le renouvellement de l'eau dans le port,
- . le devenir des eaux du port,
- . le devenir (à petite échelle du temps - quelques cycles de marées) des rejets de dragage.

la *détermination de l'envasement* du port peut se faire par analogie avec des ports situés dans le voisinage (il faut, toutefois, faire la part induite par la géométrie particulière d'un port). L'utilisation d'un modèle de courant permet de minimiser les échanges d'eau, de supprimer les tourbillons ...

**Dans un estuaire**, il convient de bien étudier l'emplacement du port par rapport au bouchon vaseux.

→ *les risques d'anoxie et d'eutrophisation* peuvent être estimés par analogie. Il convient de distinguer deux cas extrêmes.

- . Lorsque les eaux côtières sont très turbides, il n'y a pas de production primaire locale. La priorité doit être accordée à la réduction des échanges d'eau entre les bassins et l'extérieur pour limiter les dépôts de vase.
- . Lorsque les eaux côtières sont limpides, la priorité doit être accordée au renouvellement des eaux dans le bassin (pour éviter l'eutrophisation).

Une “bonne” conception du port limitera les impacts négatifs. Dans certains cas, il pourra y avoir des conséquences positives (meilleur renouvellement des eaux dû à l’approfondissement du chenal d’accès, ralentissement du comblement d’une anse...).

## **LA GESTION DU PORT**

La gestion du port ne peut être dissociée de celle des zones annexes.

L’aménagement du front de port et des zones annexes doit être prévu.

- . pas d’autorisation de rejets industriels ou urbains dans les bassins portuaires.
- . collecte et épuration définies en fonction d’une prévision de développement.
- . présence de conteneurs sur les quais pour le ramassage des ordures, huiles usagées...
- . présence de blocs sanitaires (douches - WC) à proximité des zones d’accostage (respect de la législation) raccordés au réseau général de collecte ; le nettoyage du front de port et des quais doit être régulier : collecte des conteneurs, ramassage des macrodéchets (à terre et en mer), lessivage des quais, entretien des blocs sanitaires permettant de maintenir en permanence un état “impeccable” (condition indispensable pour leur utilisation).

Dans les zones soumises à un envasement, la nécessité de **dragages réguliers** doit être prévue dès la construction ; le point de rejet et les périodes de rejet doivent être définis en accord avec les autorités maritimes et en prenant en compte la sensibilité des activités professionnelles.

Une attention particulière devra être portée sur les rejets en zones conchylicoles.

- Le maire et le gestionnaire du port doivent prendre un certain nombre de mesures destinées à assurer la salubrité du plan d’eau :
  - . respect du règlement sanitaire départemental
  - . rejets industriels et urbains interdits dans les bassins portuaires
  - . limitation de l’habitat flottant
  - . limitation du stationnement des voitures à proximité du port
  - . contrôle strict de la distribution de carburant
  - . contrôle du carénage des bateaux par les plaisanciers.

La bonne gestion d’un port doit réduire considérablement les impacts négatifs induits par les activités portuaires et dérivées.



## BIBLIOGRAPHIE

- 1 ACTES DU SÉMINAIRE INTERNATIONAL SUR LES ASPECTS ENVIRONNEMENTAUX LIÉS AUX ACTIVITÉS DE DRAGAGE. 27 nov.-1er déc. 1989 : Nantes. Ministère délégué chargé de la mer, Secrétariat d'Etat chargé de l'environnement, 1990 : 386p.
- 2 ALZIEU CL., MICHEL P., SANJUAN J. & AVERTY B. 1990. Tributyltin levels in French Mediterranean coastal waters. *Applied Organometallic Chemistry*, 4, 55-61.
- 3 ALZIEU CL., SANJUAN J., MICHEL P., BOREL M. & DRENO J.P., 1989. Monitoring and Assessment of butyltins in Atlantic coastal waters. *Mar. Pollut. Bul.* 20, 1, 22-26.
- 4 ALZIEU CL., THIBAUD Y., HÉRAL M. & BOUTIER B., 1980. Evaluation des risques dus à l'emploi des peintures antisalissures dans les zones conchylicoles. *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, 44, 4, 305-348.
- 5 ANONYME, 1988.- La protection cathodique et sa théorie simplifiée. *Navires Ports et Chantiers*, p.251-253.
- 6 ANONYME, 1963-1975 Catalogue des principales salissures marines (rencontrées sur les coques de navires dans les eaux européennes) Vol 1 à 5 - Paris, Organisation de Coopération et de développement économiques.
- 7 ANONYME. "Mer et littoral, couple à risque", 1988.- Actes du colloque de Biarritz, 11, 12 et 13 septembre 1987. Ed. La Documentation Française, Paris.
- 8 ASSOCIATION FRANÇAISE DE DROIT MARITIME, 1987. "La Navigation de plaisance et le Droit". Ed. Litec., Paris.
- 9 ASTIER J.M., 1984.- Impacts des aménagements littoraux de la rade de Toulon, liés aux techniques d'endigage, sur les herbiers à *Posidonia oceanica*. Intern workshop *Posidonia oceanica Beds.*, BOUDOURESQUE C.F., JEUDY DE GRISSAC A. et OLIVIER J. Ed. GIS Posidonie publ. : p.255-259.
- 10 AUBERT M., 1972.- Restructuration des rivages et pollutions secondaires.- Etude de l'Eutrophisation des zones portuaires.- CERBOM (INSERM) Nice.-*Rev. Intern. Oceanogr. Méd.* Tome XXVI 1972.
- 11 AUSTRALIAN ENVIRONMENT COUNCIL, 1988. Impact of marinas on water quality. Report n° 24. 69p. Ed., Australian government publishing service. Camberra.

- 12 BATTEN L.A., 1977. Sailing on reservoirs and its effects on water birds. *Biological conservation* 11 (1) : 49-58.
- 13 BECET J.M., 1987. "L'aménagement du littoral". Presses Universitaires de France, Paris.
- 14 BECKERS D.S., GINN T.C. & BILYARD G., 1989 - Comparisons between sediment bioassays and alterations of benthic macroinvertebrate assemblages as measures of sediment toxicity.
- 15 BELLAN SANTINI D., 1980. - Relationship between populations of amphipods and pollution. - *Mar. Pollut. Bull.* 11, 224-227.
- 16 BELLAN SANTINI D. et PICARD J., 1984.- Conséquences de la régression des herbiers de posidonies pour le benthos animal des autres milieux méditerranéens. Intern. workshop Posidonia oceanica Beds, BOUDOURESQUE C.F., JEUDY DE GRISSAC A. et OLIVIER J.. Ed. GIS Posidonie publ. : p.423-429.
- 17 BERGERON P., FRECHOLLE M., PAGE L., LAVERGNE V., WALSH G., 1990. Sédimentation et dispersion des déblais de dragage en mer et effets sur la moule bleue (*Mytilus edulis*) en élevage dans la baie des chaleurs. Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques n° 1746-24p.
- 18 BIANCHI M., MARTY D., BERTRAND J.C., CAUMETTE P., GAUTHIER M., 1989.- Micro-organismes dans les écosystèmes océaniques -Ed. Masson 1989 : 446p.
- 19 BOADEN P.J.S. et SEED R. (1985).- An introduction to coastal Ecology.- Ed. BLACKIE, 218 pages.
- 20 CAIRNS J. JR., 1968. Suspended solids standards for the protection of aquatic organisms. 22nd Purdue Indust. Waste Conf. *Purdue University Eng. Bull.* 129 (16-27).
- 21 CARTER R.W.G. 1988.- Coastal Environments : An introduction to the Physical, Ecological and Cultural systems of Coastlines.- ACADEMIC PRESS, 617 pages.
- 22 Catalogue des principales salissures marines.OCDE vol.1 à 5.
- 23 CELLULE DE LUTTE CONTRE LA POLLUTION DU SERVICE MARITIME ET DE NAVIGATION DE NANTES, 1985.- Suivi du dragage du port de la Gravette (Loire Atlantique) et ses conséquences pour l'environnement.- Rapport provisoire : 6 p.
- 24 CHEN K.Y., GUPTA S.K., SYCIP A.Z. *et al.*, 1976. Research study on the effects of dispersion, settling and resedimentation on migration of chemical constituents during open water disposal dredged materials. Final report. US Army Corps Eng. : 221 p.
- 25 CHMURA G.L., ROSS N.W., 1978. The environmental impacts of Marinas and their boats. University of Rhode Islands. Marine advisory Service, Marine memorandum 45 (P-675), Narraganset, 32 pages.
- 26 CLARK J.C., FINELY J.S., GIBSON G.C., 1974. Acute effects of outboard motor effluents on two marine shellfish. *Environmental Science and Technology.* 8 (12) : 1009-1014.



- 27 CNEOX, 1982. Pollution du littoral français par les macrodéchets - 95p.
- 28 COLLINSON R.I. and C.P. REES, 1978. Mussel mortality in the Gulf of La Spezia, Italy. *Mar. Pollut. Bull.* 9 : 99-101.
- 29 CRÉER AUJOURD'HUI UN PORT DE PLAISANCE EN FRANCE. 9 juin 1989 : Assemblée Nationale. Association Nationale des élus du littoral (ANEL): 57p.
- 30 CSEL, 1984. Rapport final du Comité Scientifique pour l'environnement de l'estuaire de la Loire. Publ. CNEOX. *Rapports Sci. et Techn.* n° 55 : 158 p.
- 31 DAVIS H.C. and H. HIDU, 1969. Effects of turbidity producing substances in sea water on eggs and larvae of three genera of bivalve mollusks. *Veliger* 11(4) : pp.316-360.
- 32 DAVIS H.C., 1960. Effects of turbidity producing materials in sea water on eggs and larvae of the clam *Venus (mercenaria) mercenaria*. *Biol. Bull.* 118 : pp.48-54.
- 33 DELATTRE J.M., 1988.- Dragages et Microbiologie des Vases portuaires.- Service E/E. Institut Pasteur Lille.- Rapport Journées des Cellules Pollutions Marines, Les Sables d'Olonne 26, 27 et 28 avril 1988.
- 34 DER HAFEN-EINE OKOLOGISCHE HERAUSFORDERUNG, 1989. (The Harbour-An ecological challenge.) (Sept. 1989 : Hamburg). Umweltbehörde Hamburg, 1989 : 422p.
- 35 DRAPEAU A.J. et JANKOVIC s., 1977.- Manuel de Microbiologie de l'Environnement : O.M.S. Genève 1977.
- 36 ESTIENNE J., 1973.- Les Ports de plaisance et la Pollution.- *Le Moniteur des Travaux publics et du Bâtiment*, n° hors série :janvier 1973, Paris : 115-123.
- 37 BCEOM, 1987.- Etude d'impact Saint-Denis-d'Oléron, Charente-Maritime ;
- 38 BCEOM, 1988.- Etude d'impact Saint-Georges-de-Didonne.
- 39 H. LE BRIS et D. COIC, 1986.- Etude d'impact. Extension des infrastructures du port de Loctudy (Finistère) : janvier 1986 : 46p.
- 40 FAUST M.A., 1982.- Contribution of pleasure boats to fecal bacteria concentrations in the Rhode river estuary, Maryland U.S.A..- *The Science of the Total Environ*, 25 : 255-262.
- 41 FLEMER D.A., DOVEL W.L., PFITZENMEYER H.T. *et al.*, 1978. Biological effects of spoil disposal in Chesapeake Bay. *J. Sanit. Eng. Div. Proc. Am. Soc. Civ. Eng.* S4 : pp.683-706.
- 42 GERBA G.P. and MAC LEOD, 1976.- Effects of Sediments on the survival of E. coli in marine waters.- *Appl. Environ. Microbiol.* 32 (1) : 114-120.
- 43 GRACEY J., 1988. Mussels ruined in New-Brunswick. *Canadian Aquaculture*, Vol.4 N°1.
- 44 GRIMES D.J., 1975.- Release of sediment-bound fecal coliforms by dredging.- *Appl. Environ. Microbiol.* 29 (1) : 109-111.

- 45 GRIMES D.J., 1980.- Bacteriological water quality effects of hydraulically dredging, contaminated upper Mississippi river bottom sediment.- *Appl. Environ. Microbiol.*, vol.39 n°4 : 782-789.
- 46 D.P.M.V.M., 1979.- Guide de l'environnement pour les travaux maritimes I-Direct. des ports et de la navigation maritime notice SCT. PM n° 79-8 : oct. 79.
- 47 GUILLAUD J.F., 1988.-Programme Rejets urbains en Mer.- Etat d'avancement des études sur le site de Morlaix, IFREMER/Direction de l'environnement et de la recherche océanique - Environnement littoral.
- 48 HARDY, 1970.- La pollution des eaux par l'habitat flottant, notamment par les navires de plaisance. Association Nationale pour la Protection des Eaux.- Journées d'études des 25, 26 et 27 novembre 1970.
- 49 HERAL M., RAZET D., PROU J., AUGEREAU M., 1990. Estimation de la variabilité de production de feces et pseudofeces et des temps de transit de la nourriture particulière chez l'huître *Crassostrea gigas* soumise à des conditions estuariennes (soumis à *Haliotis*).
- 50 HORIGUCHI Y. and M. MAEGAWA, 1978. Studies on marine environments and mariculture resources in the waters around Zaga-shima (Ago-Bay). III. Effects of dredging works upon growth and mortality of operated pearl oyster and quality of pearl. *Rep. Fish. Res. Lab. Mie Univ.* 1 : 31-38.
- 51 INGLE R.M., 1952. Studies on the effects of dredging operations on fish and shellfish. Tech. Ser. n°5. State of Florida. Board of Conservation. Tallahassee Fla.
- 52 INSTITUT PASTEUR LILLE/U.S.T. LILLE, 1986.- Les ports de Boulogne-sur-Mer et de Calais.- Etude physico-chimique et bactériologique, nov. 1986.
- 53 JACKIVICZ JR. T.P. et KUZMINSKI L.N., 1973.- A review of outboard motor effects on the aquatic environment.- *J. Water Pollut. Cont. Fed.*, 45, 8 p. 1759-1770.
- 54 JEUDY DE GRISSAC A., 1979.- Impact des aménagements littoraux. Installations portuaires, plages artificielles, quelques exemples provençaux.-Rapport CNEOX.
- 55 JEUDY DE GRISSAC A., 1984.- Effets des herbiers à *Posidonia oceanica* sur la dynamique marine et la sédimentologie littorale. Intern. workshop *Posidonia oceanica* Beds, BOUDOURESQUE C.F., JEUDY DE GRISSAC A. et OLIVIER J. Ed. GIS Posidonie publ. : p.437-443.
- 56 KEMP H.A., 1949. Soil pollution in the Potomac River Basin. *J. Am. Water Works Assoc.* 41 : pp.792-796. U.S. Army Corps Engineers, W.E.S. Vicksburg. Miss : 221 p.
- 57 BCEOM, 1988.- L'ÉTUDE D'IMPACT DES PORTS DE PLAISANCE. Secr. Etat... chargé de l'Environnement, Atelier central de l'environnement, (P. Michel) : 112p.
- 58 LE BRIS H., 1989.- Aménagement de l'anse du port La Forêt (Sud Finistère). Impact biologique ; contrat Geolitt/Ecosystem UBO Brest : 16 p. plus annexes.

- 59 LE GUYADER F., 1988.- Etude de l'implantation d'une souche d'E. coli dans le sédiment littoral.- Contrat IFREMER n°887 24 27, mai 1988.
- 60 LE GUYADER F., 1989.- Colonisation bactérienne et implantation de E. coli dans le sédiment d'origine littorale.- Thèse de Doctorat, Université de Rennes I : 136p.
- 61 LONG E.R., BUCHMANN M.F., BAY S.M., BRETELER R.J., CARR R.S., CHAPMAN P.M., HOSE J.E., LISSNER A.L., SCOTT J., WOLFE D.A., 1987. - Comparative evaluation of five toxicity tests with sediments from San Francisco bay and Tomales bay, California.
- 62 LOOSANOFF V.L. and F.D. TOMMERS, 1948. Effect of suspended silt and other substances on rate of feeding of oysters. *Science* 107 : pp.69-70.
- 63 LUNZ G.R. JR., 1938. Part 1 Oyster culture with reference to dredging operations in South Carolina. Report to U.S. Army Engineer district. Charleston S.C.
- 64 MACKIN J.G., 1956. Studies on the effects of suspension of mud in sea water on oysters. Report n°19. Texas A & M. Research foundation project 23.. College station texas.
- 65 MAURER D., BIGGS R., LEATHEM W. et al., 1974. Effect of spoil disposal on benthic communities near the mouth of Delaware Bay. Special report. College of Marine Studies. University of Delaware Newark Delaware : 231 p.
- 66 MAUVAIS J.L., 1981.- Impact des aménagements sur le littoral et outils actuels de prévision.- Troisièmes assises internationales de l'environnement, ministère de l'Environnement. La Documentation Française, vol.3 : 139-147.
- 67 MAUVAIS J.L., 1989.- Ports de plaisance.- Conséquences sur le milieu marin-outils de prévision.-EQUINOXE n° 30, 8-13, 16 p.-tableaux.
- 68 MEINESZ A. et LEFEVRE J.R., 1978.- Destruction de l'étage infralittoral des Alpes Maritimes (France) et de Monaco par les restructurations du rivage. *Bull. Ecol.* 9 (3) : 259-276.
- 69 MEINESZ A., ASTIER J.M., BODOY A., CRISTIANI G., LEFEVRE J.R., 1982.- Impact de l'aménagement du domaine maritime sur l'étage infralittoral des Bouches du Rhône (France-Méditerranée occidentale) *Vie et Milieu* 32 (2) : 115-124.
- 70 MEINESZ A., ASTIER J.M., LEFEVRE J.R., 1981.- Impact de l'aménagement du domaine maritime sur l'étage infralittoral du Var (France, Méditerranée occidentale). *Ann. Inst. Océanog.* Paris 57 (2) : 65-67.
- 71 MEINESZ A., ASTIER J.M., BODDY A. et al., 1982. Impact de l'aménagement du domaine maritime sur l'étage infralittoral des Bouches du Rhône (France-Méditerranée occidentale).*Vie et Milieu* 32(2) : pp.115-124.
- 72 MELZIAN B.D., 1989. - Toxicity assessment of dredged materials : acute and chronic toxicity as determined by bioassays and bioaccumulation tests. Actes de Séminaire International sur les aspects environnementaux liés aux activités de dragage - Nantes, 27 novembre - 1er décembre 1989.

- 73 MICHEL P., 1988.- Les ports de plaisance et l'environnement.- Informations et Documents BCEOM, avril 1988, n°52.
- 74 MONBET Y., 1981. Saint-Quay-Portrieux - Projet de création d'un port en eau profonde - Etude écologique préalable - Rapport CNEXO/COB/ELGMM : 25p + annexes.
- 75 MONBET Y. et P. LE HIR, 1986. - Port de Lorient - Approfondissement des accès - Etude d'impact sur l'Environnement - Rapport IFREMER/DERO/EL/86- 03-EL : 55p.
- 76 MONBET Y. et J.P. DELPECH, 1988. Remblaiement de la zone du terminal de la liaison TRANSMANCHE. Effets des dragages et des rejets d'eaux d'exhaure issus des remblais sur la flore, la faune marines et les activités halieutiques. Rapport IFREMER/DERO-EL/DRV Boulogne : 94 p + annexe.
- 77 MONBET Y. et J.Y. CRÉZÉ, 1975. Incidences écologiques de la construction du terminal d'Antifer et incidences sur la pêche maritime. Rapport CNEXO/UL : 189p.
- 78 MONBET Y., 1980. Terminal d'Antifer. Evolution des peuplements benthiques. Rapport CNEXO/UL : 114p.
- 79 MORGAN R.P., RASIN V.J. and L.A. NOE, 1973. Effects of suspended sediment on the development of eggs and larvae of striped bass and white perch. Special report n°110. Univ. Maryland. College Park Md.
- 80 MORTON J.W., 1976. Ecological impacts of dredging and dredge spoil disposal. A literature review. M.S. Thesis. Cornell University ITHACA. NY. : 112p.
- 81 MUSCATINE L. and E. CERNICHIARI, 1969. Assimilation of photosynthetic products of zooxanthellae by a coral reef. *Biol. Bull.* 137 : pp.506-523.
- 82 NELSON-SMITH A. (1972).- Oil Pollution and Marine Ecology.- Ed. by ELEK SCIENCE LONDON, 260 pages
- 83 PASTOROK R.A. & BECKER S., 1989. - Comparative sensitivity of bioassays for assessing sediment toxicity in Puget Sound.
- 84 PEDDICORD R.K., 1976. Effects of substratum on growth of the bivalve *Rangia cuneata*. *Mar. biol.* 39 : pp.351-360.
- 85 PEDDICORD R.K., MC FARLAND V.A., BELFIORI D.P. and BYRD T.E., 1975. Dredge disposal study. San Francisco Bay and Estuary. Physical impact. Effects of suspended solids on San Francisco Bay organisms. US Army engineer District. S.F. Calif.
- 86 PERES J.M., 1976.- Précis d'océanographie biologique.- PUF, 246 pages.
- 87 PICARD J. et BOURCIER M., 1975.- Evolution sous influences humaines des peuplements benthiques des parages de La Ciotat entre 1954 et 1972. *Téthys* 7 (2-3) : p.213-222.
- 88 PICARD J., 1978. Impact sur le benthos marin de quelques grands types de nuisances liées à l'évolution des complexes urbains et industriels de la province occidentale. *Oceanis*, Vol.4, fasc.3 : pp.214-251.

- 89 POMMEPUY M., GUILLAUD J.F., LE GUYADER F., DUPRAY E. et CORMIER M., 1989.- Le devenir de la charge bactériologique des sédiments dragués.- International Seminar on the Environmental Aspects of Dredging Activities, Nantes (France), nov. 27, déc. 1, 1989.
- 90 POMMEPUY M., LE HIR P., CORMIER M. et BASSOULET P., 1986.- Etude de la dispersion des rejets en rade de Brest.- Relations bactéries particules.- Contamination Microbiologiques et Protection des Zones Littorales.- *Revue Techniques-Sciences-Méthodes/Génie urbain-Génie rural*.- A.G.H.T.M., novembre 1986 : 539-543.
- 91 PORCHER M., 1984.- Impact des mouillages forains sur les herbiers à *Posidonia oceanica*. Intern. workshop *Posidonia oceanica Beds*, BOUDOURESQUE C.F., JEUDY DE GRISSAC A. et OLIVIER J. Ed. GIS Posidonie publ. : p.145-148.
- 92 Proceedings of the IAWPRC Conference, 1988. Water quality and Management for recreation and tourism (10-15 july 1988-Brisbane-Australia, 303p.).
- 93 RAILLARD O., 1990. Etudes des interactions entre les processus physiques et biologiques intervenant dans la production de l'huître *Crassostrea gigas* du bassin de Marennes-Oleron : essais de modélisation-Thèse d'université.
- 94 RITCHIE D.W., 1970. "Fish", L.E. CRONIN edit. gross physical and biological effects of overboard disposal in upper Chesapeake bay. Univ. Md. Nat. Res. Inst. Spec. Rept. n°3.
- 95 ROBBE D. 1989.- Les ports de plaisance : leurs équipements, leur gestion, résultats d'enquête. *Bull. liaison Labo. P. et Ch.* 160 : p.81-92.
- 96 ROBBE D., 1989.- Pollutions métalliques des sédiments des ports de plaisance.- *Bull. liaison Labo P et Ch.* 160 réf. 3375,p.93-111.
- 97 ROSENTHAL H., 1983. Coastal aquaculture and water quality in protected bays of Japan. ICES Mariculture committee, C.M. 1983/E:22.
- 98 ROSS N.W., 1989 Marinas... it's time to become environmentally aggressive National Marine Research Conference.
- 99 SAILA S.B., PRATT S.G. et T.T. POLGAR, 1972. Dredge spoil dispersal in Rhode Island Sound. Marine technical Report n°2. University of Rhode Island. Providence : 48p.
- 100 SALOMON J.C., 1989. Modèles mathématiques de transport et de dispersion. Acte du séminaire international sur les aspects environnementaux liés aux activités de dragage (143-155) (27 nov.-1er dec.)
- 101 SALVAT B., VERGONZANNE G., SALZIN R., RICHARD G., CHEVALIER J.P., RICHARD M., RENAUD-MORNAND J.,1979. Conséquences écologiques des activités d'une zone d'extraction du sable corallien dans le lagon de Moorea (île de la Société-Polynésie française). *Cahiers de l'Indo-Pacifique*, Vol.1(1) : pp.83-126.
- 102 SANDERS H.L., 1958. Benthic studies in BUZZARD Bay. I. Animal-sediment relationships. *Limnol. Oceanogr.* 3(3) : pp.245-258.

- 103 SCHUBEL J.R. and J.C.S. WANG, 1973. The effects of suspended sediment on the hatching success of *Perca flavescens* (yellow perch), *Morone americana* (white perch), *Morone saxatilis* (striped bass) and *Alosa pseudoharengus* eggs. Special report 30. Chesapeake Bay Institute. Johns Hopkins University. Baltimore Rd.
- 104 SHERK J.A., O'CONNOR J.M., NEUMANN D.A., PRINCE R.D. and K.V. WOOD, 1974. Effects of suspended and sedimented sediments on estuarine organisms. Chesapeake Biol. Lab. University of Maryland. Contrat. DAGW. 71.C.0003 : 67 p.
- 105 SLOTTA L.S., SOLLITE C.K., BELLA D.A. and al., 1973. Effects of hopper dredging and in channel spoiling in Coos Bay. Oregon School of Engineering and Oceanography. O.S.U. Corvallis Ore.
- 106 STANG P.M. et SELIGMAN P.F., 1986.- Distribution and fate of butyltin compounds in the sediment of San Diego Bay. Oceans'86, Conference Proceedings. Organotin Symposium, Washington 23-25 septembre 1986, 4 : 1256-1261.
- 107 STERN D.A. and W. GRANT, 1981. A laboratory investigation of heavy metals adsorption on dredge spoil. *Bull. Envir. Contam. toxicol.* 26 (2) : 213-218.
- 108 STONE R.L., PALMER R. and W.T. CHEN, 1974. A study of the effects of suspended particulate matter on some bottom dwelling invertebrates. Contrat n° DAC W 33-74-C-0101. US Army Engineer Division. New England. Boston. Mass.
- 109 SUTHERLAND A.J., OGLE D.G., 1975. Effect of jet boats on salmon eggs. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 9 (3) : 273-282.
- 110 THORSON G. (1971).- La vie dans la mer.- Ed.HACHETTE, 256 pages.
- 111 TROADEC J.P., ALZIEU C., 1986. "L'aménagement des zones côtières : problèmes et perspectives", 1986.- Rapp. PV Réunion. Conseil International d'Exploration de la Mer 186 : pp.5-17.
- 112 WILSON W., 1950. The effects of sedimentation due to dredging operation on oysters in Copans Bay. Texas. M.S. Thesis. Texas A & M. College Station. Texas.
- 113 WINDOM H.L., 1973. Processes responsible for water quality changes during pipeline dredging in Marine Environment, WODA V.
- 114 WRIGHT D.G., 1982.-A discussion paper on the effects of explosives on fish and marine mammals in the waters of the Northwest territories. Can. Techn. Report of Fish and Aquatic Sciences n° 1052 : 16 pages.
- 115 YAMAMOTO K., 1986. The effects of suspended particles on reef building corals. Proc. MAB-ECOMAR Regional Workshop on Coral reef Ecosystems. Their management practices and research/Training needs. Bogor 4-7 March 86.

## GLOSSAIRE

**ADSORBÉ** Propriété d'un polluant de se fixer de manière réversible sur le matériel particulaire.

**ALGUE PHOTOPHILE** Algue qui recherche la lumière.

**ANODES SACRIFICIELLES** Plaques métalliques en zinc fixées sur la carène des navires qui en se dissolvant dans l'eau de mer empêchent les phénomènes de corrosion des parties métalliques immergées.

**ANOXIE** Absence d'oxygène résultant d'une consommation chimique ou biologique.

**BENTHOS** Ensemble des organismes aquatiques vivant en étroite relation avec le fond.

**BIOMASSE** Quantité totale de matière vivante des organismes présents dans un milieu à un instant donné.

**BIVALVES** Classe de mollusques caractérisés par la présence d'une coquille calcaire composée de deux pièces généralement articulées, d'un corps où de la partie céphalique n'est pas différenciée (acéphales) et qui est pourvu de quatre branchies lamelleuses (lamellibranches) et d'un pied en forme de hache (pélicypodes). Ex. : huîtres, moules.

**BLOOM** Floraison de plancton végétal.

**BOUCHON VASEUX** Dans un estuaire, zone à concentration élevée de matières en suspension.

**COEFFICIENT DE MAREE** Rapport, en un lieu donné, du marnage au marnage moyen en vive eau moyenne d'équinoxe. Ce nombre, exprimé en centièmes, est appliqué aux marées des Côtes de France. Il permet une prédiction approximative des hauteurs de pleines et basses mers.

**COUCHE EUPHOTIQUE** qualifie la couche superficielle des océans dans laquelle l'intensité de la lumière solaire permet la photosynthèse.

**DIATOMÉES** Classe d'algues unicellulaire à squelette externe siliceux : leur taille varie entre 20 et 400 microns. Les diatomées contiennent environ 5 000 espèces.

**DINOFLAGELLÉS** Classe de végétaux unicellulaires caractérisés par la présence de deux flagelles.

**DOMAINE BENTHIQUE** ou de fond

**DOMAINE PELAGIQUE** ou de pleine eau

**ECOSYSTEME** Unité d'organisation biologique composée de tous les organismes dans une aire donnée et présentant des interactions entre eux et avec le milieu physique avec pour résultat l'existence d'un flux d'énergie conduisant à une structure biologique caractéristique et à des cycles de matière.

**ECOTOXICOLOGIE** Discipline scientifique étudiant les effets des polluants sur les organismes vivants et les écosystèmes.

**EFFETS LÉTAUX** Effets entraînant la mort des organismes vivants.

**ESPECES VAGILES** Espèces mobiles.

**ESPECES SESSILES** Espèces fixées.

**ESTRAN** Zone intertidale. Partie du littoral alternativement couverte et découverte par la mer.

**EUTROPHISATION** Phénomène caractérisé par une multiplication de végétaux dont la décomposition diminue la teneur en oxygène des eaux profondes. Il résulte d'un excès de sels nutritifs comme les nitrates et les phosphates, ou de matière organique.

$\mu\text{g/l}$  microgramme par litre. 1 millionième de gramme par litre.

**FLOT** Courant causé par la marée montante.

**INFRALITTORAL** Domaine exondé aux marées d'équinoxe.

**INTERTIDAL** Espace côtier entre les limites extrêmes de la marée.

**JUSANT** Courant causé par la marée descendante.

**MARNAGE** Différence des hauteurs d'eau d'une pleine mer et d'une basse mer successive.

**MUTAGENE** Propriété d'une substance capable de modifier les caractères héréditaires d'un être vivant.

**NECTON** Partie du plancton constituée d'animaux de grande taille.

$\text{ng/l}$  nanogramme par litre. 1 milliardième de gramme par litre.

**ORGANOSTANNIQUES** Dérivés organiques de l'étain.

**PEINTURES ANTISALISSURES** Peinture de finition des carènes qui en diffusant des substances toxiques empêche la fixation des organismes vivants constituant les salissures biologiques.

**PHOTOSYNTHESE** Processus biochimique par lequel les végétaux chlorophylliens élaborent les substances organiques à partir de composés minéraux simples (gaz carbonique, nitrates, phosphates et sels ammoniacaux).



**PHYTOPLANCTON** Ensemble des organismes du plancton appartenant au règne végétal.

**PLANCTON** Ensemble des organismes, animaux et végétaux vivant en suspension dans la mer.

**PLOMB TETRAETHYLE** Composé organique du plomb utilisé dans les carburants pour ses propriétés antidétonantes.

**SALISSURES BIOLOGIQUES** Organismes vivants fixés sur les structures immergées.

**TAUX DE LIXIVIATION** Quantité de toxique libérée par jour et par unité de surface de carène par une peinture antisalissure (unité =  $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{j}$ ).

**ZOOPLANCTON** Ensemble des organismes du plancton appartenant au règne animal.



## ANNEXES

Annexe 1 - Contamination bactérienne des ports de plaisance dans les divers secteurs du littoral .....	93
Annexe 2 - Équipements des bateaux.....	110
Annexe 3 - Le stockage des bateaux à terre .....	113
Annexe 4 - Normes de qualité des eaux de baignade en mer .....	115
Annexe 5 - Réglementation sanitaire relative aux ports de plaisance Conditions d'application .....	116
Annexe 6 - Schéma relatif à la réglementation en matière d'aménagement et d'urbanisme .....	119
Annexe 7 - Équipements sanitaires des ports de plaisance.....	127
Annexe 8 - Méthodologie portant sur le prélèvement et l'analyse des déblais de dragage. Circulaire interministérielle .....	133
Annexe 9 - Projet de lignes directives. Commission d'Oslo sur la gestion des activités de dragage .....	139
Annexe 10 - Impact des ports de plaisance sur les frayères et les nourriceries.....	157



## **ANNEXE 1**

### **CONTAMINATION BACTÉRIENNE DES PORTS DE PLAISANCE DANS LES DIVERS SECTEURS DU LITTORAL.**

Il n'existe pas, pour les ports de plaisance, des contrôles systématiques de qualité des eaux comme il en existe pour les plages. Quand il y a des contrôles, ceux ci sont réalisés par les "Cellules Qualité des Eaux Littorales". La situation est donc très différente d'un département à l'autre suivant que des financements sont mis en place ou pas.

Par ailleurs le contrôle de la masse d'eau est délicat : tout contrôle est très aléatoire et nécessite un échantillonnage fréquent ; en baie de New York, par exemple, les contrôles de la masse d'eau ont montré que, moins d'une heure après des rejets importants par barge, l'eau retrouvait sa qualité initiale.

Seuls des prélèvements répétitifs et nombreux permettraient d'établir un diagnostic digne de foi. Les résultats suivants sont donc donnés à titre indicatif. Toute interprétation abusive pourrait être dangereuse et fautive. Le lecteur intéressé par une analyse plus poussée est invité à prendre contact avec la "Cellule Qualité des Eaux Littorales" qui a réalisé les analyses ou dans certains cas les laboratoires IFREMER. Ceux-ci donneront les renseignements complémentaires indispensables à une bonne interprétation.

PORT	NOMBRE DE POSTES D'AMARRAGE	APPORTS EXTERIEURS	CONTROLES	REMARQUE
BOULOGNE-SUR-MER	130	rivière la Liane (40 %) émission urbaine (60 %)	contrôles IFREMER 2 points juillet à octobre 1989 pollution élevée 40.000 à 140.000 CF/100 ml	port en estuaire 20% des bateaux habités, en été pollution élevée avec forte salinité (vraisemblablement pollution locale)
SAINT-VALERY SUR SOMME	300	rivière la Somme	contrôles IFREMER contôle le plus élevé 1400 CF/100 ml	port en zone estuarienne salinités basses traduisant une grande influence de la Somme
CARENTAN	270		bons résultats	situé au fond d'un long chenal d'accès a surtout une activité d'hivernage
SAINT-VAAST-LA HOUGUE	674	rejets agricoles principalement + quelques rejets urbains	pointes de contamination 1400 CF/100 ml	pointes de contamination correspondant à des baisses sensibles de salinité (influence des eaux fluviales contaminées)
BARNEVILLE-CARTERET	86	écoulements urbains et fluviaux rejoignant le port	pointes de contamination 4600 CF/100 ml	port implanté en fond de baie baie pointes de contamination associées à des dessalures
GRANVILLE	1000	rejets diffus domestiques et agricoles	pointes de contamination fécale	agglomération partiellement desservie par réseau d'assainissement
SAINT-MALO Bas Sablons  Bassin Vauban	700  400	rejets pluviaux et urbains (émissaire du Routhouan)	contamination la plus élevée en septembre 4600 CF/100 ml maximum 1400 CF/100 ml en août	
DINARD (Prieuré)	480		faible contamination	forts courants de marée favorisant la dispersion des éléments polluants

FINISTERE : Enquête spéciale couvrant périodes estivales 1985-1988  
 Information : danger utiliser eau de mer des ports pour vaisselle ou toilette  
 Opposition à toute zone supplémentaire de mouillage en zone conchylicole

PLOUGASNOU	480		mauvaise qualité momentanée	
ROSCOFF	250		“ “ “	
BREST ST-ANNE	113	rejets urbains	“ “ “	
BREST MOULIN-BLANC	1200	rejets urbains	“ “ “	
CAMARET	230		“ “ “	
DOUARNENEZ Rosmeur	106		“ “ “	
PORT -LA-FORET	770		“ “ “	étude complémentaire IFREMER : dépassement assez fréquent des valeurs guides liées à la seule activité de plaisance
CONCARNEAU	360	rejets urbains	Mauvaise qualité momentanée	
MORLAIX	160	rejets urbains	mauvaise qualité	
DOUARNENEZ Tréboul	419	“	“ “	
AUDIERNE	84	“	“ “	
AUTRES PORTS DU FINISTERE : qualité moyenne ou bonne. Locquirec (360), Térénez (150), Saint Pol (50), Brignogan (121), Le Conquet (301), Le Relecq-Kerhuon (220), Crozon (550), Esquibien (128), Combrit (570), Bénodet (400)				

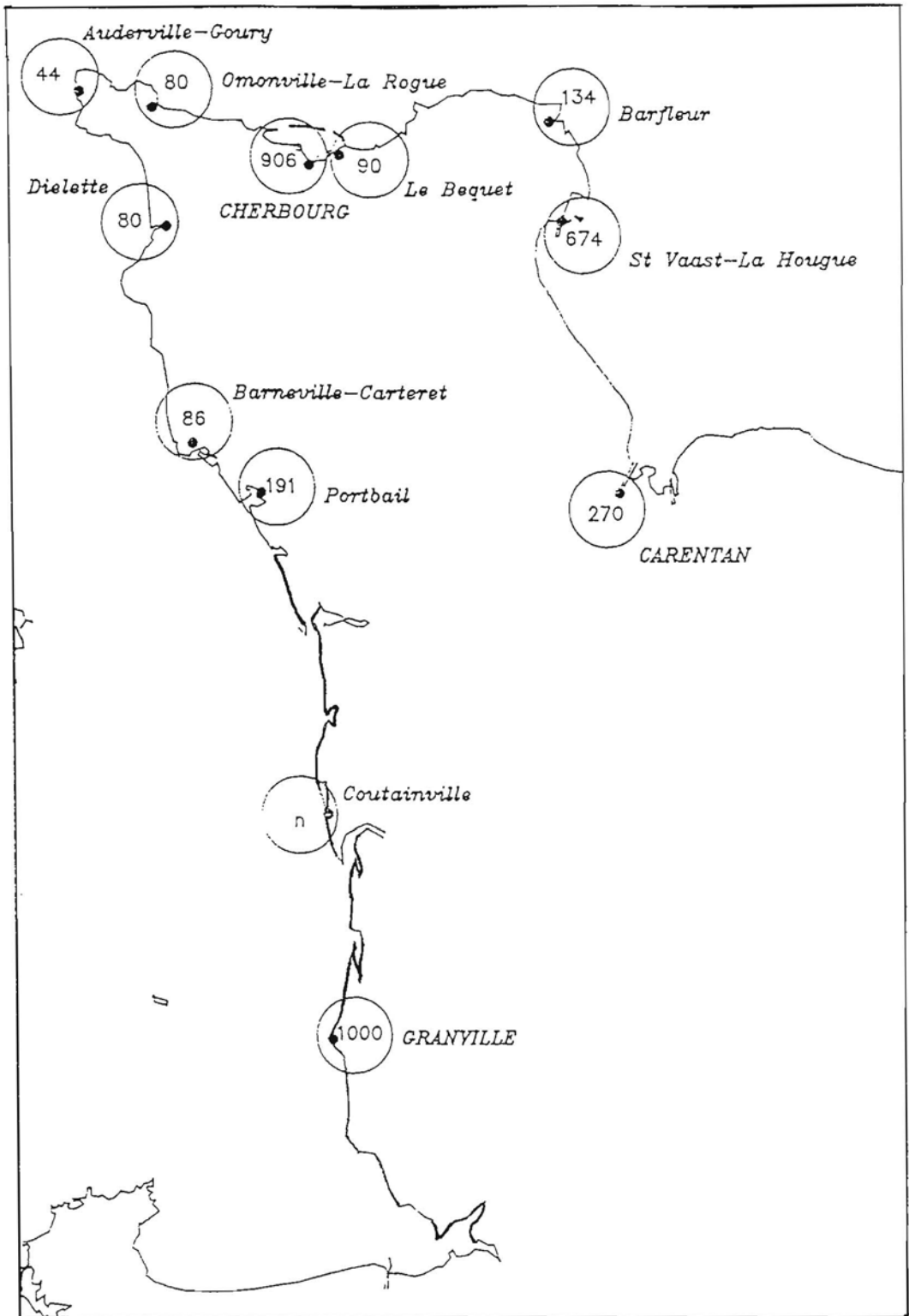
LA TRINITE s/MER	900	1989 pas de renouvellement dû aux conditions climatiques	Contrôles IFREMER analyses d'eau et de coquillages : résultats satisfaisants	habitat à bord des navires peu pratiqué
GOLFE DU MORBIHAN	2400 recensés # 2400 mouillages "sauvages"	eaux fluviales rejets urbains	Contrôles IFREMER résultats très bons sauf quelques pointes de contamination en période hivernale	la plaisance ne semble pas responsable des élévations momentanées de contamination des eaux et des coquillages
PIRIAC	430		Qualité de l'eau satisfaisante dans l'ensemble	taux de matières en suspension assez élevé en Avril et Juillet 1989
LA TURBALLE	325		maximum 430 CF/100 ml	port de pêche voisin pollué par rejets de criée, déchets de poisson
LE CROISIC	240	influence probable de quelques rejets urbains	maxi 460 CF/100 ml	
LA PLAINE s/MER (la Gravette)	200		bons résultats	
L'HERBAUDIÈRE	492	ruisseau	pointe de contamination 1100 CF/100 ml	Vendée
PORT JOINVILLE (Ile d'Yeu)	138	port plaisance communiqué avec bassins de commerce et de pêche	maxi 240 CF/100 ml	dans certaines conditions météorologiques apports de station d'épuration et d'usine de conserves
SAINT-GILLES-CROIX-DE-VIE	750	émissaire dans le port	pics de contamination fréquents maxi : 20.000 CF/100 ml	fortes précipitations observées lors des pics de contamination
SABLES D'OLONNE	850	bassin de chasse en amont du port affecté par rejets non assainis + ruisseau de la Maisonnette	contamination permanente maxi : 75000/100 ml	le rejet de la station d'épuration rejoint le port de plaisance (situation en voie d'amélioration)



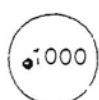
BOURGENAY (Talmont- Saint Hilaire)	500	Le trop plein d'un bassin intérieur comportant une basse nautique et environné de quelques habitations et communes, peut s'y déverser lors de fortes précipitations	bonne qualité contamination momentanée en aout 85 et 86	Sur l'ensemble du littoral Vendéen les rejets polluants (émissaires, rejet de station d'épuration, apports agricoles, eaux de ruissellement) sont à l'origine d'un impact sur la qualité des eaux beaucoup plus important que celui de l'activité nautique de plaisance.
MARENNES	100		contrôles IFREMER fin juillet-nov 89 quelques pics de pollution 4800 CF/100 ml contrôles IFREMER fin juillet-mai 89	en amont du chenal ostréicole bien abrité. C'est surtout un port d'hivernage pas de dessalure observées donc pics dus à fréquentation estivale
BOYARDVILLE	200		contrôles IFREMER fin juillet-nov 89 petits pics de contamination 480 CF/100 ml	en dérivation du chenal de Boyardville Influences de l'activité nautique sur la qualité des eaux: faible
BOURCEFRANC (chapus)	200		très faible contamination	
ST-GEORGES- D'OLERON	300	chenal reçoit eaux usées agglomération	en août 1989 niveau élevé de contamination	
ST-DENIS- D'OLERON	670		bonne qualité	
ROYAN	650	rejets urbains	dépassement de normes	
ST-GEORGES- de-DIDONNE		rejets urbains	pics de pollution maximum 11000 CF/100 ml	

ARCACHON	2000		85 à 100 % résultats inférieurs aux membres guides CT et ST Quelques pointes de CF	fortes précipitations phénomènes d'eutrophisation en été
LA HUME	243	canal de Cazaux et de Ciaste Nazer	qualité moyenne	qualité en voie d'amélioration
TEICH	150	Eyre + Teich	pollution bactérienne	
AUDENGE	95	ruisseau d'Aigues-Mortes	bons résultats	
CASSY	208	ruisseau de Cassy	assez bonne qualité	
FONTAINEVIEILLE	180		qualité satisfaisante	
BETÉY (Andernos)	180	ruisseau du Betey	qualité "moyenne"	la qualité des eaux portuaires s'est néanmoins améliorée depuis la mise en place progressivement du réseau commun d'assainissement, à partir de 1981
LA VIGNE	200		bonne qualité	dans le bassin d'Arcachon la qualité des eaux des ports de plaisance est souvent influencée par la présence d'exutoires naturels qui drainent des pollutions d'origine domestique : seuls Arcachon et La Vigne en sont exempts.

				En Languedoc-Roussillon résultats satisfaisants en été pour la Grande Motte, Carnon, Valras plage, Marsillan, Pérois, Bouzigues. mais prélèvements peu nombreux
PORT CAMARGUE	4500		fréquence de mauvais résultats assez élevée en été en voie d'amélioration	
FRONTIGNAN	640		contamination peu élevée	
SETE	1240		“	
PORT-AMBONNE			contamination élevée en juillet-août	
				Côte d'Azur Pollution fréquente Cannes-Vieux-Port, Cannes-Canto, Antibes, Nice, Beaulieu. Une partie des pollutions pourrait être due à des précipitations.

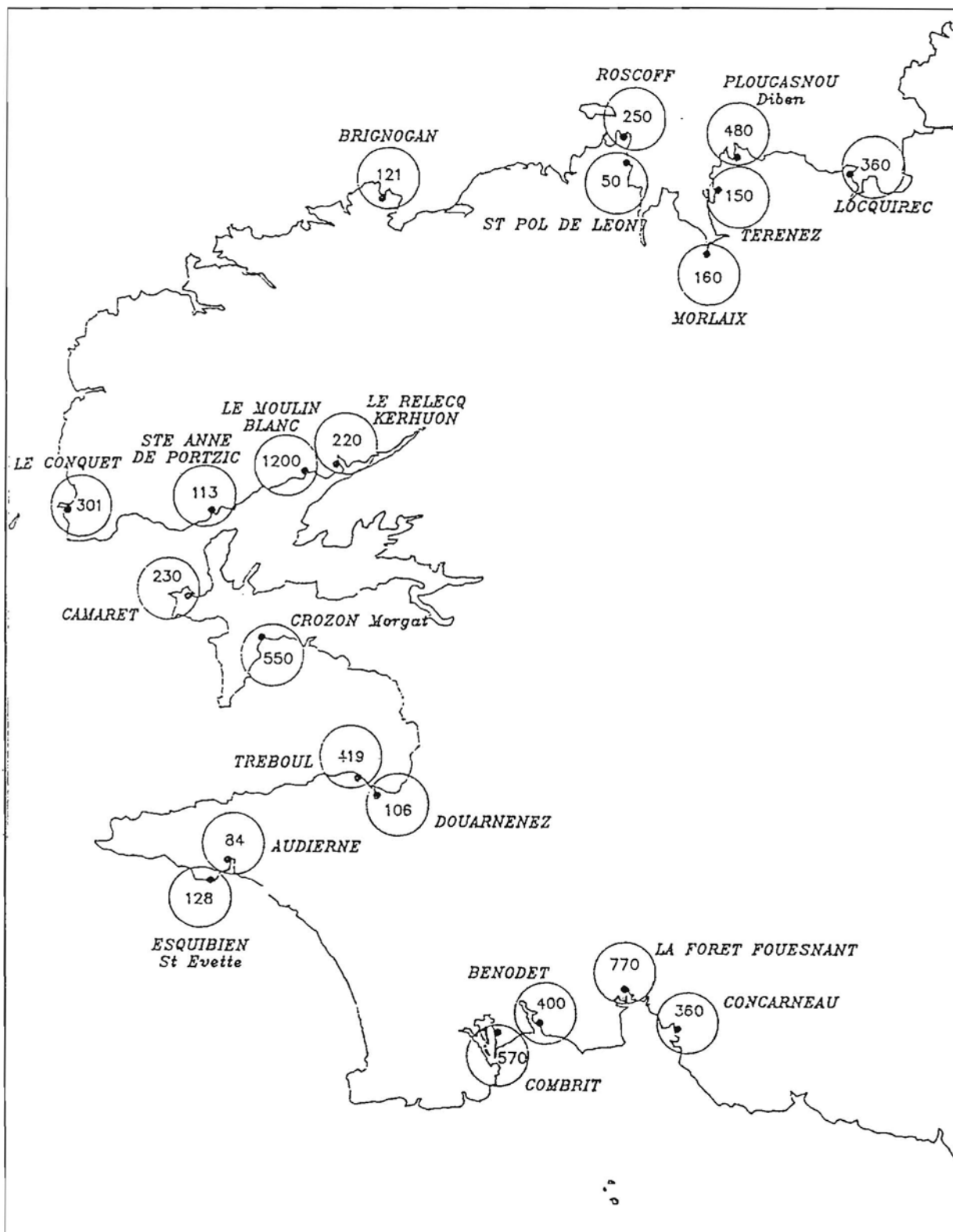


MANCHE - Ports de plaisance



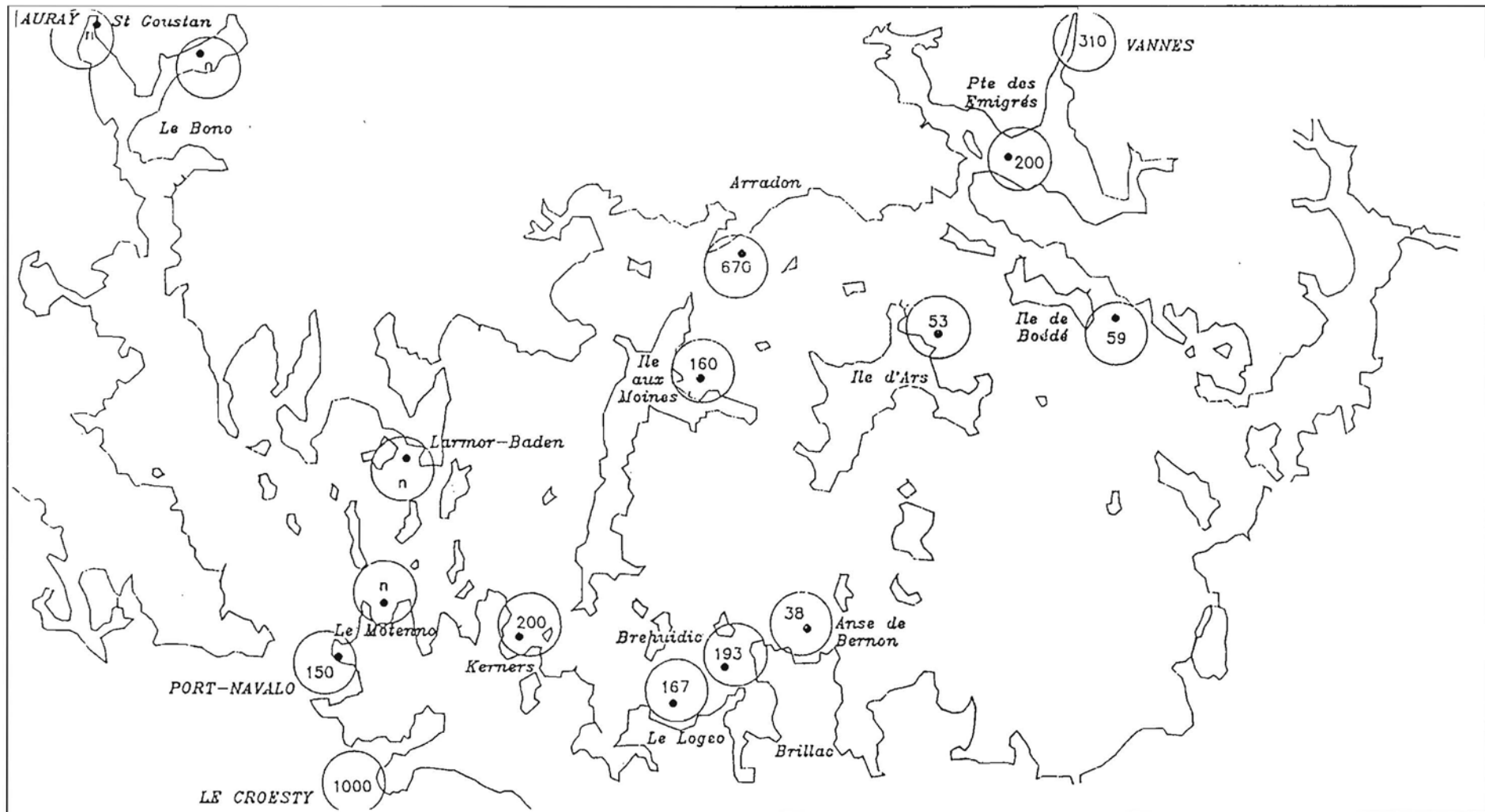
GRANVILLE

Nombre de postes d'amarrage ou de mouillage (n = non chiffré)



FINISTÈRE - Ports de plaisance


 CONCARNEAU  
 Nombre de postes d'amarrage ou de mouillage

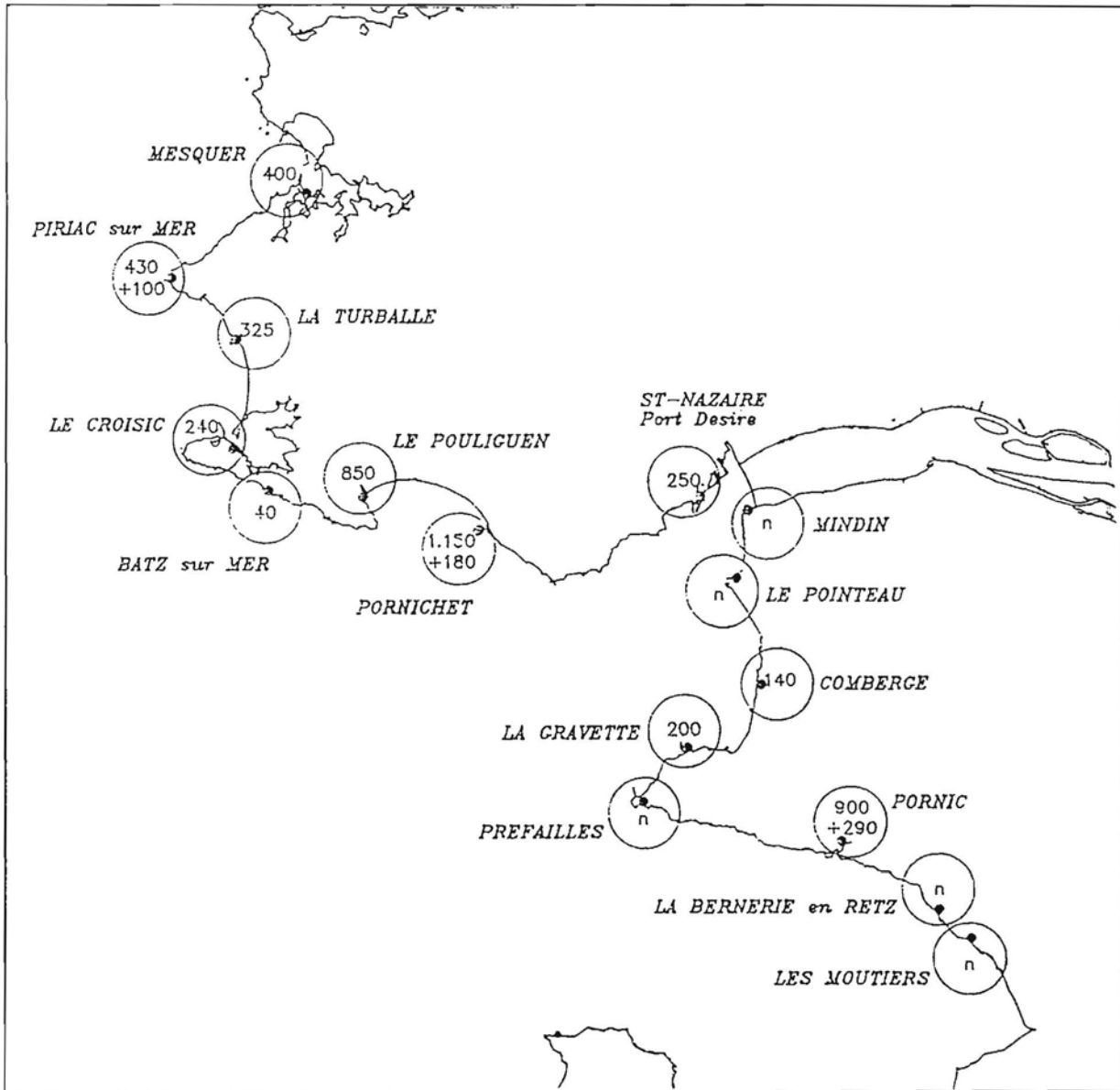


RIVIÈRE D'AURAY ET GOLFE DU MORBIHAN - Principaux mouillages organisés et ports de plaisance



PORT-NAVALO

Nombre de postes d'amarrage ou de mouillage (n = non chiffré)

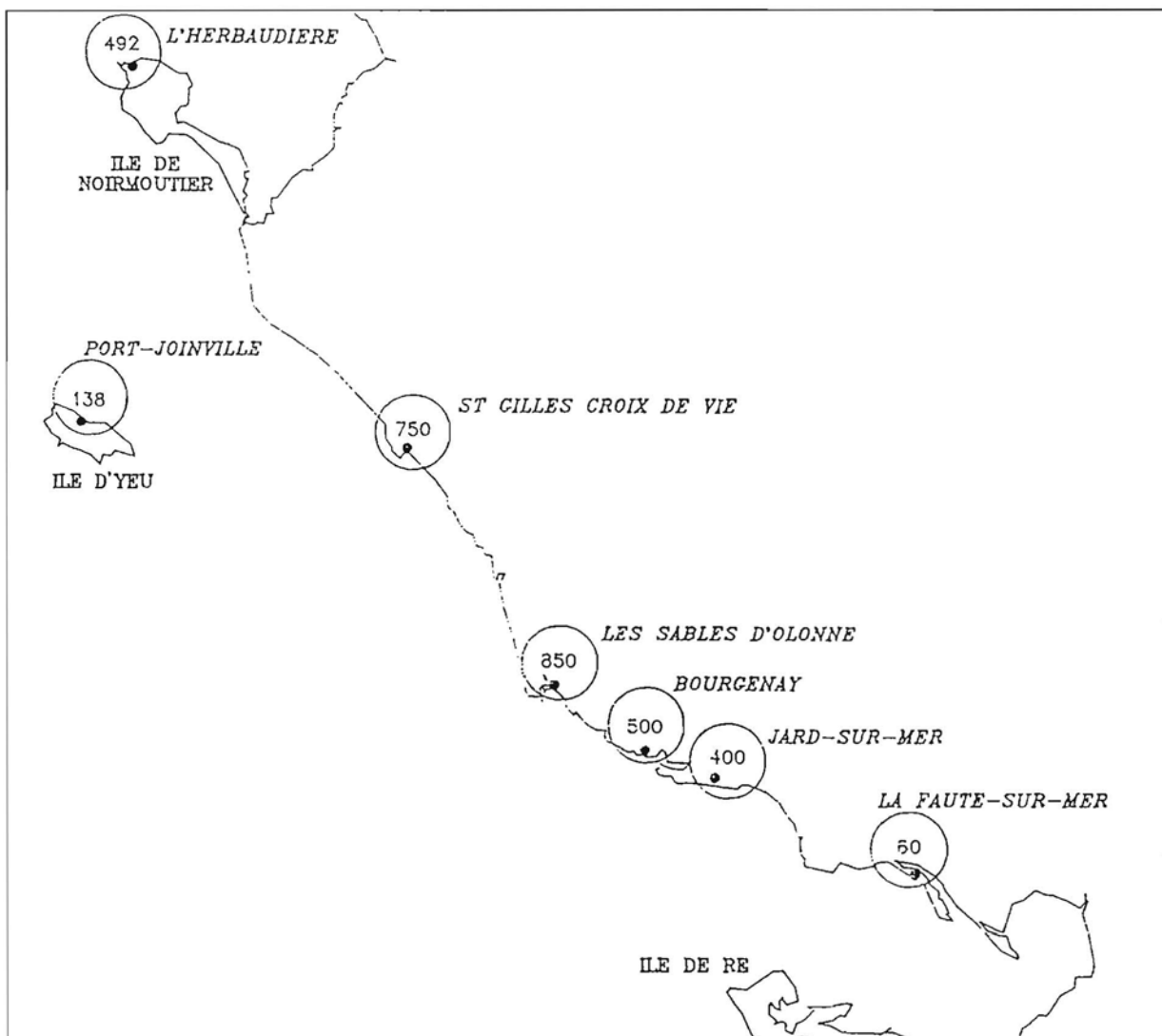


### LOIRE ATLANTIQUE - Ports de plaisance



LA TURBALLE

Nombre de postes d'amarrage ou de mouillage (n = non chiffré)



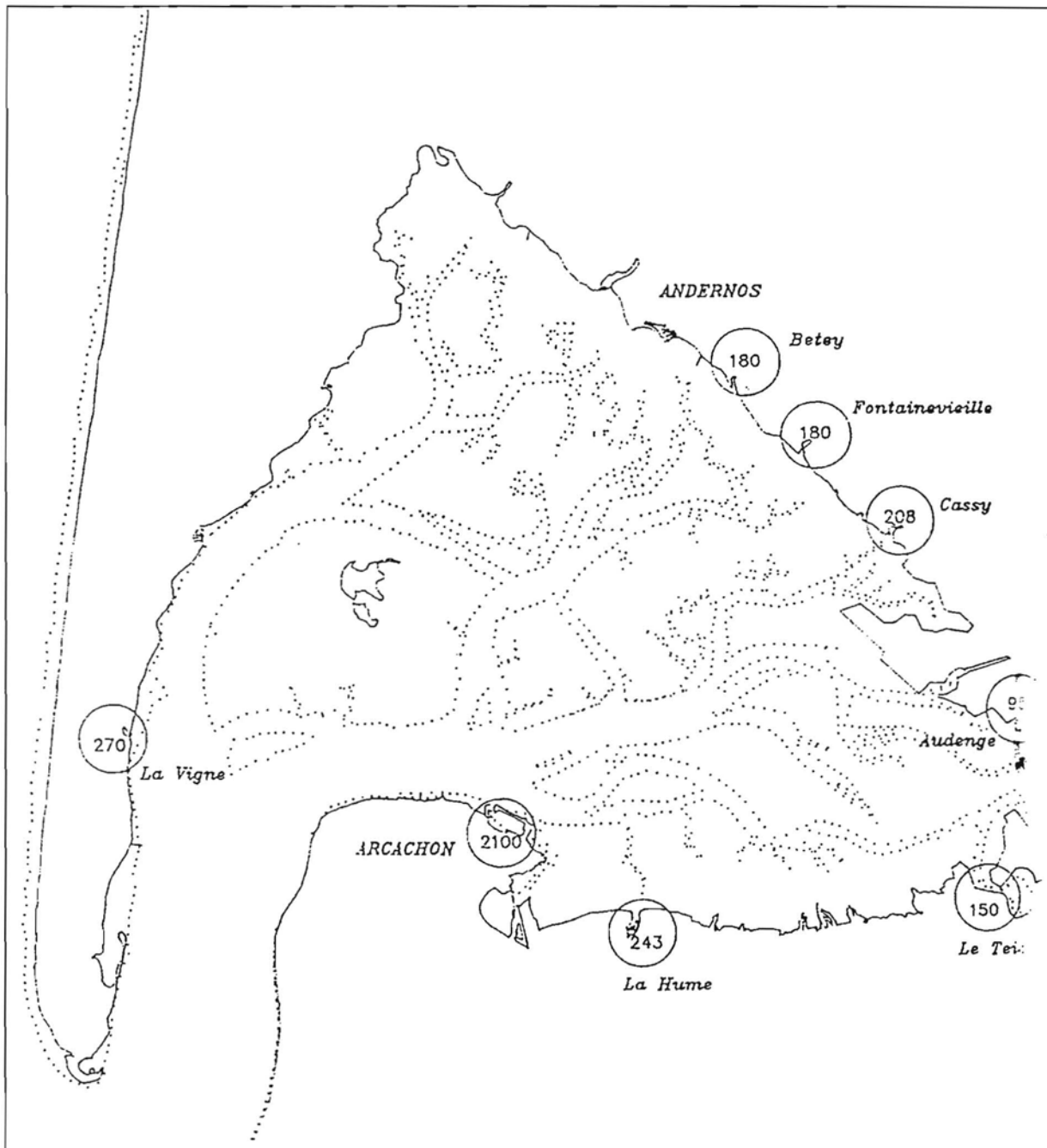
VENDÉE - Ports de plaisance



ST GILLES CROIX DE VIE

Nombre de postes d'amarrage ou de mouillage



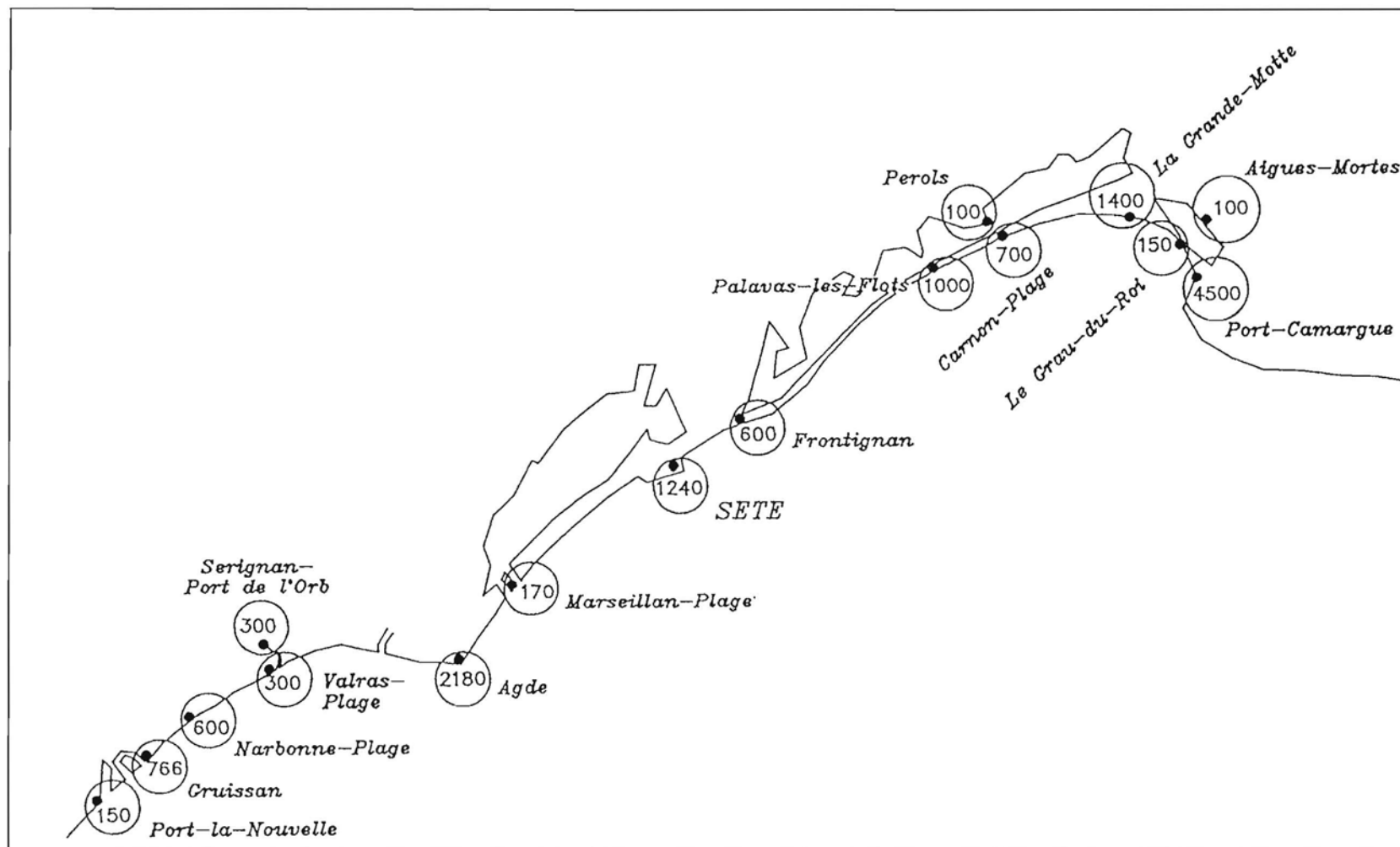


BASSIN D'ARCACHON - Ports de plaisance



ARCACHON

Nombre de postes d'amarrage ou de mouillage

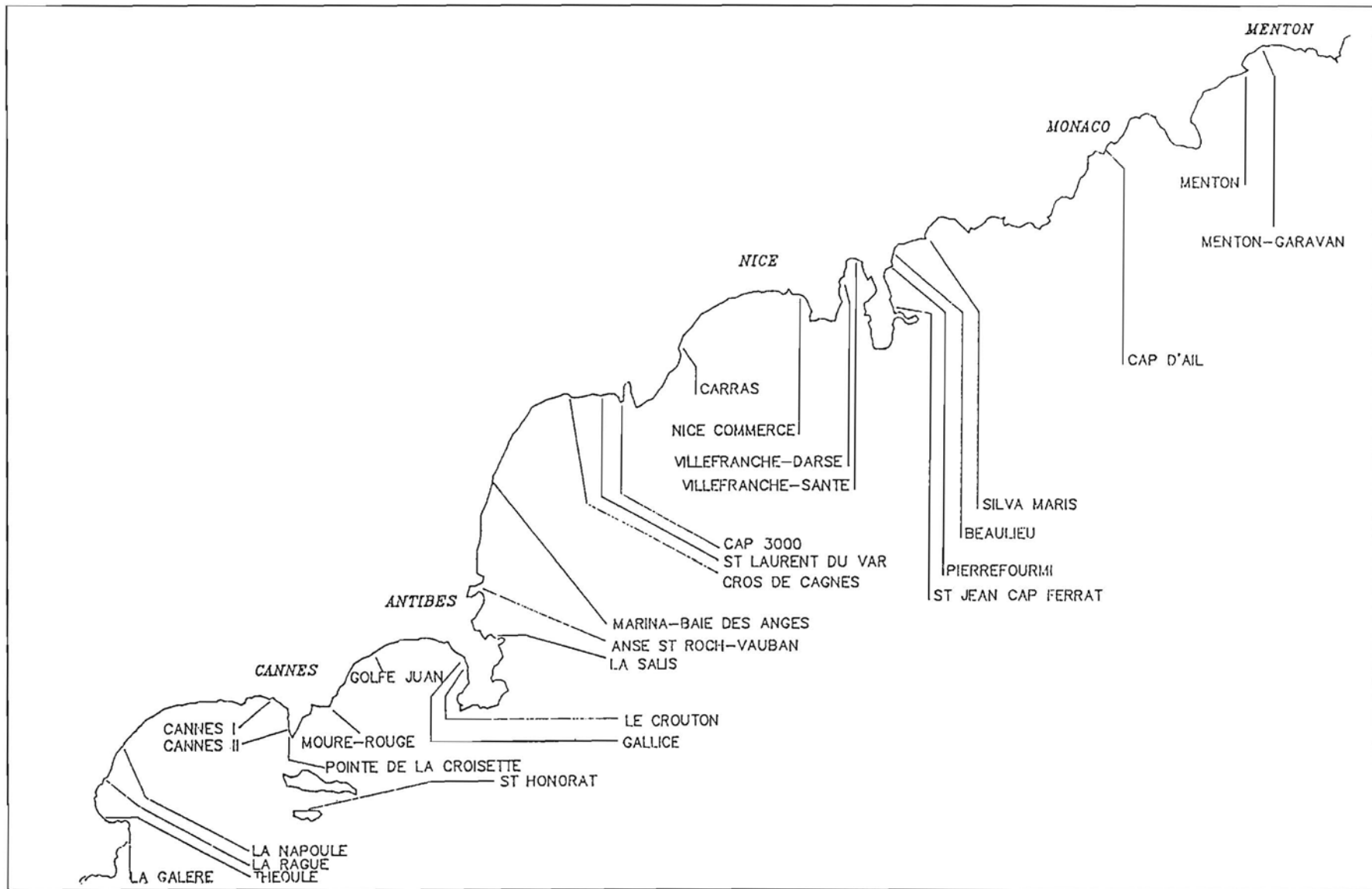


HÉRAULT et parties de l'AUDE et du GARD - Ports de plaisance



Palavas-les-Flots

Nombre de postes d'amarrage ou de mouillage



ALPES MARITIMES - Principaux ports et mouillages de plaisance

## **CONSTAT GENERAL SUR L'ETAT SANITAIRE DES PORTS DE PLAISANCE**

De cette enquête réalisée sur une large partie du littoral, il est possible de dégager les constatations suivantes :

- La situation est assez différente selon qu'il s'agit de ports situés sur les côtes de la Manche ou de L'Atlantique ou bien de ports implantés en Méditerranée. Les phénomènes de marée facilitent en effet le renouvellement des eaux et la dispersion des micro-organismes pathogènes. Toutefois, le vent joue en Méditerranée un rôle non négligeable à cet égard (exemple : port de Carnon).
- L'habitat à bord des bateaux paraît jouer un rôle important dans certains ports du littoral du Nord et du Pas-de-Calais (Boulogne, Dunkerque) et surtout en Méditerranée. Ailleurs, il ne s'agit que d'un habitat limité au plus à quelques jours, l'hébergement des plaisanciers se faisant fréquemment en résidences secondaires ou dans des campings.
- Les ports de plaisance de l'Atlantique, plus récents, sont dans l'ensemble mieux équipés en installations sanitaires (celles-ci étant aussi plus fréquemment raccordées au réseau d'assainissement communal) que ceux de Méditerranée, bien que les normes réglementaires d'équipement sanitaire soient rarement atteintes sur l'ensemble du littoral.
- Dans de nombreux bassins portuaires, les rejets urbains affectent directement la qualité des eaux. C'est le cas à Boulogne-sur-Mer, Saint-Malo, les Sables d'Olonne, Royan, Marseille, par exemple. Cet effet polluant peut aussi se faire sentir aussi par suite des rejets provenant des ruisseaux ou des émissaires d'eaux pluviales contaminées, comme à Pornichet, Le Pouliguen, ou dans les ports du Bassin d'Arcachon... En pareil cas, il est difficile de mesurer l'impact réel de la navigation de plaisance. Les plans d'eau peuvent donc être contaminés lors de fortes pluies affectant le bassin versant et qui entraînent des eaux usées d'habitations non raccordées, comme dans les Alpes Maritimes, ou des effluents agricoles, comme à Saint-Vaast-la-Hougue. Mais parfois, les sources de cette pollution sont multiples, comme dans certains ports de Vendée (Port-Joinville, Saint-Gilles-Croix-de-Vie).
- Néanmoins, la contamination bactériologique des plans d'eau portuaires de plaisance est réelle. Des études précises ont montré que le niveau de contamination fécale s'élève à mesure que la fréquentation nautique augmente et qu'il est en relation avec l'importance de l'habitat pratiqué à bord des navires de plaisance. Ceux-ci, en effet, ne disposent le plus souvent d'aucun équipement sanitaire ou bien sont dotés d'installations très sommaires (W.C. marins à rejet direct, tinettes, W.C. chimiques). D'autre part, les déchets divers et eaux de toilette déversés à partir des bateaux favorisent la pollution des eaux portuaires.

Dans certains ports, dont les abords sont assainis, et qui sont situés à distance suffisante des agglomérations (port des Minimes à La Rochelle, port de Bougenay en Vendée...) ou ceux qui sont relativement bien protégés des apports polluants provenant du secteur amont des rivières (Port-La Forêt, dans le Finistère), l'essentiel de la pollution bactériologique observée peut être rapporté à l'activité nautique de plaisance.

Cependant, dans de nombreux cas, la proximité rapprochée des agglomérations, le fonctionnement insuffisant des stations d'épuration communales et des réseaux d'assainissement (débordement de certains postes de relèvement en cas de fortes pluies), les apports d'eaux pluviales polluées, les rejets industriels, agro-alimentaires ou artisanaux (conserveries, poissonneries, criées...), l'insuffisance ou le défaut d'entretien des installations sanitaires à terre mises à la disposition des plaisanciers et dont certaines ne sont même pas raccordées au réseau d'assainissement, le lessivage des zones techniques d'entretien ou de stationnement, constituent des facteurs majeurs de contamination des plans d'eau, dont l'importance peut souvent surpasser l'effet des rejets liés à l'activité nautique de plaisance ou aux dragages portuaires.

## ANNEXE 2

### - EQUIPEMENT DES BATEAUX -

La flotte de plaisance est composée d'unités de taille très variable. Les navires jaugeant plus de 25 tonneaux, très peu nombreux, sont en général habitables et dotés d'un confort très complet. Ceux ayant de 15 à 25 tonneaux sont habitables et dotés d'un confort relatif. Mais les unités de 2 à 5 tonneaux, qui sont de loin les plus nombreuses, ne possèdent que des couchettes et permettent seulement un séjour occasionnel et de courte durée.

Les trois-quarts des unités habitables possèdent des W.C à rejet direct. Les autres utilisent surtout des WC chimiques. Les navires de plus de 25 tonneaux, qui ne représentent qu'une part infime de la flotte de plaisance, posent de ce fait relativement peu de problèmes et leurs dimensions, de l'ordre de 13 mètres de long, permettent l'aménagement de dispositifs appropriés de collecte, de stockage voire d'épuration des eaux-vannes et des eaux ménagères. Mais ces dispositifs y sont rarement installés, en l'absence de règlements appropriés. De tels procédés existent pourtant et présentent certaines caractéristiques communes. Les principes de base sont les suivants :

- On cherche tout d'abord à réduire le volume des eaux usées, notamment par réduction du volume des chasses (certains procédés permettent le réemploi de ces eaux en circuit fermé, après décantation et addition d'un désinfectant).
- Il est possible de traiter séparément les eaux ménagères, par criblage et dégraissage avant rejet, et les eaux vannes. Ces dernières peuvent être, sur les grands navires, traitées biologiquement avant rejet en mer, ou bien, sur des unités moyennes, concentrées dans des fosses chimiques, qui peuvent être ensuite échangées, vidées et désinfectées par des services à terre.

Sur les grosses unités, on peut même installer de véritables petites stations d'épuration. Les unes sont basées sur une fermentation en anaérobiose suivie d'une stérilisation massive. Tandis que d'autres sont de petites stations à oxydation totale. Ces appareils sont dotés de compartiments et de régulateurs de niveau afin de compenser les effets des mouvements de navires et de pentes. Leur encombrement, qui est de l'ordre de 1m<sup>3</sup>, y compris les appareillages annexes, pour 10 usagers, en réserve l'emploi aux unités importantes.

- Il existe aussi le procédé suédois Liljendhal, qui permet de réduire beaucoup le volume des chasses, de diminuer les sections du réseau de collecte et de soustraire celui-ci aux effets des mouvements du navire. Il supprime aussi tout risque d'odeur et permet de collecter un résidu très concentré, stérilisé par un traitement à la chaux, ce qui porte son pH à 12. Ce type de traitement a encore l'avantage de réduire les phosphates et 80% de l'azote, ce qui permet de réduire les risques d'eutrophisation des plans d'eau portuaires.
- Par ailleurs, il existe un procédé américain comportant un évaporateur. Le volume du résidu séché et stérile est seulement de 0,15 litre par personne et par jour. Les vapeurs provenant de la déshydratation des matières sont désodorisées par passage sur charbon actif. La consommation d'énergie électrique ne représente que 120 à 170 Watts par personne et par jour.

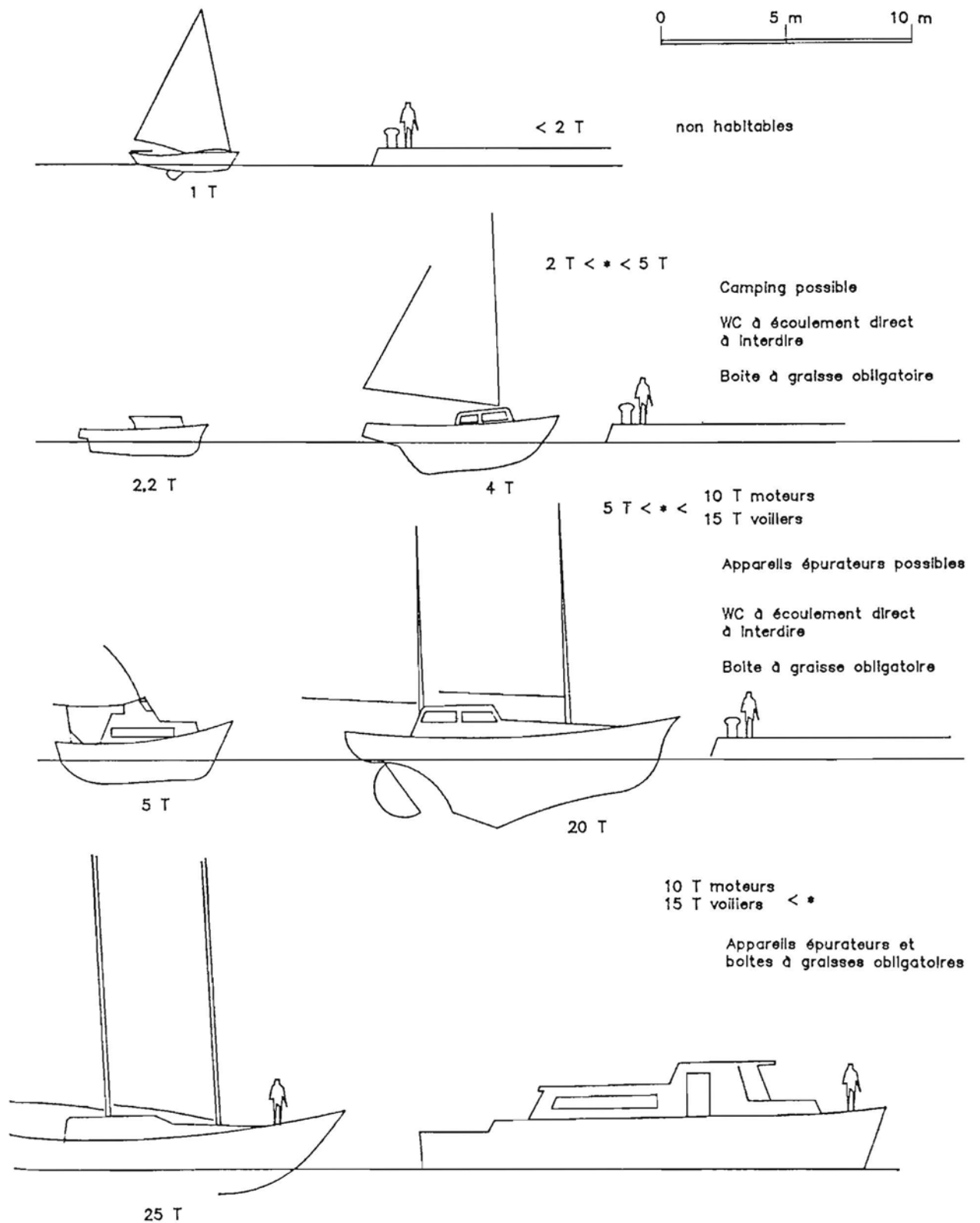
Ces divers procédés consomment de l'énergie, surtout électrique. Or, tous les bateaux, en particulier les voiliers ne disposent pas toujours de courant électrique. L'équipement des ports de plaisance par des dispositifs de distribution électrique peut donc favoriser l'emploi de tels appareils sanitaires, au moins pour les navires jaugeant 15 tonneaux et plus.

Les préconisations relatives aux différentes catégories de navires de plaisance pourraient être en définitive les suivantes, selon le rapport HARDY (1970) :

- En ce qui concerne les bateaux non habitables (barques, dériveurs...) et jaugeant moins de 2 tonneaux, il ne paraît pas nécessaire d'imposer des normes précises d'équipement sanitaire.
- Dans le cas des bateaux jaugeant entre 2 à 5 tonneaux, équipés d'une cabine permettant un séjour de courte durée, le W.C à rejet direct devrait être interdit et la boîte à graisses devrait être obligatoire.
- Pour les voiliers ayant de 5 à 15 tonneaux et les vedettes de 5 à 10 tonneaux, qui utilisent le plus fréquemment le W.C à écoulement direct, il semble impossible d'installer des dispositifs autres que le W.C chimique pour le recueil des eaux-vannes et le bac séparateur de graisses pour les effluents ménagers.
- Les installations sanitaires plus complexes seraient donc réservées aux navires de tonnage supérieur.

Enfin, dans le but d'inciter les constructeurs et les plaisanciers à doter les navires de dispositifs non polluants, il pourrait être envisagé de majorer le droit de port d'une redevance d'assainissement calculée en fonction du tonnage. Les navires pourvus d'équipements sanitaires agréés seraient exonérés de cette taxe. Par ailleurs, le produit de ces redevances pourrait être utilisé en vue de l'amélioration des installations sanitaires portuaires.

L'aménagement récent du port d'Antibes (1.690 postes d'amarrage), avec la mise en place d'un ensemble de réseaux comprenant notamment un système original d'assainissement, constitue un exemple dans ce domaine, au moins pour les ports importants. Ce bassin portuaire dispose en effet, pour chaque navire, d'une infrastructure complète d'évacuation des eaux usées.



## Équipements souhaitables sur les navires en fonction de leurs dimensions

*D'après M. HARDY "Pollution des eaux par l'habitat flottant" 1970.*



## ANNEXE 3

### LE STOCKAGE DES BATEAUX A TERRE

Environ 75 % des bateaux de plaisance, de dimensions réduites, peuvent être transportés sur des remorques tractées par des voitures particulières. Ils sont facilement démontables et peuvent être utilisés sur différents plans d'eau. On peut aussi les stocker aisément à terre sur remorques et chariots et les mettre à l'eau à chaque utilisation, à partir de cales ou rampes.

Près de 450 000 bateaux de plaisance français auraient moins de 8 mètres de long, dont 35% de voiliers et 65% de bateaux à moteur, et sont donc concernés par le stockage à terre. Celui-ci consiste en une mise à sec des navires pendant les périodes de non-utilisation, qui peuvent aller d'une journée à plusieurs mois.

Les dispositifs de stockage à terre peuvent aller du simple parc à bateaux, couvert ou non, à des structures comportant plusieurs étages. Ils peuvent être implantés sur le lieu même de la mise à l'eau ou à quelque distance du rivage.

En fonction du lieu d'implantation, du mode de stockage et des équipements de manutention et de mise à l'eau, on distingue plusieurs catégories d'entreposage :

#### **Le port sec**

Il s'agit d'un véritable port de plaisance à terre, qui est situé très près du rivage ou même au bord de l'eau. Les voiliers mâtés ou les bateaux à moteur sont généralement stationnés en plein air.

Une descente de mise à l'eau et/ou des élévateurs permettent d'effectuer les manutentions. Les bateaux sont amarrés à des pontons flottants en attendant la manoeuvre.

Le port sec fonctionne toute l'année et dispose des mêmes services qu'un port à flot, avec un personnel plus réduit (deux ou trois agents pour une capacité de 600 bateaux). Il permet l'hivernage et peut comporter une aire de carénage et d'entretien.

Il existe une variante, le port sec "éclaté", qui comporte deux emplacements distincts. Une aire de stockage de faible capacité, située en bord de mer, est réservée au stationnement de courte durée. Une aire de stockage de capacité plus importante, jusqu'à 500 bateaux par exemple, établie en arrière du littoral, permet le stationnement de longue durée des bateaux inutilisés.

### **Le port sec en étages**

Dans ce cas, l'entreposage à terre des bateaux s'effectue sur des râteliers comportant trois ou quatre étages et divisés en alvéoles (ce dispositif permet le stockage des bateaux à moteur de moins de 6,5 m de long). Les installations sont couvertes, semi-couvertes ou en plein air, selon les conditions climatiques locales.

La zone de stockage est implantée très près du rivage. La mise à l'eau et l'entreposage s'effectuent au moyen d'un chariot élévateur à fourche. Un stockage pratiqué sur quatre étages nécessite une surface de 10 m<sup>2</sup> par bateau.

Les ports secs de ce type sont très répandus aux Etats-Unis. En France, sur le littoral méditerranéen, quelques ports tels que Carnon, Marseille, La Ciotat pratiquent ce mode de stockage.

Les avantages du stockage à terre permanent sont nombreux. Il permet de limiter l'emprise des ports de plaisance sur l'espace littoral, de diminuer les risques de pollution bactériologique et chimique. L'entretien des bateaux (carénage et peinture) est réduit et leur surveillance est facilitée. Le développement de ce mode de stockage, en particulier dans les zones sensibles (pêche, conchyliculture) devrait être encouragé.

## ANNEXE 4

### NORMES DE QUALITE DES EAUX DE BAINADE EN MER

	NOMBRES GUIDES (G)	NOMBRES IMPERATIFS (I)
Coliformes Totaux/100 ml (CT)	500	10.000
Coliformes Fécaux/100 ml (CF)	100	2.000
Streptocoques Fécaux/100 ml (SF)	100	non fixé

### DEFINITION DES QUALITES D'EAU DE BAINADE

Au moins 95 % des résultats en CT et CF < I	au moins 80 % des résultats en CT < G et au moins 80 % des résultats en CF < G et au moins 90 % des résultats en SF < G	<b>CATEGORIE A</b> Eau de bonne qualité
	une des conditions énoncées en 1 n'est pas respectée	<b>CATEGORIE B</b> Eau de qualité moyenne
Plus de 5 % des résultats en CT ou CF > I	moins de 33,3 % des résultats en CT et CF > I	<b>CATEGORIE C</b> Eau pouvant être momentanément polluée
	4) au moins 33,3 % des résultats en CT ou CF > I	<b>CATEGORIE D</b> Eau de mauvaise qualité

Directive Européenne du 8 décembre 1975.

## ANNEXE 5

### ***Réglementation sanitaire relative aux ports de plaisance -Conditions d'application***

Dispositions particulières du règlement sanitaire départemental type relatives aux ports de plaisance.

*L'article 95 du R.S.D (circulaire du 9 août 1978) impose des normes d'équipement sanitaire pour tout aménagement intéressant les eaux intérieures ou littorales et capables de recevoir des navires de plaisance de plus de 2 tonneaux.*

“Les équipements sanitaires doivent être en rapport avec le nombre de postes d'amarrage et répartis en un ou plusieurs groupes sanitaires.

Chacun de ces groupes doit comporter, par tranche de 25 postes d'amarrage : 1 WC, 1 urinoir, 1 lavabo et 1 douche, et en outre par tranche de 50 postes d'amarrage, 1 bac à laver.

Au-delà de 400 postes d'amarrage, un coefficient d'abattement de 5% par tranche supplémentaire de 100 postes peut être appliqué au nombre total d'appareils résultant du calcul précédent.

Au-delà de 1000 postes d'amarrage, le coefficient d'abattement à appliquer doit faire l'objet d'une étude particulière.

Tous les appareils sanitaires doivent être reliés au réseau d'assainissement communal ou, à défaut, à des dispositifs de traitement conformes à la réglementation en vigueur.

La répartition des groupes sanitaires doit être telle que la distance entre un poste d'amarrage et le groupe le plus proche ne soit pas supérieure à 200 mètres.

En ce qui concerne la collecte des ordures ménagères, le R.S.D prévoit que les quais et appontements doivent être équipés de récipients munis d'un dispositif de fermeture et d'une capacité minimale de 75 litres et dont l'espacement ne doit pas excéder 35 mètres.

Ces dispositions sont applicables, tant en ce qui concerne la nature des équipements que leur implantation, même si les installations portuaires sont mitoyennes des terrains de camping”.

Elles s'appliquaient immédiatement aux ports non concédés et les installations en exploitation devaient être rendues conformes aux instructions de la circulaire avant une date déterminée, excepté si des mesures urgentes s'avéraient nécessaires.

### ***Règlementation relative aux rejets, à la prévention et au contrôle de la pollution.***

*Circulaire n° 81-22 du 19 mars 1981 -Titre III : Exploitation-relative au cahier des charges type applicable aux concessions de ports de plaisance maritimes ou fluviaux.*

Cette circulaire fixe les obligations du concessionnaire et de l'utilisateur en matière d'interdiction de rejets divers, de prévention et de contrôle de la pollution. Elle impose :

#### **Pour le concessionnaire :**

- . le respect des conditions réglementaires d'assainissement pour l'évacuation des effluents ; ceux-ci devraient être évacués hors des limites du port,
- . l'obligation d'enlever régulièrement les ordures ménagères et autres produits dont le rejet dans le port est prohibé,
- . de prendre toutes précautions nécessaires dans la manipulation des hydrocarbures et de mettre à la disposition des plaisanciers des cuves de recueil des matières de vidange (huiles usées...)
- . d'écartier les risques de pollution de la rade ou des plages.

#### **Pour l'utilisateur :**

- . l'interdiction de rejeter déchets, ordures ménagères, liquides insalubres (notamment hydrocarbures) et d'entreposer sur les quais des produits pouvant polluer le plan d'eau.
- . des analyses bactériologiques et physico-chimiques de contrôle doivent être effectuées par les autorités compétentes en vue de contrôler l'efficacité de ces mesures.
- . certaines de ces dispositions sont reprises dans le code des Ports Maritimes (article L.322-1, notamment).

### ***Autres textes réglementant l'utilisation et/ou l'interdiction des rejets de substances polluantes.***

\* *décret n° 77-1554 du 28 décembre 1977* relatif à l'interdiction du déversement de certains produits détergents dans les eaux superficielles, souterraines et de la mer.

Il s'applique aux détergents, produits dont les composants essentiels sont des agents de surface appartenant à l'une des catégories suivantes : anioniques, cationiques, ampholytes et non ioniques. Leur déversement dans les eaux superficielles, souterraines et les eaux de la mer est interdit lorsque la biodégradabilité moyenne des agents de surface qui y sont contenus est, pour chacune des catégories mentionnées ci-dessus, inférieure à 90%.

Les méthodes de contrôle et de mesure de biodégradabilité de chacune des catégories d'agents de surface contenus dans tout détergent, la tolérance admise pour l'évaluation du taux de biodégradabilité ainsi que la liste des laboratoires agréés pour procéder à la mesure de biodégradabilité sont fixés par arrêtés conjoints des ministres intéressés.

\* *Décret n° 85-233 du 12 février 1985, modifié par le décret n° 87-181 du 10 mars 1987, relatif à l'utilisation des peintures marines anti-salissures.*

Ce texte interdit l'application de peinture anti-salissure contenant des composés organostanniques sur les coques des navires et des embarcations de longueur inférieure à 25 m hors tout à l'exception de celles construites en alliage léger.

\* *Décrets n° 77-254 du 8 mars 1977 et n° 79-981 du 21 novembre 1979.*

Ils sont relatifs respectivement à l'interdiction de déversement (par rejet direct ou indirect ou après ruissellement sur le sol ou après infiltration) des lubrifiants et huiles dans les eaux superficielles, souterraines et de mer et à la réglementation des activités de récupération et d'élimination des huiles usagées.

\* *Textes interdisant le brûlage à l'air libre d'ordures ménagères ou assimilés.*

Le R.S.D. type, article 84, interdit le brûlage à l'air libre de ces ordures. De plus, le Code des Ports Maritimes, article R 353-3, punit d'une amende contraventionnelle l'incinération de déchets sur les quais et terre-pleins d'un port lorsque cette opération est interdite par le règlement de police de ce port.

\* *Texte réglementant l'enlèvement des épaves*

Le code des Ports Maritimes, article L 322-2, précise que les propriétaires de vieux bâtiments hors d'état de naviguer sont tenus de les démolir et d'en enlever les débris sans délai sous peine de confiscation et d'amende.

\* *Directive du Conseil des Communautés Européennes du 21 décembre 1989 portant huitième modification de la directive 76/769/CEE concernant le rapprochement des dispositions législatives, réglementaires et administratives des états membres relatives à la limitation de la mise sur le marché et de l'emploi de certaines substances et préparation dangereuses.*

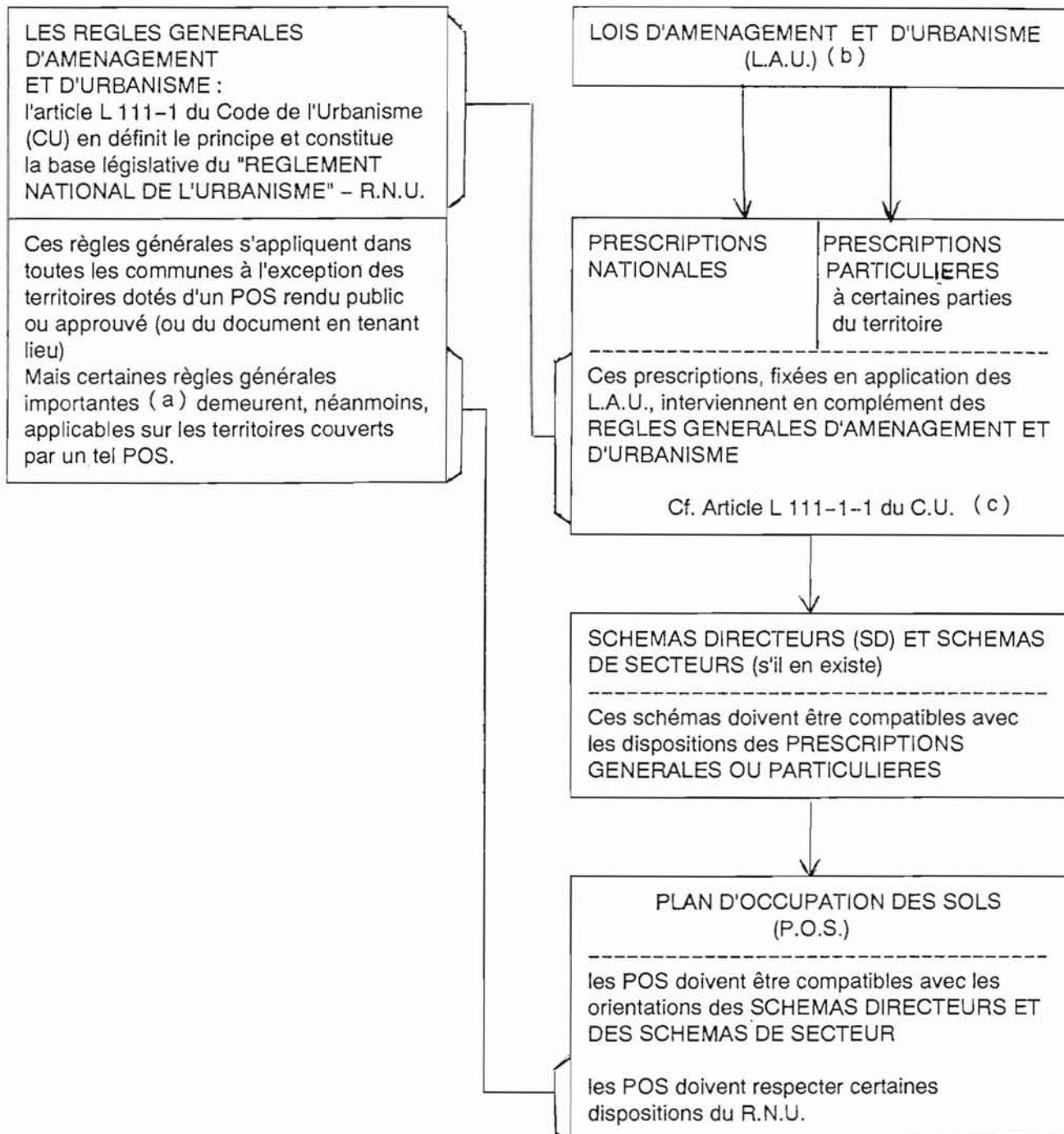
Cette directive a pour but d'assurer une meilleure protection de l'environnement en réglementant l'emploi de certains composés chimiques et substances dangereuses.

C'est ainsi que ce texte porte sur des préparations anti salissures utilisées comme revêtement de surface pour la protection des coques de bateaux, des équipements utilisés en pisciculture et conchyliculture (cages, flotteurs, filets ...) et qui ont des effets nocifs pour la vie aquatique en raison de l'emploi de certains composés chimiques, notamment les composés d'arsenic, de mercure et d'étain.

Elle réglemente également l'emploi d'autres substances, dont les produits de décomposition/dégradation, en raison du caractère dangereux qu'elles présentent pour l'homme et l'environnement, en particulier l'environnement aquatique.

Un décret est en cours d'examen, par le Conseil d'Etat, afin de tenir compte, au niveau national, des dispositions de cette Directive qu'il étendrait d'ailleurs à d'autres substances (organochlorés, penta-chlorophénol...).

**SCHEMA RELATIF A LA REGLEMENTATION  
EN MATIERE D'AMENAGEMENT ET D'URBANISME**



(a) Concernant la salubrité, la sécurité publique, la viabilité, les équipements publics, le respect de sites et surtout la prise en compte des préoccupations d'environnement définies à l'article 1er de la loi n°76-629 du 10 Juillet 1976 relative à la protection de la nature.

(b) Les dispositions de la loi n° 86.2 du 3 Janvier 1986, Titre I - Chapitre VI, relatives au littoral, intégrées au Code de l'Urbanisme, ont valeur de L.A.U.

(c) L'article 57 de la loi n° 83-8 du 7 Janvier 1983, relative à la répartition des compétences entre les communes, les départements, les régions et l'Etat, précise que "les schémas de mise en valeur de la mer (SMVM) ont les mêmes effets que les prescriptions définies en application de l'article L 111-1-1 du Code de l'Urbanisme"

## **Annexe 6 (Suite)**

### **REGLEMENTATION EN MATIERE DE CREATION OU D'EXTENSION DE PORTS DE PLAISANCE.**

L'accroissement de la flotte de plaisance depuis 1965 a nécessité la mise en place d'infrastructures appropriées, les ports traditionnels ne disposant pas de places d'accueil en nombre suffisant. Par suite de leur implantation sur le Domaine Public Maritime, la réalisation des nouveaux aménagements portuaires a posé de nombreux problèmes d'ordre technique, juridique et financier. Il fallait notamment tenir compte des règles particulières de gestion dans ce domaine et faire en sorte que ces opérations s'intègrent le mieux possible dans les milieux naturels.

Pour ces raisons, l'Etat devait dans un premier temps conserver la maîtrise de ces aménagements, la réglementation ayant ensuite évolué progressivement dans le sens d'une décentralisation accrue, en matière de compétences et de pouvoirs de décision, voulue et organisée par le législateur. C'est ainsi qu'ont été officialisées la loi n° 82-213 du 2 Mars 1982 relative aux droits et libertés des communes, des départements et des régions, la loi n° 83-8 du 7 Janvier 1983 relative à la répartition des compétences entre les communes, les départements, les régions et l'Etat et surtout, en ce qui concerne les ports de plaisance, la loi n° 83-663 du 22 Juillet 1983 qui complète la loi du 7 Janvier sus visée, elle même modifiée par les articles 18 et 19 de la loi n° 83-1186 du 29 Décembre 1983.

D'autres textes et procédures interfèrent également en la matière tels la loi n° 86-2 du 3 Janvier 1986 relative à l'aménagement, la protection et la mise en valeur du littoral et les dispositifs que constituent les Schémas de Mise en Valeur de la Mer (SMVM) et les études d'impact.

Par ailleurs, les mesures législatives relatives aux ports de plaisance sont précisées par la jurisprudence, le Conseil d'Etat s'étant prononcé le 19 Avril 1989 sur le problème de la compétence communale lorsqu'il existe un port mixte non exclusivement affecté à la plaisance.



**1 – LES LOIS N° 83-8 DU 7 JANVIER, N° 83-663 DU 22 JUILLET  
et N° 83-1186 du 29 Décembre 1983**

La loi du 22 Juillet 1983 (article 6), qui complète la loi du 7 Janvier 1983, détermine, en ce qui concerne les ports, la ligne de partage entre l'Etat, le département et la commune.

C'est ainsi que :

**1.1.** le département est compétent pour créer, aménager et exploiter les ports maritimes de commerce et de pêche, dans le respect des dispositions prévues par le Code des Ports Maritimes et des prescriptions des schémas de mise en valeur de la mer, à l'exception toutefois de certains ports qui demeurent de la compétence de l'Etat ; il s'agit essentiellement des ports maritimes autonomes, des ports maritimes d'intérêt national et des ports maritimes contigus aux ports militaires.

**1.2.** Pour sa part, la commune est compétente pour créer, aménager et exploiter les ports autres que ceux-visés ci-dessus et qui sont affectés exclusivement à la plaisance, cette compétence s'exerçant dans le respect des dispositions prévues par le Code des Ports Maritimes et des prescriptions des schémas de mise en valeur de la mer.

Cependant, en l'absence de tel schéma, les décisions de création et d'extension de port sont prises par le représentant de l'Etat dans le département sur proposition de la collectivité territoriale intéressée et après avis du ou des conseils régionaux concernés.

Par ailleurs, le département ou la commune peuvent concéder l'aménagement et l'exploitation des ports, pour lesquels ils sont compétents, à des personnes publiques, notamment aux chambres de commerce et d'industrie ou à des personnes privées.

Pour sa part, la loi du 29 Décembre 1983, qui modifie la loi du 7 Janvier 1983, précise que la compétence de la commune pour les ports affectés exclusivement à la plaisance porte "notamment sur ceux faisant l'objet à la date d'entrée en vigueur de la présente section d'une concession de port de plaisance".

## **2 – LA LOI N° 86-2 du 3 JANVIER 1986 RELATIVE A L'AMENAGEMENT, LA PROTECTION ET LA MISE EN VALEUR DU LITTORAL (dite "LOI LITTORAL")**

Cette loi, qui constitue l'aboutissement d'une longue démarche dans un domaine sensible et convoité, définit un certain nombre de règles et de principes qui portent sur deux thèmes principaux : d'une part la maîtrise de l'urbanisation du littoral, émanant de la directive d'aménagement national du 25 Août 1979 relative à la protection et à l'aménagement du littoral, d'autre part l'accessibilité au rivage qui résulte de la loi du 31 Décembre 1976 portant réforme de l'urbanisme.

L'article 1er de la loi du 3 Janvier 1986 donne une définition du littoral et précise les conditions auxquelles est subordonnée la réalisation d'une politique d'intérêt général en la matière :

" Le littoral est une entité géographique qui appelle une politique spécifique d'aménagement, de protection et de mise en valeur.

La réalisation de cette politique d'intérêt général implique une coordination des actions de l'Etat et des collectivités locales, ou de leurs groupements, ayant pour objet :

- . la mise en oeuvre d'un effort de recherche et d'innovation portant sur les particularités et les ressources du littoral ;
- . la protection des équilibres biologiques et écologiques, la lutte contre l'érosion, la préservation des sites et paysages et du patrimoine ;
- . la préservation et le développement des activités économiques liées à la proximité de l'eau, telles que la pêche, les cultures marines, les activités portuaires, la construction et la réparation navales et les transports maritimes ;
- . le maintien ou le développement, dans la zone littorale, des activités agricoles ou sylvicoles, de l'industrie, de l'artisanat et du tourisme".

En ce qui concerne les ports de plaisance, la loi vise à modérer la velléité des aménageurs en édictant des dispositions générales qui ont pour but de limiter l'accroissement d'installations de cette nature tout en favorisant des formules légères d'investissement.

C'est ainsi que l'article 3 de la loi du 3 Janvier 1986 insère dans le Code de l'Urbanisme un chapitre relatif aux dispositions particulières au littoral et dont l'article L 146-4-II précise que "l'extension limitée de l'urbanisation des espaces proches du rivage doit être justifiée et motivée, dans le plan d'occupation des sols, selon des critères liés à la configuration des lieux ou à

l'accueil d'activités économiques exigeant la proximité immédiate de l'eau" (ces critères n'étant cependant pas applicables lorsque l'urbanisation est conforme aux dispositions d'un schéma directeur ou d'un schéma d'aménagement régional ou compatible avec celles d'un schéma de mise en valeur de la mer). Par ailleurs, l'article 28 de cette loi prévoit la possibilité d'accorder à des personnes publiques ou privées (et par priorité aux communes ou groupement de communes), des autorisations d'occupation temporaire du domaine public pour l'aménagement, l'organisation et la gestion de zones de mouillages et d'équipement léger lorsque les travaux et équipements réalisés ne sont pas de nature à entraîner l'affectation irréversible du site. Le bénéficiaire d'une telle autorisation peut également être habilité à percevoir des usagers une redevance pour services rendus.

L'esprit général, qui préside à l'ensemble de ces dispositions, émane du nouvel article L 146-6 du Code de l'Urbanisme qui prescrit que "les documents et décisions relatifs à la vocation des zones ou à l'occupation et à l'utilisation des sols préservent les espaces terrestres et marins, sites et paysages remarquables ou caractéristiques du patrimoine naturel et culturel du littoral, et les milieux nécessaires au maintien des équilibres biologiques".

### **3 – LES SCHEMAS DE MISE EN VALEUR DE LA MER (SMVM)**

Les SMVM ont été créés par la loi de décentralisation du 7 Janvier 1983 sus visée qui dispose en son article 57 :

"Dans les zones côtières peuvent être établis des schémas de mise en valeur de la mer. Ces schémas fixent, dans le respect des dispositions mentionnées à l'article L-111-1-1 du Code de l'Urbanisme, les orientations fondamentales de la protection, de l'exploitation et de l'aménagement du littoral.

A cet effet, ils déterminent la vocation générale des différentes zones et notamment les zones affectées au développement industriel et portuaire, aux cultures marines et aux activités de loisirs. Ils précisent les mesures de protection du milieu marin.

Ces schémas sont élaborés par l'Etat. Ils sont soumis pour avis aux communes, aux départements et aux régions intéressés. Ils sont approuvés par décret en Conseil d'Etat.

Les schémas de mise en valeur de la mer ont les mêmes effets que les prescriptions définies en application de l'article L 111-1-1 du Code de l'Urbanisme.

Un décret en Conseil d'Etat fixe le contenu et les modalités d'élaboration de ces schémas".

Ainsi furent officialisés les successeurs des Schémas d'Aptitude et d'Utilisation de la Mer (S.A.U.M.), le législateur ayant tiré les conséquences de l'expérience passée. Les SAUM, en effet, malgré certains aspects positifs n'avaient qu'un caractère expérimental et surtout étaient dénués par eux-mêmes de toute opposabilité juridique à l'égard des tiers.

La loi Littoral du 3 Janvier 1986, par son article 18, est venue compléter l'article 57 de la loi de décentralisation du 7 Janvier 1983 en précisant le contenu que doit avoir le SMVM. C'est d'ailleurs dans l'attente de la publication de cette loi Littoral que le décret d'application de la loi de 1983 sus visée, relatif aux SMVM, a été retardée (cf. décret n°86-1252 du 5 Décembre 1986 qui porte essentiellement sur les modalités inhérentes au contenu et à l'élaboration des SMVM).

Il est également essentiel de souligner que le dit article 57 assimile les effets des SMVM à ceux des prescriptions nationales d'aménagement avec lesquelles, selon l'article L 111-1-1 du Code de l'Urbanisme, les schémas directeurs et les POS doivent être compatibles. Tous les documents et décisions en matière d'urbanisme leur sont subordonnés ; dès lors, apparaît une nouvelle hiérarchie des normes juridiques au sein de laquelle les SMVM doivent respecter les lois d'Aménagement et d'Urbanisme (L.A.U.) qui, elles-mêmes, se trouvent au faite de cette nouvelle construction juridique.

#### **4 - L'ETUDE D'IMPACT**

L'article 2 de la loi n°76-629 du 10 Juillet 1976 relative à la protection de la nature, précisé par le décret d'application n°77-1141 du 12 Octobre 1977 prévoit que "les études préalables à la réalisation d'aménagements ou d'ouvrages, qui, par l'importance de leurs dimensions ou leur incidence sur le milieu naturel, peuvent porter atteinte à ce dernier, doivent comporter une étude d'impact permettant d'en apprécier les conséquences".

Aussi faut-il que l'étude d'impact écologique comprenne quatre phases essentielles successives :

1. une analyse de l'état initial du site et de son environnement,

2. une analyse des effets du projet sur l'environnement,
3. les raisons pour lesquelles, notamment du point de vue des préoccupations de l'environnement, parmi les partis envisagés, le projet présenté a été retenu,
4. les mesures envisagées pour supprimer, réduire et, si possible, compenser les conséquences dommageables du projet sur l'environnement ainsi que l'estimation des dépenses correspondantes.

L'étude d'impact doit, aux termes de la jurisprudence administrative, comprendre une analyse sérieuse de chacun de ces points et son contenu doit être en relation avec l'importance des travaux et aménagements projetés et avec leurs incidences prévisibles sur l'environnement ; il s'agit du principe dit de "proportionnalité" qui conditionne la matière et les moyens.

L'étude d'impact est prescrite pour la réalisation d'aménagements ou d'ouvrages importants en fonction des paramètres définis par le décret du 12 Octobre 1977 (elle est obligatoire pour les travaux de construction ou d'extension des ports de plaisance dont le coût total est égal ou supérieur à 6 millions de francs). Pour les projets moins conséquents, ce décret limite les exigences à la production d'une notice d'impact qui doit indiquer les incidences éventuelles des travaux et aménagements sur l'environnement et les conditions dans lesquelles l'opération concernée satisfait aux préoccupations d'environnement. Il y manque donc, par rapport à l'étude d'impact, l'analyse de l'état initial et les raisons du choix.

Si, effectivement, la notice d'impact n'est pas soumise aux dispositions de l'article 2 du décret du 12 Octobre 1977, applicables aux seules études d'impact, il n'en est pas moins évident qu'elle doit comporter, selon la jurisprudence du conseil d'Etat, des indications sérieuses sur les incidences prévisibles du projet d'équipement considéré sur l'environnement et sur la nature des moyens à mettre en oeuvre pour concilier la réalisation du projet et les préoccupations d'environnement. Ce que faisant, la Haute Assemblée a effectué un rapprochement heureux entre la notice et l'étude d'impact en suppléant largement au caractère laconique de la définition de la notice d'impact écologique par le pouvoir réglementaire.

## **5 – LA JURISPRUDENCE RELATIVE AUX PORTS DE PLAISANCE**

Le Conseil d'Etat s'est prononcé le 19 Avril 1989 sur le problème de la compétence communale lorsqu'il existe un port mixte non exclusivement affecté à la plaisance. Cet arrêt de la haute juridiction constitue la première décision importante en matière de ports de plaisance.

Le Tribunal Administratif de Nantes avait été préalablement saisi en 1984 d'une requête de la ville de Saint-Gilles-Croix-de-Vie tendant à l'annulation de la décision du Commissaire de la République de Vendée qui, par arrêté, avait constaté pour sa circonscription, la liste des ports maritimes, dont celui de Saint-Gilles-Croix-de-Vie, transférés au Département de la Vendée à compter du 1er Janvier 1984.

Le dit Tribunal, dans ses considérants, avait exposé que l'ensemble portuaire concerné, desservi par un chenal commun, constituait par sa configuration un port unique affecté à la pêche et à la plaisance et non un port de plaisance abritant accessoirement des unités de pêche et, que les communes n'ayant acquis de compétences qu'à l'égard des ports affectés exclusivement à la plaisance, seul le Département de la Vendée s'était vu transférer, à juste titre, l'aptitude légale pour aménager et exploiter le port de Saint-Gilles-Croix-de-Vie.

Par son arrêt, le Conseil d'Etat confirme à la fois les textes et la jurisprudence administrative de première instance.

Tout d'abord, il rappelle, que d'après les travaux préparatoires de la loi du 29 Décembre 1983, le législateur a entendu transférer aux communes les ports de plaisance même lorsque l'acte de concession a prévu la réservation de places pour les bateaux de pêche ; le Conseil d'Etat conforte ainsi la doctrine du Gouvernement exprimée dans la circulaire interministérielle du 2 Février 1984 "relative au transfert de compétences en matière de ports maritimes civils" et basée notamment sur la prise en compte de l'activité dominante du port concerné.

La Haute Assemblée confirme ensuite la décision du Tribunal Administratif de Nantes du 12 Novembre 1985 selon laquelle les ouvrages réservés à une flotille de pêche et les pontons flottants, installés à proximité pour l'amarrage des navires de petite plaisance, forment en l'espèce un port unique et que la commune ne peut recevoir compétence pour la partie du port affecté à la plaisance au motif qu'elle en serait concessionnaire, le transfert de compétence en la matière n'étant pas lié au régime domanial en vigueur.

Cet arrêt du Conseil d'Etat permet de constater que le principe de transfert de compétence, prévu par les dispositions législatives de 1983 et qui paraît théoriquement simple, peut, en pratique, poser de sérieuses difficultés pour l'établissement de la liste des ports départementaux et communaux.

Cette analyse des dispositions applicables en matière de création ou d'extension de ports de plaisance aboutit à la conclusion que la réglementation actuelle, même si elle n'est pas totalement satisfaisante, doit cependant permettre de mieux assurer la maîtrise de l'urbanisation du littoral, en contrôlant la réalisation des aménagements et en cernant leurs incidences prévisibles sur l'environnement.

## ANNEXE 7

### ÉQUIPEMENTS SANITAIRES DES PORTS DE PLAISANCE

#### Equipements sanitaires

Il faut tout d'abord noter que les résultats concernant ce problème ne sont pas homogènes et donc pas exploitables en totalité : en effet, si une cinquantaine de ports ont bien répondu qu'ils avaient tant de douches et/ou de WC, d'autres ont répondu évasivement en nombre de sanitaires sans spécifier s'il s'agissait de bloc sanitaire ni, dans l'affirmative, indiquer ce qu'ils comprenaient.

Malgré cela, on observe que l'équipement en douche et en WC est très variable d'un port à l'autre, et malheureusement pas toujours proportionnel au nombre d'anneaux, comme ce devrait être le cas.

En effet, d'après l'article 343 du règlement sanitaire départemental (RSD 95), tout port de moins de 400 anneaux doit comporter 1 groupe sanitaire par 25 anneaux, chaque groupe sanitaire comportant 1 WC, 1 urinoir, 1 lavabo et 1 douche. Au-delà de 400 postes d'amarrage, un coefficient d'abattement de 5 % par tranche de 100 postes peut être appliqué au nombre total d'appareils résultant du calcul précédent.

En fait, il apparaît sur la figure 1, que seulement 9 ports sur 117 respectent en ce domaine la législation.

Ainsi, le nombre d'anneaux/douche varie de 4 (Saint-Martin-de-Ré) à 350 (port de Carnon) si l'on ne tient compte que des réponses sûres, et même à 1300 (Santa-Lucia à Saint-Raphaël) si l'on tient compte des réponses ne précisant pas s'il s'agissait de douches ou de blocs sanitaires.

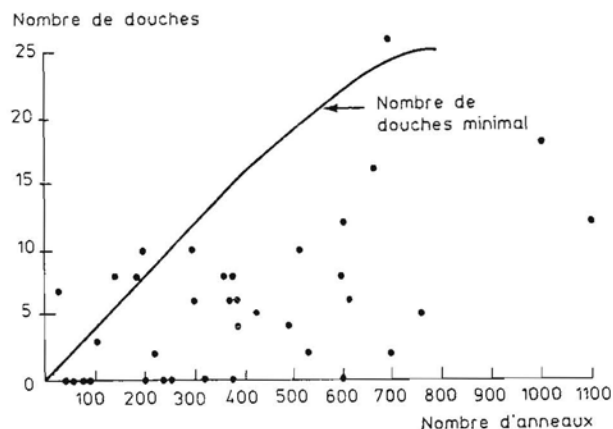


Figure 1 - Relation entre le nombre d'anneaux et le nombre de douches

Extrait de : Les Ports de Plaisance : leurs équipements, leur gestion, résultats d'enquête - D. Robbe - *Bulletin de liaison des laboratoires des Ponts et Chaussées* - 160 - février - mars - 1989 - Réf : 3374 - Document reproduit avec l'autorisation du Laboratoire des Ponts et Chaussées

De plus, certains ports importants tels que Port-Miou à Cassis (600 anneaux) sont totalement dépourvus de ce type d'équipement.

Par ailleurs, il semble que les petits ports (moins de 500 anneaux) soient mieux équipés que les plus importants.

Ainsi, si seulement 26,7 % des ports de plus de 500 anneaux ont moins de 50 anneaux/douche, ce pourcentage passe à 32 % pour les ports de moins de 500 anneaux (pourcentage global de 28,3 %) (fig.2).

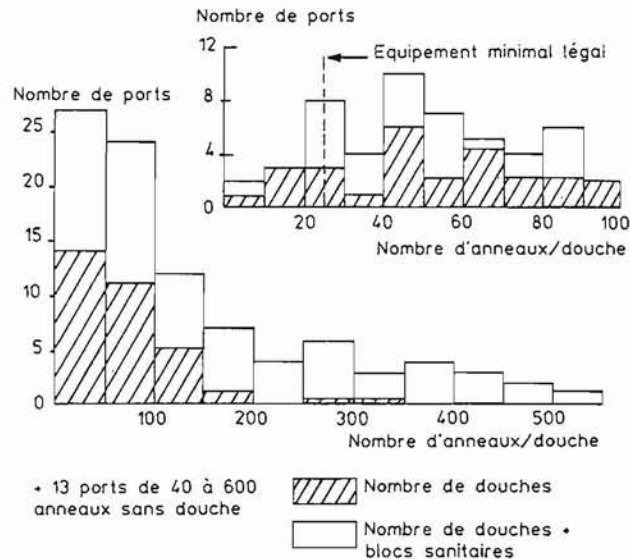


Figure 2 - Fréquence des ports en fonction du rapport du nombre d'anneaux/douche

En ce qui concerne les WC, 11 ports sur 49 (de 40 à 600 anneaux) soit 22,4 %, n'en sont pas pourvus (fig.3). Le nombre d'anneaux/WC varie de 14,5 (Saint-Martin-de-Ré) à 520 (Nice).

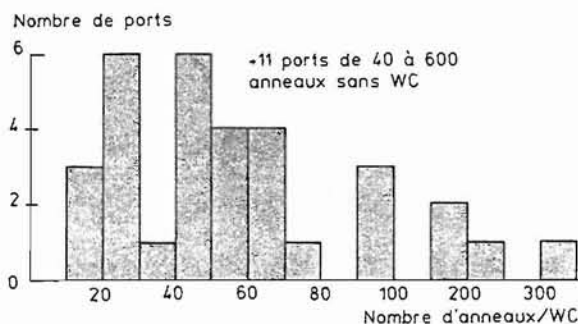


Figure 3 - Fréquence des ports en fonction du rapport nombre d'anneaux/WC

Comme pour les douches, les petits ports semblent mieux équipés que les grands : 47,8 % des ports de moins de 500 anneaux ont 1 WC/50 anneaux, alors que ce pourcentage n'est que de 33,3 % pour les ports de plus de 500 anneaux.

Par ailleurs, lorsque les ports sont équipés, les pourcentages relatifs aux douches et WC sont sensiblement identiques 42,1 % des ports ont moins de 50 anneaux/WC et 81,6 % ont moins de 100 anneaux/WC, alors que ces pourcentages sont de 45,5 % et 78,8 % pour les douches, mais il faut observer qu'il y a plus de petits ports équipés de WC que de douches.



La comparaison des deux façades est également intéressante. Ainsi, pour les douches, on observe un équipement nettement supérieur sur l'Atlantique par rapport à la Méditerranée : parmi les ports équipés, le pourcentage de ports ayant 1 douche pour 50 anneaux est de 50 % sur l'Atlantique et de 35,3 % sur la Méditerranée alors que pour 1 douche/100 anneaux, les pourcentages sont respectivement de 87,5 et 70,6 %. Des résultats du même ordre sont obtenus pour les WC ; sur l'Atlantique 50 % des ports équipés ont 1 WC/50 anneaux et 90 % ont 1 WC/100 anneaux. Sur la façade méditerranéenne, ces pourcentages sont respectivement de 33,3 et 72,2 %.

### **Rejet des eaux usées**

Sur 103 ports ayant répondu à l'enquête, 75 rejettent dans le réseau, 3 directement en station, 7 en fosse septique et les autres dans le milieu naturel.

La ventilation des rejets effectués dans le milieu naturel est la suivante : 9 en mer, 1 dans le chenal, 3 dans le port, 1 dans les calanques et 1 dans l'étang de Berre. Enfin, pour deux ports, le rejet se fait à terre sur un terre-plein et dans des jardins.

Il est à noter que les ports qui rejettent dans le milieu naturel sont essentiellement situés sur le littoral méditerranéen (plus de 90 %).

Ce sont des ports de moins de 600 anneaux, à l'exception de Bandol (1 350 anneaux) et Port-Grimaud (1 200 anneaux), qui rejettent en mer, et surtout du vieux port de Marseille, qui reçoit de nombreux effluents directement dans le port.

Si maintenant on tente d'exploiter simultanément les réponses obtenues à ces deux questions, on constate que, sur 103 réponses, 44 font état d'un traitement en station (propre au port communal), 9 d'un traitement en fosse septique, 37 d'un rejet dans le réseau d'assainissement (ports pour lesquels on imagine que le traitement s'effectue sur la station d'épuration communale), le devenir du rejet n'étant clairement défini que dans une douzaine de cas.

Par ailleurs, la comparaison des réponses obtenues à ces deux questions permet de constater que les rejets effectués dans le milieu naturel ne sont généralement effectués qu'après traitement sur la station. C'est le cas de 8 ports sur 9 qui rejettent dans le milieu naturel et qui ont répondu aux deux questions.

Parmi les rejets effectués directement dans le milieu naturel (sans aucun traitement), un provient de la façade atlantique et quatre de la façade méditerranéenne. Par ailleurs, le nombre de rejets effectués, après traitement dans le milieu naturel est plus élevé sur la façade méditerranéenne (7) que sur la façade atlantique (2).

### **Activités portuaires**

#### *. Carburant*

26,2 % des 103 ports ayant répondu à cette question n'ont pas de carburant, mais il s'agit dans l'ensemble de petits ports, moins de 370 anneaux, à l'exception de Port-Miou (600 anneaux) et du vieux port de Menton (474 anneaux). Parmi les ports distribuant du carburant, 8, soit 11,3 %, ont une installation flottante.

## . Chantiers navals

95 ports ont répondu au questionnaire concernant l'existence de ce type d'activité. Il en ressort que la construction navale est relativement rare (26,3 %) et, curieusement, n'est pas réservée aux grands ports puisque 52,2 % des ports, où existe un chantier de construction, possèdent moins de 500 anneaux, et 87 % moins de 1000 anneaux. Par ailleurs, on effectue des travaux de réparation, entretien et peinture dans tous les ports ayant un chantier de construction, mais pas uniquement là. En effet, 66,4 % des ports déclarent faire de la peinture, 72,4 % de la réparation et 76,8 % de l'entretien.

D'autre part, les ports n'ayant aucune activité navale, ou ayant une activité réduite à l'entretien et à la réparation, sont tous de petite ou moyenne importance (fig.4).

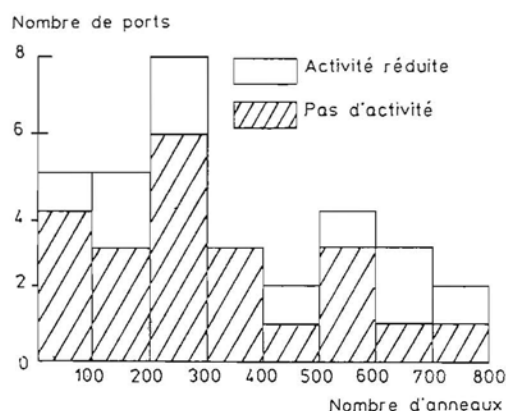


Figure 4 - Fréquence, selon leur taille, des ports n'ayant pas d'activité ou ayant une activité portuaire réduite.

De façon à évaluer la fréquence des activités d'entretien et de peinture, nous avons demandé le nombre d'opérations effectuées annuellement (tableau I).

Tableau I

	Nombre d'opérations effectuées annuellement/anneau					
	< 0,25	< 0,50	< 0,75	< 1	< 2	< 4
Carénages {Atlantique {Méditerranée	33,3	54,6	63,6	90,9	93,9	100
	10,8	29,7	48,7	67,6	94,6	100
Peintures {Atlantique {Méditerranée	46,4	71,4	82,1	100		
	22,6	54,8	74,2	80,7	96,8	100

Tableau I - Fréquence (en %) des carénages et des peintures

Bien que l'écart soit plus faible pour la peinture que pour le carénage, il semble que l'entretien soit globalement plus fréquent en Méditerranée que sur l'Atlantique. Ceci est probablement dû, sur la côte atlantique, à la réalisation d'une partie de ces opérations par échouage à marée basse en zone non portuaire.

Par ailleurs, si la fréquence de carénage semble un peu plus forte que celle relative à la peinture (fig.5 et 6), on reste très éloigné des chiffres correspondant à un entretien soigné des tableaux (1 à 2 carénages par an et 1 peinture par an).

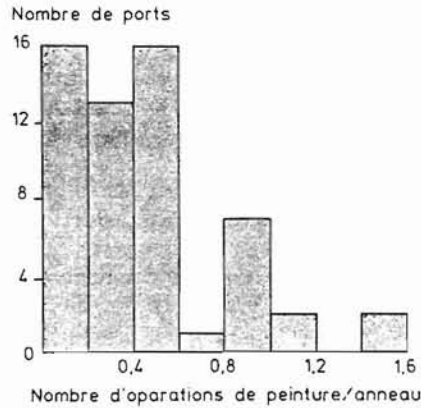


Figure 5 - Fréquence du nombre d'activité peinture effectuée par anneau et par an

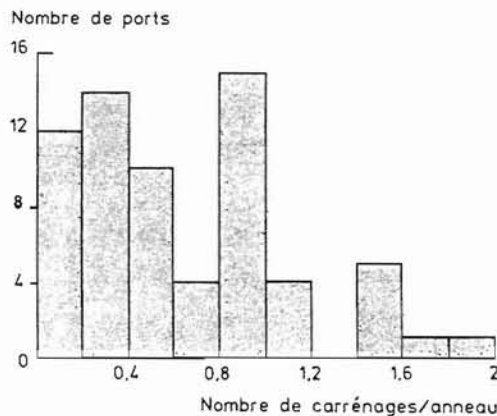


Figure 6 - Fréquence du nombre de carénages effectués par anneau et par an

Toutefois, quelques ports ont une activité de peinture et de carénage très importante. C'est le cas, notamment, pour le carénage de Port-Joinville à l'île d'Yeu (512/an pour 138 anneaux), Saint-Martin-de-Ré (100/an pour 29 anneaux) et Port-Vendres (670/an pour 181 anneaux) et de Port-Vendres pour la peinture (636/an pour 181 anneaux). Il est probable que l'on exécute dans ces trois ports des travaux sur les bateaux ayant un autre port d'attache.

A l'inverse, le nombre d'opérations effectuées dans certains ports est ridiculement faible. Cela s'explique pour Ars-en-Ré et le port de Niel à Giens qui indiquent par ailleurs ne pas effectuer d'entretien et de peinture, mais cela est plus difficilement explicable pour Port-Gallice à Juan-les-Pins (10 peintures/an pour 526 anneaux) ou pour le port de Menton-Garavan (35 peintures/an pour 840 anneaux). En ce qui concerne Saint-Tropez (17 carénages et 10 peintures/an pour 760 anneaux !) nous n'avons pas de renseignements sur l'existence de chantiers.

D'après ce qui précède, il semble que les bateaux soient globalement moins entretenus qu'ils ne devraient l'être. Cela vient-il du fait que les bateaux ne sont effectivement que plus ou moins bien entretenus ou que ces opérations sont effectuées "clandestinement" pour éviter les frais portuaires de mise au sec/mise à l'eau ? Il est possible que la seconde hypothèse soit la bonne...

*. Destinations des eaux provenant des zones d'entretien*

70 ports ont répondu à cette question. 33 pour l'Atlantique et 37 pour la Méditerranée. Sur tout le littoral, ce problème semble peu pris en compte puisque seulement 43,2 % des ports méditerranéens et 60,6 % de ceux de l'Atlantique envoient leurs eaux de chantiers vers le réseau d'assainissement ce qui est très inférieur aux chiffres annoncés pour les eaux venant des sanitaires.

Direction de l'Eau et de la Prévention  
des Pollutions et des Risques

Direction des Ports  
et de la Navigation Maritimes

## METHODOLOGIE

### PORTANT SUR LE PRELEVEMENT ET L'ANALYSE DES DEBLAIS DE DRAGAGE

## 1 ECHANTILLONNAGE

### 1/ Maître d'Oeuvre des Programmes

*Le plan d'échantillonnage et les prélèvements des matériaux clapés sont effectués sous la responsabilité des cellules anti-pollution des ports autonomes ou des départements.*

### 2/ Maillage des prélèvements

*Nota : a/ Le maillage et la fréquence des prélèvements répondent à un compromis permettant d'obtenir une connaissance satisfaisante des matériaux sans que la contrainte financière ou logistique ne devienne insupportable.*

*b/ On parle ici d'échantillons analysés. Chaque analyse est effectuée sur 1 échantillon moyen obtenu à partir de 3 échantillons élémentaires prélevés d'une façon représentative de la zone draguée au plus tard au cours de l'avancement des travaux (cette remarque ne s'applique évidemment pas aux carottes prélevées dans le cadre des travaux neufs - Cf. §3 ci-après).*

*c/ Le rapport établi par le Professeur Latouche a montré qu'il existait de très nettes différences entre les résultats des analyses correspondant à des prélèvements effectués en chenal et en bassin fermé. Il est donc paru nécessaire de tenir compte de cet état de fait dans l'échantillonnage (maillage) et l'analyse des matériaux provenant de ces milieux.*

**Il est apparu nécessaire de faire une distinction entre :**

#### \* Zones à échanges libres :

*Pour ces zones, caractérisées par des échanges importants de masses d'eau dus à de forts courants et/ou à une agitation importante du plan d'eau (houle...), il a été convenu d'adopter la démarche suivante :*

Volumes dragués en place (m <sup>3</sup> )	Nombre d'échantillons à analyser
< 25.000	1
25.000 < < 100.000	2
100.000 < < 250.000	3
250.000 < < 1.000.000	1 échantillon / 100.000 m <sup>3</sup>
> 1.000.000 m <sup>3</sup>	10 échantillons + 1 / 250.000 m <sup>3</sup> au delà de 1.000.000 m <sup>3</sup>

*Le nombre d'échantillons analysés correspond à des volumes dragués dans des conditions homogènes de site, de période et de chantier.*

*Les volumes dragués sont appréciés in-situ. Pour les campagnes d'entretien, la transposition peut être faite en fonction d'un coefficient de transposition adapté, à déterminer au cas par cas.*

**\* Zones confinées :**

*Ces zones sont caractérisées par un faible renouvellement des masses d'eaux. Entrent souvent dans cette catégorie les bassins portuaires fermés soumis à des apports (industriels, dus à réparation navale et sédimentaires divers) et parfois la partie amont des bassins de marée.*

*Une analyse sera effectuée pour chaque opération et par tranche de 5.000 m<sup>3</sup>.*

**\* Ports de plaisance**

Capacité d'accueil	Nombre d'échantillons à analyser
De 1 à 100 bateaux	1
De 100 à 500 bateaux	2
De 500 à 1.000 bateaux	3
Plus de 1.000 bateaux	5

**3/ Méthodes de prélèvement**

***Il s'avère nécessaire d'opérer une distinction entre :***

***Travaux neufs :***

*Les analyses sont effectuées sur chaque grand faciès de carottes prélevées pour l'étude géotechnique (à l'exception des faciès graveleux) (1).*

***Dragages d'entretien :***

*Le prélèvement est effectué avant le début des travaux avec l'outil de dragage ou une benne à main (2) (3).*

*Ces prélèvements seront effectués avant dragage de façon à évaluer les risques induits par les sédiments des zones confinées et pendant le dragage pour les zones libres ainsi que pour les zones confinées lorsqu'il s'agit de répétition d'opération.*

*Nota : (1) : Travaux neufs : il s'agit d'opérations soumises à la procédure d'Etude d'impact.*

*(2) : Il n'est pas réaliste, pour des raisons à la fois d'ordre logistique et financier, de demander des prélèvements de carottes autre que dans le cas des travaux neufs. De plus, pour les dragages d'entretien dans des bassins à sédimentation rapide, la fréquence de dragage est telle que l'analyse de carotte n'apporte pas d'information complémentaire par rapport à l'analyse d'échantillons de surface (Etude Ministère de l'Environnement / P.A. Nantes St. Nazaire).*

*(3) : Il n'est pas indispensable d'effectuer les prélèvements dans la drague car les pertes de micropolluants par lessivage ne peuvent concerner que les polluants adsorbés, soit des quantités généralement très faibles par rapport aux quantités totales et même probablement inférieures à l'erreur analytique (Etude Ministère de l'Environnement / P.A. Nantes St. Nazaire).*

**4/ Fréquence des prélèvements**

***Zones libres :***

*Les analyses indiquées précédemment (cf. Maillage des prélèvements) correspondent à une période de 3 ans. S'il apparaît que les teneurs en composants, notamment ceux figurant à l'annexe I des Conventions d'Oslo et de Londres sur la prévention de la pollution marine résultant des opérations d'immersion ainsi qu'à l'Annexe I du Protocole "Immersion" de la Convention de Barcelone, sont particulièrement élevées par rapport aux teneurs locales prises en référence (cf. chap. Analyses, §6) cette périodicité doit être ramenée à 1 an.*

### **Zones confinées :**

*Les analyses sont à effectuer à chaque opération .*

### **Ports de plaisance :**

*Les analyses sont à effectuer tous les cinq ans pour un port de plaisance de moins de 1.000 bateaux ou tous les trois ans dans les ports de plus de 1.000 bateaux et avant chaque opération si la fréquence de dragage est inférieure à ce seuil.*

## **5/ Conditionnement et conservation des échantillons**

*Pour les carottes, il faut conserver séparément chaque grand faciès.*

*Pour les analyses courantes (granulométrie, dosage du COT) et celle des métaux lourds, les échantillons sont placés dans des sacs en plastique et conservés en glacière.*

*Pour les PCB et les hydrocarbures, les échantillons sont placés dans des bocaux en verre préalablement rincés à l'hexane de qualité appropriée, séchés à 110°C et bouchés à l'émeri. Les bocaux sont ensuite conservés en glacière. Si les flacons de verre ne sont pas rincés à l'hexane, ils doivent être décontaminés à 300°C pendant 6 heures.*

*Les bocaux de verre peuvent être remplacés par des conteneurs en téflon.*

## **2 ANALYSES**

### **1/ Laboratoires devant réaliser les analyses**

*Seuls peuvent effectuer les analyses les laboratoires agréés pour ce type d'analyse par le Ministère de l'Environnement.*

- Nota :*
- \* Le Groupe de travail chargé de l'élaboration de ce présent document a été chargé de la sélection des laboratoires. Cette sélection a été effectuée après dépouillement des réponses à un questionnaire diffusé par le Ministère de l'Environnement.*
  - \* Tout laboratoire peut à tout moment solliciter son homologation de la part du Groupe de travail sur la base des réponses qu'il apportera au questionnaire dont le texte est disponible auprès du Ministère de l'Environnement .*
  - \* Les laboratoires sélectionnés devront par la suite satisfaire à des exercices d'intercalibration.*

### **2/ Matériaux analysés**

*Les analyses de micropolluants seront effectuées sur la fraction dite totale mais limitée à la fraction inférieure à 2 mm obtenue par tamisage sur tamis non métalliques puis lyophilisés.*

- Nota :*
- \* Cette procédure recommandée par la Convention d'Oslo sur les immersions permet d'effectuer directement des calculs de flux mais ne permet le plus souvent de mettre en évidence des apports anthropiques que par comparaison des résultats avec les caractéristiques du sédiment.*

### **3/ Analyses à effectuer**

#### **a) Caractérisation du sédiment**

- granulométrie au minimum jusqu'à 63 microns et, dans la mesure du possible, quantification de la teneur inférieure à 2 microns ;*
- teneur en Al sur la fraction < 2 mm ;*
- teneur en COT sur la fraction inférieure à 2 mm.*

*Nota :* Ces paramètres s'avèrent indispensables pour interpréter les résultats.

#### **b) Nutrients**

*Le dosage de N et de P sera effectué si les matériaux sont déversés dans un milieu sensible aux nutriments.*

- Nota :* Il n'existe pas actuellement assez d'éléments qui permettent de juger de l'impact d'apports de nutriments sur le milieu marin, cet impact dépendant de la sensibilité du milieu récepteur.

### c) microbiologie

*Le dénombrement des germes témoins de contamination fécale pourra être effectué si les matériaux sont déversés au voisinage d'une zone conchylicole.*

### d) micropolluants dans la fraction inférieure à 2 mm

*Il est indispensable de doser les éléments répertoriés dans l'Annexe I des Conventions de Londres, d'Oslo et de Barcelone (Protocole "Immersion") : Cd, Hg, et PCB. Toutefois, il sera effectué a priori l'analyse des PCB sur 1 échantillon analysé sur trois (Cf. I-2-b) en raison des difficultés d'analyse et d'interprétation.*

*Si la moyenne des échantillons analysés fait apparaître une teneur supérieure à 1 mg/kg, il sera procédé à la recherche des PCB dans les autres échantillons. En ce qui concerne les éléments répertoriés dans l'annexe II des conventions de Londres et d'Oslo, seront analysés As, Cr, Cu, Ni, Pb et Zn.*

*Nota : Les constituants spécifiques des rejets industriels et sporadiques inclus dans l'Annexe II (pesticides, fluorures, cyanures, Be) ainsi que les hydrocarbures polycycliques (PAH) ne seront analysés que dans le cas d'études particulières.*

## 4/ Méthodes utilisées

\* **AI** : Absorption atomique en flamme après fusion alcaline ;

\* **C** : Méthode retenue au titre du Réseau National d'Observation de la Qualité du Milieu Marin (RNO) ou méthode équivalente : norme AFNOR X 31 109.

### \* Microbiologie

- *Escherichia coli* : norme AFNOR T90-413
- *Streptocoques fécaux* : norme ISO/DIS 7899/1
- *Spores d'anaérobies sulfite-réductrices* : norme AFNOR T90-417

\* **N et P** : Méthodes existantes à préciser par l'organisme demandeur ;

\* **PCB** : Analyse par chromatographie en phase gazeuse en colonne capillaire et quantification basée sur un profil DP5, DP6 ou AROCLOR (Manuel RNO).

*Nota : L'analyse des PCB par isomères ne paraît pas justifiée tant que les Groupes de travail des Conventions d'Oslo et de Paris n'auront pas défini les isomères représentatifs de la pollution par les PCB.*

\* **Métaux** : Dosages totaux pour Cd, Cr, Cu, Ni, Pb et Zn selon norme AFNOR X 31 151 (méthode NF).

\* **As** : Méthode des hydrures.

*Nota : La détermination des traces (quelques mg/kg) présente des difficultés liées aux pertes lors de la minéralisation et au manque de reproductibilité.*

\* **Hg** : Méthode utilisée dans le cadre du RNO.

*Nota : Dans le cas général on n'effectuera que le dosage total des micro-polluants inorganiques. Le Ministère de l'Environnement peut imposer une étude spécifique complémentaire visant à apprécier la mobilité ou le risque de mobilisation potentielle des micro-polluants.*

## 5/ Déroulement des Etudes

*Lorsque l'on ne dispose d'aucune connaissance du site, on effectuera le dosage des nutriments C et éventuellement N et P, des éléments de l'annexe I des Conventions d'Oslo et de Londres sur la prévention de la Pollution des mers résultant des opérations d'immersion (Cd, Hg, PCB) et des éléments suivants de l'annexe II des dites conventions (As, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn). Si, sur un site donné, il n'y a pas de nouvelles installations ni de variabilité au cours du temps, on pourra envisager ultérieurement de réduire le nombre d'éléments analysés ainsi que leurs fréquences.*

## 6/ Note sur l'interprétation

*Dans l'état actuel de nos connaissances, il n'est pas réaliste de considérer les valeurs obtenues dans l'absolu. Une interprétation raisonnée ne peut être fondée que sur une comparaison avec des valeurs relatives aux sites eux-mêmes. Dans ce but, il appartiendra à chaque maître d'ouvrage de se constituer un ensemble de données de référence définissant les teneurs en éléments métalliques et en micropolluants organiques des matériaux à l'origine, dans le temps et dans l'espace, de ceux du site considéré. Sur un plan général, les principes de l'interprétation font actuellement l'objet d'un travail de réflexion. Les résultats seront diffusés dans une circulaire ultérieure.*



## CARACTERISATION DE DEBLAIS DE DRAGAGES DESTINES A L'IMMERSION

### I/ CARACTERISATION DE LA ZONE DRAGUEE

- localisation géographique (joindre plan)

- nom :

- nature de la zone : ouverte  confinée  port de plaisance

### II/ CARACTERISATION DU DRAGAGE

- nature : (entretien, approfondissement, travaux neufs, ..)

- méthode :

- date du dragage : début : ..... fin : .....

- volume dragué in situ :

### III/ CARACTERISATION DE LA ZONE D'IMMERSION

- nature de la zone d'immersion

amont de limite de la mer .....

amont ligne de base (eaux maritimes intérieures) .....

aval ligne de base (eaux territoriales) .....

- coordonnées de la zone d'immersion (joindre plan) : X : ..... Y : .....

- Profondeur : .....

- Courants : Direction ..... Vitesse maximale .....

- Méthode d'immersion : à l'ancre  en marche

- volume clapé (m3 de mixture) : ..... tonnage correspondant (t.de matière sèche) : .....

### IV/ PRELEVEMENT

- organisme préleveur

- numéro d'ordre et localisation des échantillons selon le plan ci-joint

- technique de prélèvement

engin de dragage  carottier  benne à main

autre (à préciser)

- nature (description visuelle) des prélèvements

## V/ ANALYSE

- laboratoire ayant effectué les analyses

- méthodes utilisées et seuils de détection

Paramètres	Méthodes	Seuils
Al .....		
As .....		
Cd .....		
Cr .....		
Cu .....		
Hg .....		
Ni .....		
Pb .....		
Zn .....		
Granulométrie...		
COT.....		
PCB.....		
.....		
.....		
.....		
.....		
.....		

## VI / RESULTATS

Paramètres	Echantillons					
	1	2	3	4	5	6
- Caractérisation du sédiment						
% < 2mm						
% < 63 microns dans la fraction < 2 mm						
% < 2 microns dans la fraction < 2mm						
Al (mg/kg sec)						
Carbone organique total (%)						
- Micropolluants organiques sur fraction < 2 mm						
PCB (mg/kg sec)						
- Micropolluants inorganiques totaux sur fraction < 2 mm						
As (mg/kg sec)						
Cd (mg/kg sec)						
Cu (mg/kg sec)						
Cr (mg/kg sec)						
Hg (mg/kg sec)						
Ni (mg/kg sec)						
Pb (mg/kg sec)						
Zn (mg/kg sec)						
- Autres (N Kjeld. P. tot., PAH, pesticides fluorures, cyanures, Be, ...)						
.....						
.....						
.....						
.....						
.....						

## ANNEXE 9

### **CONVENTION POUR LA PRÉVENTION DE LA POLLUTION MARINE PAR LES OPÉRATIONS D'IMMERSION EFFECTUÉES PAR LES NAVIRES ET AÉRONEFS 17ème RÉUNION DU COMITÉ CONSULTATIF PERMANENT DE CONSEIL SCIENTIFIQUE Edimbourg : 26-30 mars 1990**

#### **PROJET DE LIGNES DIRECTRICES COMMISSION D'OSLO SUR LA GESTION DES ACTIVITES DE DRAGAGE**

##### ***INTRODUCTION***

1. Les présentes lignes directrices sont conçues pour faciliter le travail des Parties contractantes dans la gestion des activités de dragage, dans des conditions telles que cette gestion puisse empêcher la pollution du milieu marin. Conformément au mandat de la Commission d'Oslo, les lignes directrices portent spécifiquement sur l'élimination des matériaux de dragage par immersion (dans les eaux de la Convention d'Oslo). Il convient toutefois de reconnaître qu'aussi bien l'enlèvement que l'élimination des sédiments dragués est susceptible de porter atteinte au milieu marin. En conséquence, les Parties contractantes sont incitées à exercer un contrôle sur les opérations de dragage, et en particulier à faire en sorte que le choix du matériel de dragage minimise la suspension des polluants et des sédiments fins sur les lieux de dragage. L'on pourra se procurer, auprès d'un certain nombre d'organisations internationales, et notamment la "Permanent International Association of Navigation Congresses (PIANC), 1986 "Disposal of Dredged Material at Sea" (l'élimination des matériaux de dragage en mer) (CLI/SG9/2/1) des conseils sur les techniques de dragage tolérables du point de vue environnemental.

2. Les lignes directrices sont divisées en deux parties : la Partie A traite de l'évaluation et de la gestion de l'élimination des matériaux de dragage, tandis que la partie B donne des indications sur la conception et la réalisation de la surveillance des zones d'élimination en mer. Dans ce contexte, il convient de noter que, au titre de chacune des opérations de dragage autorisées, les agences, réglementaires devraient procéder à leurs évaluations des hypothèses d'impact concises (voir partie B, paragraphe 5 à 12). Cette hypothèse d'impact constituera la base principale de la conception des activités post-opérationnelles de surveillance.

3. Les lignes directrices commencent par un résumé des articles de et des annexes à la Convention d'Oslo qui ont trait au contrôle des activités de dragage, et se poursuivent par des indications sur les conditions dans lesquelles les permis sont susceptibles d'être accordés. Les chapitres 3, 5 et 6 ont trait aux considérations pertinentes de l'annexe III à la Convention, à savoir caractéristiques des matériaux de dragage (Annexe III, Section I), caractéristiques de la zone d'immersion et méthode de dépôt (Annexe III, Section 2), ces chapitres faisant en outre état de considérations et de conditions générales (Annexe III, Section 3). Le chapitre 4 donne des conseils complémentaires sur l'échantillonnage et l'analyse des matériaux de dragage.

## ***PARTIE A : EVALUATION ET GESTION DES MATERIAUX DE DRAGAGE***

1.1. Conformément à l'Article 5 de la Convention d'Oslo, les Parties contractantes interdisent l'immersion des déblais de dragage contenant des substances répertoriées à l'Annexe 1 sauf si les déblais de dragage peuvent être exemptes en vertu de l'article 8 (2) (polluants en traces) ou, dans le cas composés organohalogénés, qui "se transforment rapidement dans la mer en substances biologiquement inoffensives" (Annexe I, paragraphe I).

1.2. De plus, conformément à l'article 6 de la Convention, les Parties contractantes délivreront des permis spécifiques pour l'immersion des déblais de dragage contenant des quantités importantes de substances répertoriées à l'Annexe II et, conformément au paragraphe I de l'Annexe II, elles feront en sorte que des précautions spéciales soient prises dans l'immersion de ces déblais de dragage.

1.3. Dans les cas des déblais de dragage non-soumis aux dispositions des Articles 5 et 6, les Parties contractantes sont tenues, en vertu de l'Article 7, de délivrer un permis général avant l'immersion.

1.4. Les dispositions de l'Annexe III à la Convention s'appliquent lorsque les permis d'immersion de déblais de dragage sont délivrés dans les conditions stipulées aux articles 6 et 7.

1.5. En ce qui concerne la mise en oeuvre des Articles 8 (2) et du paragraphe I de l'Annexe I relativement aux déblais de dragage, la Commission est convenue que les déblais de dragage sont exemptes de la Procédure de Consultation Préalable relative à l'immersion de déchets contenant des substances de l'Annexe I.

1.6. Les présentes lignes directrices pour l'élimination des déblais de dragage, qui contiennent des conseils sur l'échantillonnage et l'analyse des déblais de dragages, serviront de guide aux Parties contractantes dans

1. l'accomplissement des obligations qui sont les leurs quant à la délivrance de permis d'immersion de déblais de dragage dans les conditions prévues par la Convention.
2. la communication de données fiables sur les apports de polluants aux eaux de la Convention par suite de l'immersion de déblais de dragage.

## **2. CONDITIONS DANS LESQUELLES LES PERMIS D'IMMERSION DE MATERIAUX DE DRAGAGE PEUVENT ETRE ACCORDES.**

2.1 Pour pouvoir définir les conditions dans lesquelles les permis d'immersion de matériaux de dragage sont susceptibles d'être accordés, les Parties contractantes devraient élaborer des critères à l'échelon national, critères satisfaisant aux dispositions des Articles 5, 6, 7 et 8 de la Convention d'Oslo.

2.2. Ces critères pourront être les suivants :

1. critères de qualité des sédiments, par exemple, fondés sur les caractéristiques chimiques et/ou des effets biologiques,
2. données de référence liées à telles ou telles méthodes d'élimination ou à telles zones d'élimination,
3. effets environnementaux spécifiques aux immersions de matériaux de dragage, devant être empêchés en dehors des zones d'élimination désignées.

2.3. En ce qui concerne l'élaboration des critères de qualité des sédiments et des données de référence évoqués aux paragraphes 2.2.1 et 2.2.2 ci-dessus, il convient de tenir compte des indications ci-après. En évaluant l'importance environnementale de l'élimination en mer des matériaux de dragage non exemptés d'analyses suivant les dispositions du paragraphe 3.3 des lignes directrices, il est nécessaire :

- a) de considérer la contribution de l'élimination aux flux locaux de polluants persistants,
- b) de comparer les teneurs en polluants à des critères appropriés de qualité des sédiments.

Les critères peuvent être constitués par des teneurs chimiques et/ou des réactions biologiques quantifiables qui, de l'avis de l'agence réglementaire, reflètent les sédiments non pollués de la zone à draguer ou les caractéristiques qui ont des conséquences négligeables pour le système récepteur. Les critères devraient être réduits de l'étude de sédiments présentant des propriétés géochimiques analogues à celles des sédiments à draguer. Ainsi, suivant la variation naturelles des sédiments et de la géochimie, il peut s'avérer nécessaire d'élaborer des séries individuelles de critères pour la zone dans laquelle le dragage est réalisé.

2.4. Dans l'éventualité où les critères et les plafonds réglementaires correspondants ne peuvent être satisfaits, une Partie contractante ne devrait pas accorder de permis sauf si un examen approfondi dans les conditions visées au Section 3 (b) de l'Annexe III indique que, néanmoins, l'élimination en mer constitue l'option la moins préjudiciable. Si une telle conclusion est tirée, la Partie contractante accorde un permis spécifique et prend toutes les mesures pratiques afin de mitiger l'impact que l'opération d'élimination a sur le milieu marin, en ayant, par exemple, recours à des méthodes de confinement ou de traitement, ainsi qu'en mettant en oeuvre un programme de réduction à la source, programme visant à satisfaire aux critères établis. Dans tous ces cas, il est nécessaire de préparer une hypothèse d'impact détaillée et d'instaurer une surveillance conçue afin de contrôler tout effet préjudiciable tel que prévu du fait de l'immersion.

2.5. Pour évaluer les possibilités d'harmonisation ou de consolidation des critères de qualité des sédiments, les Parties contractantes sont priées de communiquer à la Commission d'Oslo les critères adoptés, ainsi que les éléments scientifiques à la base de l'élaboration des dits critères.

2.6. Dans la gestion des activités de dragage, l'un des éléments importants des présentes lignes directrices tient à la préparation d'une hypothèse d'impact au titre de chacune des opérations d'immersion en mer. En concluant leur évaluation des conséquences environnementales de ces opérations, avant que le permis ne soit accordé, les parties contractantes devraient formuler des hypothèses d'impact conformément aux indications données en partie B, paragraphes 6 à 9.

### **3. APPRECIATION DES CARACTERISTIQUES ET DE LA COMPOSITION DES DEBLAIS DE DRAGAGE.**

- (a) Quantité et composition
- (b) Quantité des substances et matériaux devant être immergés par jour (par semaine, par mois)
- (c) Forme sous laquelle les déchets sont destinés à être immergés, c'est-à-dire solide, boueuse ou liquide

3.1. Pour tous les déblais de dragage à éliminer en mer, les renseignements suivants doivent être obtenus :

- tonnage net à l'état humide, par zone d'immersion (par unité de temps),
- méthode de dragage,
- détermination visuelle des caractéristiques des sédiments (argile-vase/sable/gravier/roches.

3.2. Pour pouvoir juger de la capacité de la zone à recevoir des déblais de dragage, des taux de charges anticipés (p.ex. quotidiens), ou, dans les cas des zones déjà utilisées, les taux réels de chargement (fréquence des opérations et quantités de déblais de dragage immergées à chaque opération par unité de temps) doivent être pris en considération.

3.3. En l'absence de sources appréciables de pollution, les matériaux de dragage peuvent être exemptés des analyses visées aux paragraphes 3.5 et 3.8 des présentes lignes directrices, sous réserve qu'ils répondent à l'un des critères ci-dessous énumérés ; dans de tels cas, il convient de tenir compte des dispositions des Sections 2 et 3 de l'Annexe III (voir chapitres 5 et 6 ci-après) :

1. les matériaux dragués sont surtout composés de sable, de gravier ou de roche, et sont extraits de zones à fort courant ou de houle à haute énergie, telles que les cours d'eau aux lits fortement chargés ou les zones côtières à barres et chenaux mobiles,

2. Les matériaux dragués sont destinés à nourrir ou à restaurer les plages et sont surtout composés de sable, de gravier ou de coquillages dont la granulométrie est compatible avec le matériau des plages réceptrices,

3. En l'absence de sources appréciables de pollution, les matériaux de dragage ne dépassant pas 10 000 tonnes par an et engendrés par de petites opérations de dragage isolés et uniques, p.ex. dans les ports de plaisance ou les petits ports de pêche, peuvent être exemptés. Les quantités plus importantes que celle-ci peuvent être elles aussi exemptées si le matériau dont on envisage l'élimination en mer est éloigné des sources connues, existantes et historiques de pollution, de telle sorte que l'on est raisonnablement certain que ce matériau n'a pas été pollué. Ceci engloberait des matériaux d'origine exclusivement marine.

(d) Propriétés physiques (en particulier solubilité et densité), chimiques, biochimiques (demande en oxygène, apport nutritif) et biologiques (présence de virus, bactéries, levures, parasites, etc.).

3.4. Dans le cas de déblais de dragage ne répondant pas aux exemptions stipulées au paragraphe 3.3, des renseignements complémentaires sont nécessaires pour apprécier pleinement l'impact. Il se peut que les renseignements en question puissent être obtenus auprès de sources existantes, par exemple par suite d'observations faites sur le terrain quant à l'impact de matériaux analogues sur des lieux semblables, ou du fait des résultats d'analyses antérieures sur des matériaux analogues dosés pendant les cinq derniers ans, ou encore de la connaissance que l'on a des rejets locaux ou autres sources de pollution, connaissance étayée par des analyses sélectives.

3.5. A titre de première étape, une caractérisation chimique est nécessaire afin d'estimer les charges brutes de polluants, surtout dans les cas des nouvelles opérations de dragage. En ce qui concerne les éléments et les composés à analyser, les exigences de la Commission sont exposées aux paragraphes 4.11 à 4.15.

3.6. Lorsque les renseignements stipulés au paragraphe 3.4 indiquent, parallèlement à la connaissance que l'on a de la zone réceptrice, que le matériau à immerger possède des propriétés chimiques et physiques très semblables à celles des sédiments du lieu envisagé pour l'immersion, il se peut que les analyses chimiques et biologiques décrites au paragraphe 3.8 aux fins de la définition des "polluants en traces" et de "l'innocuité biologique" ne soient nécessaires.

(e) Toxicité  
(f) Persistance  
(c) Accumulation dans les matières ou sédiments biologiques

3.7. Le but des analyses stipulées au présent chapitre est de savoir si l'élimination en mer de déblais de dragage contenant des substances des Annexes I et II est susceptible d'avoir des effets indésirables, en particulier des effets toxiques, chroniques ou aigus chez les organismes marins ou pour la santé de l'homme, du fait ou non de leur bioaccumulation dans les organismes marins et surtout dans les espèces comestibles.

3.8. Les procédures d'analyse biologique ci-après ne sont peut-être pas nécessaires si la caractérisation antérieure du matériau et de la zone réceptrice permet d'apprécier l'impact environnemental. Si toutefois, l'analyse antérieure du matériau montre que des substances de l'Annexe I ou de l'Annexe II sont présentes en quantités considérables, ou qu'il contient des substances dont on ne connaît pas les effets biologiques, et si les effets antagonistes ou synergiques de plus d'une substance sont préoccupants, s'il y a un quelconque doute quant à

la composition ou aux propriétés exactes du matériau, il se peut qu'il soit nécessaire de mettre en oeuvre les procédures d'analyse biologique. Ces analyses devront être faites à l'aide de la phase solide, sur la macrofaune benthique, dont éventuellement les analyses suivantes :

- analyses de toxicité aiguë,
- analyses de toxicité chronique, capables d'évaluer les effets subléthaux à long terme, telles qu'analyses biologiques sur la totalité du cycle de vie,
- analyses visant à déterminer la bioaccumulation potentielle de la substance préoccupante.

3.9. Lorsqu'elles pénètrent dans le milieu marin les substances présentes dans les déblais de dragage subissent parfois des modifications physiques et chimiques qui influent directement sur la libération, la rétention, la transformation et/ou la toxicité de ces substances. Pour apprécier les conditions réelles ou futures du lieu de l'immersion, il conviendra de tenir tout particulièrement compte de cet état de choses en procédant aux diverses analyses ci-dessus citées ainsi que dans l'interprétation de leurs résultats.

(h) Transformations chimiques et physiques des déchets après déversement, notamment formation éventuelle de nouveaux composés

3.10. Après immersion, les polluants contenus dans les déblais de dragage sont parfois transformés en substances plus ou moins nocives du fait de l'intervention de processus physiques, chimiques et biologiques. La sensibilité des déblais de dragage à de telles modifications doit être considérée à la lumière du devenir final et des effets des déblais de dragage. Dans ce contexte, la vérification sur le terrain des effets prédits présente une importance considérable.

(i) Probabilité d'altération diminuant la possibilité de commercialisation des ressources (poissons, mollusques, etc.).

3.11. Il est recommandé de procéder à une bonne sélection de la zone d'immersion plutôt qu'à des essais en application réelle. Pour minimiser l'impact sur les zones de pêche d'agrément ou sur les zones de pêche commerciale, la sélection de l'emplacement constitue un élément essentiel dans la protection des ressources ; elle est abordée de façon plus approfondie en Section 3 (a) de l'Annexe III. (On trouvera au chapitre 6 ci-après des indications complémentaires sur la mise en oeuvre de la Section 3 (a) de l'Annexe III).

#### **4. LIGNES DIRECTRICES SUR L'ECHANTILLONNAGE ET L'ANALYSE DES DEBLAIS DE DRAGAGE.**

##### **L'échantillonnage des matériaux dragués dans le cadre de nouvelles opérations aux fins de la délivrance d'un permis d'immersion.**

4.1. Dans le cas des matériaux de dragage obtenus lors d'une nouvelle opération et requérant une analyse (autrement dit, non exemptés en vertu des lignes directrices données au paragraphe 3.3). les lignes directrices suivantes indiquent comment obtenir des données analytiques suffisantes aux fins de la délivrance du permis. Le jugement et la connaissance des conditions locales jouent un rôle fondamental dans l'application de ces lignes directrices à telle ou telle opération.



4.2. On procédera à une étude in situ de la zone à draguer. La distribution des stations d'échantillonnage doit refléter la taille de la zone à draguer, le volume à draguer et la variabilité probable dans la distribution horizontale et verticale des polluants. On prélèvera des carottes là où la profondeur du dragage et où la distribution verticale probable des polluants le justifient, faute de quoi un prélèvement par benne preneuse est considéré comme adéquat.

4.3. Le tableau ci-après donne des indications sur le nombre de stations qu'il convient d'échantillonner afin d'obtenir des résultats représentatifs si l'on présume que la région à draguer est raisonnablement uniforme :

<b>Volume dragué (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Nombre de Stations</b>
Jusqu'à 25 000	3
25 000 - 100 000	4 - 6
100 000 - 500 000	7 - 15
500 000 - 2 000 000	16 - 30
> 2 000 000	10 de plus par million de m <sup>3</sup> supplémentaire

4.4. Normalement, les échantillons prélevés à chaque station doivent être analysés séparément. Toutefois, si de toute évidence les sédiments sont homogènes par leurs caractéristiques (granulométrie, fractions et matière organique) et le niveau probable de la pollution, il est possible de former des échantillons composites avec des échantillons prélevés en des emplacements adjacents, à raison de deux ou plus à la fois, sous réserve que des précautions aient été prises afin que les résultats donnent une teneur moyenne justifiée en polluants. Les échantillons d'origine doivent être conservés jusqu'à ce que l'opération autorisée soit achevée, ce dans l'éventualité où les résultats indiqueraient que de nouvelles analyses sont nécessaires.

4.5. Dans le cas des dragages aux fins des programmes de grands travaux, les autorités nationales pourront tenir compte de la nature du matériau à éliminer en mer (p.ex. de la roche), en exemptant une partie du matériau des dispositions qui, dans les présentes lignes directrices, ont trait à l'échantillonnage et à l'analyse. D'un autre côté, les matériaux dragués dans des zones susceptibles de contenir des sédiments pollués doivent être soumis à une caractérisation dans les conditions prévues par les présentes lignes directrices, et notamment dans celles du paragraphe 3.5.

### **Fréquence des échantillons**

4.6. Si l'analyse initiale met en évidence une pollution importante, il conviendra d'analyser tous les ans les polluants correspondants. Si le taux de sédimentation de la zone de dragage est rapide, ou s'il n'existe d'autres indices d'une modification rapide des facteurs environnementaux, le protocole d'échantillonnage doit être répété au complet tous les ans.

4.7. Il est peut-être possible, au vu de l'étude initiale, de réduire soit le nombre de stations d'échantillonnage, soit le nombre de paramètres, tout en obtenant suffisamment de renseignements pour confirmer l'analyse initiale aux fins de la délivrance du permis. Si un programme d'échantillonnage ainsi réduit ne confirme pas l'analyse antérieure, l'étude initiale doit être réitérée. Si l'on réduit le nombre de paramètres à doser de façon répétitive, une nouvelle analyse de tous les paramètres énumérés sur la liste est conseillée à intervalles de cinq ans.

4.8. Si l'étude initiale prouve que le matériau est essentiellement propre, il est superflu de répéter les études à une fréquence supérieure à 5 ans.

4.9. L'on argue souvent que l'analyse des échantillons prélevés dans les chalands chargés de déblais de dragage est plus représentative de la charge à immerger. Toutefois, l'expérience donne à penser qu'il est plus difficile de prélever dans les charges des chalands des échantillons bien représentatifs, l'hétérogénéité du matériau augmentant pendant le dragage lui-même. Il est donc considéré que ces échantillons n'ont guère de valeur dans l'analyse confirmatoire, quoiqu'ils puissent être précieux pour définir les "points chauds" localisés.

### **Communication des données sur les apports**

4.10. Le plan d'échantillonnage ci-dessus décrit fournit des renseignements aux fins de la délivrance des permis. Toutefois, on peut aussi s'appuyer sur ce plan pour estimer le total des apports et, pour l'instant, ce plan peut être considéré comme la stratégie la plus précise à cet égard. Dans ce contexte, il est présumé que les matériaux exemptés d'analyse représentent des apports insignifiants de matières polluantes.

### **Paramètres et méthodes**

4.11. Dans les cas où l'analyse est nécessaire, elle devient alors obligatoire pour les métaux des Annexes I et II. Pour ceux-ci, un lessivage à l'acide fort (comparable à l'eau régale) ainsi qu'une analyse SAA peut donner un dosage de la fraction susceptible d'être biologiquement disponible, dosage à la limite de la surestimation (ce qui ménage une marge de sécurité) et qui peut être raisonnablement bien répété.

4.12. En ce qui concerne les organochlorés, la méthode des OCIE totaux peut constituer un moyen utile pour analyser les échantillons afin de détecter les composés organochlorés ; toutefois, une expérience plus approfondie est nécessaire pour apprécier la valeur de cette méthode. Les PCB restant d'importants polluants environnementaux, ils doivent être dosés sur les matériaux non exemptés. D'autres organohalogénés doivent aussi être dosés s'ils sont susceptibles d'être présents en raison d'apports locaux.

4.13. Lorsque nécessaire, les PCB doivent être analysés par la méthode actuellement appliquée par le laboratoire chargé de l'enquête. Les résultats de ces analyses doivent être considérés comme reflétant de façon qualitative la présence de PCB dans les sédiments à draguer. Les congénères suivants doivent être analysés au premier chef :

**IUPAC N° 28, 52, 101, 118, 153, 138 et 180**

Le cas échéant, et suivant la source d'échantillon, les congénères complémentaires suivants devront être quantifiés :

**IUPAC N° 18, 31, 44, 66/95, 110, 149, 187 et 170**

4.14. De plus, l'autorité chargée de la délivrance du permis doit considérer avec attention les apports locaux spécifiques, y compris la probabilité d'une pollution par de l'arsenic, des hydrocarbures, des HAP et, dans les ports de plaisance, des organostanneux. L'autorité doit prendre des dispositions afin de doser ces substances le cas échéant.

4.15. La teneur totale en polluants dans les sédiments doit être déterminée. L'analyse doit donc normalement s'effectuer sur la totalité de l'échantillon ; cependant les matériaux dont la granulométrie est supérieure à 2 mm doivent être exclus. Si la fraction au dessus de 2 mm constitue une part importante, la teneur totale en polluants doit être recalculée en tenant compte de la fraction supérieure à 2 mm. Il sera par ailleurs nécessaire, pour pouvoir apprécier l'impact probable des polluants grâce aux données sur les teneurs, de fournir des renseignements sur :

- la densité
  - le pourcentage de solides
- ] en tenant compte de la collecte et  
de la manipulation des échantillons
- les fractions granulométriques (% de sable, de vase, d'argile)
  - le carbone organique total (COT) en dessous de 2 mm.

Lorsque les techniques de normalisation sont appliquées à l'évaluation de la qualité des sédiments le Conseil ACMP qui est en appendice aux présentes lignes directrices doit être pris en compte.

## **5. CARACTERISTIQUES DU LIEU DE L'IMMERSION ET METHODE D'IMMERSION**

5.1. Les études du GESAMP (1) (Rapports et études n° 16 : Critères scientifiques de sélection des zones d'élimination des déchets en mer, OMI 1982) (Reports and Studies n° 16 : Scientific Criteria for the Selection of Waste Disposal Sites, IMO 1982) ainsi que du CIEM (2) (annexe 6 du neuvième rapport annuel de la Commission d'Oslo), traitant de façon plus approfondie des questions relatives aux critères de sélection des zones d'immersion.

- (a) Situation géographique, profondeur et distance par rapport à la côte,
- (b) Emplacement par rapport aux ressources vivantes en phases adultes ou juvéniles,
- (c) Emplacement par rapport aux zones d'agrément.

5.2. Les renseignements fondamentaux sur les caractéristiques de la zone d'immersion qui doivent être examinés par les autorités nationales à un stade très précoce de l'évaluation d'un nouveau lieu d'immersion doivent comprendre les coordonnées de la zone d'immersion (latitude, longitude), ainsi que sa situation géographique eu égard :

- à la distance par rapport aux côtes les plus proches,
- aux zones d'agrément,
- aux zones de frai et de culture,
- aux itinéraires de migration connus des poissons ou des mammifères marins,
- aux zones de pêche d'agrément et aux zones de pêche commerciale,
- aux zones de beauté naturelle ou d'une importance particulière du point de vue culturel ou historique,
- aux zones d'une importance particulière du point de vue scientifique ou biologique (sanctuaires marins),
- aux routes de navigation
- aux zones réservées aux activités militaires,

- aux utilisations industrielles du lit de la mer (par exemple, opérations minières éventuelles ou en cours sur le fond de la mer, câbles sous-marins, zones de dessalement ou de transformation d'énergie).

(d) Méthodes de conditionnement, le cas échéant  
 (e) Dilution initiale réalisée par la méthode de décharge proposée.

5.3. Dans le cas des matériaux de dragage, les seules données à considérer à ce titre engloberont des renseignements sur :

- la méthode d'élimination (p.ex. déchargement par goulottes ou tuyauteries)
- la méthode de dragage (p.ex. hydraulique ou mécanique).

- (f) Dispersion, caractéristiques du déplacement horizontal et du brassage vertical
- (g) Existence et effets des déversements et immersions en cours et antérieurs dans la région (y compris les effets d'accumulation)

5.4. Pour l'évaluation des caractéristiques de dispersion, on se procurera des données sur les éléments suivants :

- profondeurs de l'eau (maximale, minimale, moyenne)
- stratification de l'eau aux diverses saisons et dans diverses conditions météorologiques (profondeur et variation saisonnière de la pycnocline)
- période de marée, orientation de l'ellipse de marée, vitesse du petit et du grand axes
- dérive moyenne en surface (nette) : direction, vitesse
- dérive moyenne au fond (nette) : direction, vitesse
- courants de fond (vitesse) dus à une tempête (houle)
- caractéristiques du vent et des houles, nombres moyen de jours de tempête par an
- concentration et composition des solides en suspension.

5.5. L'évaluation de base d'un emplacement, qu'il s'agisse d'un emplacement nouveau ou déjà utilisé, implique que l'on tienne compte des phénomènes susceptibles de survenir du fait de l'augmentation de la teneur de certains composants de déchets ou du fait d'une interaction (effets synergétiques par exemple) avec d'autres substances introduites dans la zone, que ce soit par d'autres immersions ou par des apports fluviaux et des rejets d'origine côtière, par des zones d'exploitation, par les transports maritimes ainsi que par l'atmosphère. Il convient d'évaluer les contraintes qui s'exercent d'ores et déjà sur les communautés biologiques du fait de telles activités avant que n'aient lieu de quelconques opérations, qu'elles soient nouvelles ou complémentaires. Les utilisations futures éventuelles de la zone marine doivent être tenues sous surveillance.

5.6. Les renseignements issus des études de lignes de base et des études de surveillance continue effectuées dans des zones d'immersion existantes joueront un rôle important dans l'évaluation de toute opération d'immersion dans la même zone ou à proximité de celle-ci.

5.7. Pour l'élimination des sédiments à faibles teneurs en polluants, l'utilisation de zones dispersives n'est pas dépourvue de risques environnementaux, et exige l'examen du

- 
- (1) Groupe conjoint d'experts OMI/OAA/UNESCO/OMI (Organisation Météorologique Internationale)/OMS/AIEA/NU/PNEU sur les aspects scientifiques de la pollution marine.
  - (2) Conseil International pour l'Exploration de la Mer.

devenir et des effets du matériau dispersé. Néanmoins, certains indices prouvent que certaines zones estuariennes bien choisies, les matériaux de dragage contribuent parfois à développer les habitats d'espèces souhaitables. Dans la prévention de la pollution marine par les matériaux de dragage, le recours à des zones de haute mer, en des points distants de la côte, constitue rarement une solution souhaitable du point de vue environnemental.

## **6. CONSIDERATIONS ET CONDITIONS GENERALES**

(a) Atteintes portées à la navigation, à la pêche, à l'extraction minérale, au dessalement, à la pisciculture et à la conchyliculture, aux régions d'intérêt scientifique particulier et aux autres utilisations légitimes de la mer.

### **Généralités**

6.1. Il convient d'apporter une attention particulière aux composants des déchets qui flottent à la surface ou qui, par réaction avec l'eau de mer, peuvent créer des substances flottantes et qui, étant donné qu'ils sont confinés dans un milieu bidimensionnel et non tridimensionnel, se dispersent très lentement. Il convient d'examiner la possibilité d'une nouvelle accumulation de ces substances, causée par la présence de courants convergents à la surface, qui peut avoir des effets sur les zones d'agrément ainsi que sur les pêcheries et la navigation.

6.2. Des renseignements sur la nature et l'étendue des ressources et des activités de pêche à des fins commerciales et récréatives doivent être rassemblés.

6.3. Il convient de déterminer la charge corporelle des substances toxiques persistantes (et pathogènes dans le cas des crustacés et des mollusques) chez certaines espèces de la faune et de la flore marine, et, en particulier, les espèces alimentaires commerciales de la zone d'immersion.

6.4. Bien qu'ils ne soient pas utilisés pour la pêche, certains endroits peuvent présenter de l'importance pour les réserves poissonnières en tant que zones de frai, de culture ou d'alimentation et les effets de l'immersion en mer sur ces endroits devraient être examinés.

6.5. Il convient de déterminer les effets que l'évacuation des déchets dans certaines zones pourrait avoir sur l'habitat des espèces rares, vulnérables ou menacées.

6.6. En plus des effets toxicologiques et des effets de la bioaccumulation des composants des déchets, il convient d'examiner d'autres conséquences éventuelles sur la faune et la flore marine, telles que l'enrichissement en substances nutritives, la raréfaction de l'oxygène, la turbidité, la modification de la composition des sédiments et le recouvrement du sol marin.

6.7. Il convient également de tenir compte du fait que l'évacuation en mer de certaines substances peut rompre le processus physiologique utilisé par les poissons pour la détection et peut masquer les caractéristiques naturelles de l'eau de mer ou des cours d'eau tributaires, semant ainsi la confusion chez les espèces migratoires qui perdent en conséquence leur sens de l'orientation, deviennent stériles ou n'arrivent pas à trouver de nourriture.

## **LA GESTION DE L'IMPACT PHYSIQUE DES IMMERSIONS DE DÉBLAIS DE DRAGAGE**

### **Nature de l'impact**

6.8. Tous les déblais de dragage, pollués ou non, ont un impact physique important au point d'immersion. Cet impact se caractérise par un recouvrement du lit de la mer (et par l'étouffement des organismes benthiques), ainsi que par une élévation localisée des teneurs en matière en suspension. L'impact physique peut être aussi dû à un déplacement vers l'avant du fait de l'action de la houle, de la marée et des courants, en particulier dans le cas des fractions fines. Dans des eaux relativement fermées, comme dans les estuaires ou les fjords par exemple, la présence de déblais anoxiques peut ainsi conduire à une baisse de la teneur en oxygène.

6.9. En mer ouverte, l'effet physique le plus marquant est en général le recouvrement du lit de la mer. Le régime de la matière en suspension en eaux côtières se situe souvent à un niveau suffisamment élevé pour que l'impact de l'immersion de déblais de dragage soit négligeable ou passager sur ce plan.

6.10. Parmi les conséquences biologiques de ces impacts physiques se trouvent l'étouffement des organismes benthiques de la zone d'immersion, quoique la reconstitution des colonies dans les zones d'immersion soit souvent rapide ; les modifications persistantes des caractéristiques des sédiments peut aboutir à des modifications écologiques correspondantes. Dans certaines conditions spéciales, l'immersion peut gêner la migration du poisson (c'est le cas, par exemple, de l'impact qu'a une forte turbidité sur les salmonidés des zones estuarières) ou des crustacés (si, par exemple, le dépôt intervient sur les itinéraires de migration côtière des crabes).

6.11. L'une des conséquences importantes de la présence physique des opérations d'immersion des matériaux de dragage tient à l'atteinte portée aux activités de pêche et, dans certains cas, à la navigation et aux agréments. La première de ces atteintes est l'étouffement de zones susceptibles d'être utilisées pour la pêche ainsi que la gêne apportée aux appareils de pêche fixes ; la formation de bancs à la suite des immersions peut engendrer des dangers pour la navigation, tandis que le dépôt d'argile ou de vase peut porter atteinte aux zones d'agrément. Ces problèmes sont parfois aggravés lorsque les déblais sont pollués par des débris portuaires volumineux tels que poutres en bois, ferraille, morceaux de câbles, etc.

### **Les stratégies de gestion**

6.12. Le présent chapitre ne traite que des techniques de gestion destinées à minimiser les effets physiques de l'élimination des déblais de dragage. Les mesures de lutte contre la pollution des déblais de dragage sont abordées dans d'autres chapitres des présentes lignes directrices.

6.13. La clef de la gestion tient au choix judicieux du lieu (voir chapitre 5) ainsi qu'à l'évaluation du conflit entre les ressources et les activités en mer. Les présentes notes ont pour but de compléter ces considérations.

6.14. Dans la plupart des cas, le recouvrement d'une zone du lit de la mer est considéré comme le prix à payer sur le plan environnemental pour l'immersion en question. Pour éviter une utilisation excessive du lit de la mer, le nombre de zones doit être limité dans toute la

mesure du possible, et chacune des zones doit faire l'objet d'une utilisation maximum sans pour autant porter atteinte à la navigation. Dès lors que les immersion cessent, les forces hydrodynamiques redistribuent les sédiments en fonction de la nature de ceux-ci, et la recolonisation est en général rapide. Dans certains cas même, on constate que d'anciennes zones d'immersion deviennent de nouvelles zones de pêche très productives.

6.15. Les effets peuvent être minimisés en faisant en sorte que, dans toute la mesure du possible, les sédiments contenus dans les déblais de dragage soient analogues à ceux de la zone réceptrice. Localement, l'impact biologique peut être réduit plus encore si la zone de sédimentation est naturellement sujette à un bouleversement physique. En cas d'impossibilité à cet égard, l'on envisagera, lorsqu'il s'agira de matériaux propres et fins, un style d'immersion délibérément dispersif afin d'éviter que le recouvrement ne se fasse que sur une petite surface, quoique cette méthode puisse être en contradiction avec la gestion des polluants présents dans les déblais de dragage telle que réalisée grâce à des techniques de confinement ou de concentration.

6.16. Dans certaines circonstances, il est possible d'éviter toute immersion des déblais de dragage, ce par le recours à un dragage latéral qui permet de maintenir la plus grande partie du matériau re-suspendu à l'intérieur même du système dragué. Cette technique peut avoir pour avantage supplémentaire de retenir les polluants à l'intérieur du système.

6.17. Dans le cas de dragage de grands travaux, la nature de déblais de dragage est inévitablement différente de celle des sédiments de la zone réceptrice, et la recolonisation a des chances d'être plus lente. Notamment, en présence d'un matériau surtout rocheux, les déblais risquent de longtemps gêner la pêche ; par contre, il est parfois possible d'utiliser ces matériaux pour construire des récifs artificiels destinés aux pêcheries ou aux agréments, ou pour créer un habitat ; dans ce cas, les conseils des écologistes ou des biologistes spécialistes de la pêche sont essentiels.

6.18. D'autre part, le remblaiement des fosses naturelles par le déplacement naturel des sédiments ou par un recouvrement délibéré peut, dans certaines conditions, permettre d'éviter de gêner la pêche ou autres activités légitimes.

6.19. La gêne apportée à la migration ou au frai des poissons ou des crustacés, ou à la pêche saisonnière, peut être évitée en imposant un calendrier aux opérations d'élimination. Le creusement des tranchées, ainsi que les opérations de remblaiement risquent aussi de porter atteinte aux profils migratoires, et des mesures analogues de contrôle conviennent à cet effet. Pour modérer l'impact que les immersions dans les estuaires ont sur le poisson migrateur, l'on s'est servi de tamis afin de réduire les teneurs en solides en suspension ; ce tamis se sont toutefois avérés difficiles à utiliser efficacement.

6.20. Les problèmes posés par les matières en suspension peuvent être allégés en choisissant délibérément des zones d'immersion turbides.

6.21. Les dragues portuaires doivent être régulièrement contrôlées au port afin de s'assurer qu'elles sont équipées d'un matériel de navigation adéquat (si la zone d'immersion n'est pas balisée), que l'équipage sait qu'il est important que l'immersion se fasse à l'emplacement voulu, et que les déchets volumineux soit bien retirés des déblais afin d'être éliminés (ou récupérés) sur la terre ferme et non pas immergés en mer. Lorsque les ordures posent un problème grave, il est parfois nécessaire de spécifier que la drague soit équipée d'un filtre surplombant la cale afin de faciliter leur enlèvement. Le contrôle des opérations de

dragage doit aussi englober des études sur le terrain, à proximité de la zone d'immersion afin de s'assurer que l'immersion n'est pas imprécise, ce en faisant appel aux techniques évoquées au paragraphe 6.22 ci-après.

6.22. Le contrôle continu constitue l'une des composantes essentielles du travail de gestion. En ce qui concerne l'impact physique de l'immersion des déblais de dragage, les études au sonar à balayage latéral sont utiles pour connaître la nature et l'ampleur de la zone d'impact. Ces études peuvent être suivies, le cas échéant, d'un tracé du profil et d'études sédimentologiques en sous-sol. L'étude du déplacement des sédiments est parfois pertinente si une redistribution, surtout des fines, est probable. Si une étude de recolonisation est appropriée, elle peut englober l'emploi d'une caméra de télévision télécommandée, des essais de pêche ou une étude de la faune benthique.

(b) Dans l'application de ces principes, il sera tenu compte de l'existence pratique d'autres moyens de destruction ou d'élimination.

6.23. Dans le cas spécial des déblais de dragage, l'élimination en mer constitue souvent une option tolérable sur le plan de l'élimination, quoiqu'il faille saisir les occasions d'utiliser les matériaux dragués à des fins productives, par exemple afin de créer des marais, de fournir les plages, de récupérer des terrains sur la mer, ou de transformer les matériaux agrégats. Pour les déblais de dragage pollués, l'on peut envisager de faire appel à des méthodes spéciales afin d'en modérer l'impact, en particulier sur le plan des apports de polluants. Dans les cas extrêmes de pollution, des méthodes de confinement (y compris l'élimination sur la terre ferme) sont parfois nécessaires, quoique une attention toute particulière doive être apportée à l'évaluation comparative des facteurs ci-après énumérés avant que cette option ne soit poursuivie. On trouvera au chapitre 7 sous le titre Techniques de gestion des éliminations, de plus amples conseils sur la gestion des déblais de dragage pollués.

6.24 D'autres moyens d'élimination devraient être considérés à la lumière d'une évaluation comparative :

- des risques pour la santé de l'homme
- des coûts environnementaux
- des dangers (dont les accidents) associés au traitement, au transport et à l'élimination
- des aspects économiques (dont le coût de l'énergie)
- de l'exclusion des utilisations futures des zones d'élimination tant dans le cas de l'élimination en mer que de ses alternatives.

6.25. Si l'analyse ci-dessus démontre que l'option élimination sur la terre ferme est plus pratique, l'on n'accordera pas de permis d'immersion en mer.

## **7. TECHNIQUES DE GESTION DES ÉLIMINATIONS**

7.1. En définitive, les problèmes posés par l'élimination des déblais de dragage pollués ne peuvent être résolus efficacement qu'en luttant contre les rejets dans les eaux d'où les matériaux de dragage sont prélevés. Jusqu'à ce que cet objectif ait été atteint, les problèmes posés par les déblais de dragage pollués peuvent être résolus en faisant appel à des techniques de gestion des éliminations.

7.2. "Les techniques de gestion des éliminations" sont constituées par des mesures et des procédés par lesquels l'impact des substances persistantes et potentiellement toxiques



présentes dans les déblais peut être ramené ou maintenu à un niveau qui ne constitue pas un danger pour la santé de l'homme, ne porte pas atteinte aux ressources vivantes et à la vie marine, n'endommage pas les agréments ni ne gêne les autres utilisations légitimes de la mer. Dans ce contexte elles peuvent, dans certaines conditions, représenter des méthodes complémentaires par lesquelles les matériaux de dragage contenant des organohalogénés ou nombre d'autres substances toxiques peuvent être rendus biologiquement inoffensifs, et peuvent aussi faire l'objet d'une attention particulière dans l'élimination des déblais de dragage contenant des substances de l'Annexe II.

7.3 Parmi les techniques appropriées, se trouvent l'utilisation des processus physiques, chimiques et biologiques naturels, ceux-ci influant sur les déblais de dragage en mer ; dans le cas des matières organiques, il peut s'agir d'une dégradation et/ou d'une transformation physique, chimique ou biochimique, telle que le matériau perd sa persistance, sa toxicité et/ou sa disponibilité biologique. Au-delà des considérations des sections 2 et 3 de l'Annexe III, les techniques de gestion des éliminations peuvent englober l'enfouissement sur ou dans le lit de la mer, suivi d'un recouvrement par des sédiments propres, l'utilisation des interactions et des transformations géochimiques des substances présentes dans les déblais une fois combinées à l'eau de mer ou aux sédiments du fond, la sélection de zones spéciales telles que des zones abiotiques, ou des méthodes de confinement du matériau de manière à le stabiliser (y compris sur les îles artificielles).

7.4. Le recours à de telles techniques doit se faire en pleine conformité avec les autres considérations de l'Annexe III, comme l'évaluation comparative des autres options d'élimination, les présentes lignes directrices devant systématiquement être associées à une surveillance après l'immersion, surveillance destinée à apprécier l'efficacité de la technique ainsi que la nécessité de toute mesure de suivi dans la gestion.

## ***PARTIE B - LA SURVEILLANCE DES OPÉRATIONS D'IMMERSION DES MATÉRIAUX DE DRAGAGE***

### **Définition**

1. Dans le contexte de l'évaluation et de la réglementation des impacts que les opérations d'élimination des matériaux de dragage ont sur l'environnement et sur la santé de l'homme, la surveillance consiste en la mesure répétée d'un polluant ou d'un effet, direct ou indirect, dans le milieu marin.

### **Objectifs**

2. En général les motifs de la surveillance des opérations d'élimination des matériaux de dragage sont les suivants :

- i) savoir si les conditions prévues par les permis ont, comme prévu, empêché les effets préjudiciables que les immersions devaient avoir sur la zone réceptrice ;
- ii) améliorer les bases sur lesquelles les demandes de permis sont appréciées, ceci en améliorant la connaissance que l'on a des effets qu'ont sur le terrain les gros déversements que l'on ne peut estimer directement par le biais d'une évaluation en laboratoire ou grâce à la bibliographie ;
- iii) fournir les preuves voulues pour démontrer que, dans le cadre de la Convention, les mesures de contrôle appliquées suffisent à faire en sorte que la capacité de dispersion et d'assimilation du milieu marin ne sont pas outrepassées et qu'elles n'entraînent donc aucun dommage pour l'environnement.

3. L'objectif final de la surveillance est de contrôler l'exposition de l'organisme en question à l'activité ou au polluant en cause, et de contrôler les effets que l'activité a sur l'environnement abiotique.

### **Stratégie**

4. Les opérations de surveillance sont coûteuses car elles exigent des ressources considérables aussi bien en mer que pour le travail ultérieur à effectuer sur les échantillons. Pour pouvoir aborder le programme de surveillance dans des conditions d'utilisation rationnelles des ressources, il est essentiel que le programme ait des objectifs clairement définis, que les dosages faits puissent satisfaire à ces objectifs, et que les résultats soient examinés à intervalles systématiques en les comparant auxdits objectifs. Le plan de surveillance devrait alors soit être poursuivi, soit revu, voire même terminé, le cas échéant.

### **Hypothèses d'impact**

5. Pour pouvoir définir ces objectifs, il convient tout d'abord de mettre sur pied une hypothèse d'impact décrivant les effets prévus sur l'environnement physique, chimique et biologique.

6. Une hypothèse d'impact doit intégrer des informations sur les caractéristiques des matériaux de dragage ainsi que sur les conditions de la zone d'immersion envisagée. Le but est de procéder à une analyse scientifique concise des effets potentiels sur la santé de l'homme, sur les ressources vivantes, sur la vie marine, sur les agréments et autres utilisations légitimes de la mer. Elle doit englober aussi bien des échelles chronologiques que spatiales des effets potentiels.

7. L'évaluation préliminaire devrait être aussi complète que possible. Les cas principaux de l'impact potentiel devraient être définis, ces cas étant considérés comme ceux qui ont les conséquences les plus sérieuses pour la santé de l'homme et pour l'environnement. A cet égard, les modifications de l'environnement physique, les dangers pour la santé de l'homme, la dévaluation des ressources marines, et la gêne des autres utilisations légitimes de la mer, sont souvent considérés comme des priorités.

8. Les conséquences de l'immersion, telles que prévues (cibles) pourraient être décrites en termes d'habitats, de processus, d'espèces, de communautés et d'utilisations affectés par l'élimination. Le caractère réel de la modification, la réponse ou la gêne (effet) prédits pourraient alors être décrits. La cible et l'effet pourraient être décrits (quantifiés) ensemble de façon suffisamment détaillée pour qu'il n'y ait pas de doute sur les paramètres à mesurer pendant la surveillance post-opérationnelle. Dans ce dernier contexte, il pourrait être crucial de déterminer "où" et "quand" les impacts sont susceptibles d'intervenir.

9. Pour développer cette hypothèse, il peut s'avérer nécessaire de réaliser une étude de lignes de base qui fasse état non seulement des caractéristiques environnementales, mais également de la variabilité de l'environnement, ceci afin de déterminer les effets que l'élimination est susceptibles d'avoir. Ensuite, avant qu'un quelconque programme ne soit mis sur pied et qu'un quelconque dosage ne soit fait, il conviendrait de répondre aux questions suivantes :

- que doit-on mesurer exactement,
- quel est l'objectif de la surveillance de telle variable, polluant ou effet biologique,
- dans quel compartiment ou à quels emplacements les dosages et mesures sont-ils le plus efficace,

- pendant combien de temps les dosages et mesures doivent-ils se poursuivre pour satisfaire à l'objectif défini à l'origine,
- quelle doit être l'échelle temporelle et spatiale des mesures et dosages faits afin de mettre l'hypothèse à l'épreuve.

10. Il est recommandé que le choix des polluants à contrôler dépende surtout des objectifs ultimes de la surveillance. Il est certain qu'il n'est pas nécessaire de contrôler régulièrement tous les polluants à tous les emplacements, et qu'il ne devrait pas être nécessaire de faire appel à plusieurs substrats ou effets afin de répondre à chacun des objectifs.

11. L'une des principales exigences est de mettre au point des critères décrivant les effets environnementaux spécifiques des immersions, effets dont l'apparition doit être empêchée en dehors des zones de dragage et d'élimination désignées (voir Partie A, Chapitre 2).

### **Surveillance**

12. L'élimination des matériaux de dragage a surtout un impact sur le lit de la mer. Ainsi, bien qu'il ne faille pas écarter l'étude des effets sur la colonne d'eau aux stades précoces du planning de surveillance, il est souvent possible en revanche de confiner au lit de la mer la surveillance ultérieure.

13. Si l'on considère que les effets sont en grande partie de caractère physique, la surveillance peut être fondée sur des méthodes à distance, telles qu'un sonar à balayage latéral, ceci de manière à détecter les modifications de nature du lit de la mer, et telles que des techniques bathymétriques (par exemple, l'échosondage) de manière à identifier les zones où le matériau de dragage s'accumule. Ces deux techniques exigent que l'on prélève quelques échantillons de sédiments afin de connaître la réalité sur le terrain.

14. Les dosages chimiques sont aussi susceptibles de s'avérer utiles afin de repérer la dispersion du matériau de dragage et d'évaluer toute accumulation mineure de matériaux qui n'aurait pas été détectée par les études bathymétriques.

15. Lorsque l'on dépose un matériau de dragage pollué, il se peut qu'il soit nécessaire de doser ses composants chimiques afin de s'assurer qu'aucune accumulation intolérable de ces composants ne se produit.

16. Lorsqu'il est probable que des phénomènes physiques ou chimiques se produiront sur le lit de la mer, il est alors nécessaire d'étudier la structure de la communauté benthique dans les zones où le matériau de dragage se disperse. Dans le cas des effets chimiques, il peut aussi être nécessaire d'étudier la qualité chimique de la biote, dont le poisson.

17. Pour pouvoir évaluer l'impact, il convient de comparer la qualité physique, chimique ou biologique des zones touchées par rapport à des zones de référence situées à l'écart des voies d'élimination des matériaux de dragage. Ces zones peuvent être définies aux stades précoces de l'évaluation d'impact.

18. La détermination de la portée spatiale de l'échantillonnage doit tenir compte de la dimension de la zone désignée pour l'immersion, de toutes zones éventuelles de déversement imprévu, de la mobilité du matériau de dragage immergé et des mouvements de l'eau qui

déterminent l'orientation et l'ampleur du transport des sédiments. Il se peut qu'il soit possible de limiter l'échantillonnage à la zone d'immersion elle-même si l'on considère que les effets qui se produisent dans cette zone sont acceptables, et qu'il ne soit pas nécessaire de les définir en détail. Toutefois, un échantillonnage devrait être fait afin de faciliter la définition du type d'effet susceptible d'intervenir dans d'autres zones, ainsi qu'à des fins de rigueur scientifique.

19. La fréquence de l'enquête dépend d'un certain nombre de facteurs. Lorsqu'une activité d'élimination a commencé plusieurs années auparavant, il se peut qu'il soit possible de définir l'effet dans des conditions constantes d'apport, les études ne devant alors être répétées que si des modifications sont apportées à l'opération (quantité ou type de matériau de dragage déposé, méthode d'élimination, etc.).

20. S'il est décidé de surveiller la récupération d'une zone qui n'est plus utilisée afin d'y éliminer des matériaux de dragage, il se peut que des dosages plus fréquents soient nécessaires.

21. Etant donné que les effets de l'élimination des matériaux de dragage ont des chances d'être les mêmes dans de nombreuses zones, il semble qu'il ne soit guère justifié de surveiller toutes les zones, en particulier celles qui ne reçoivent que de petites quantités de matériaux de dragage. Il serait plus efficace de procéder à des enquêtes plus détaillées sur quelques zones bien choisies (par exemple, celles sujettes à de gros apports de matériaux de dragage), ceci de manière à accroître la compréhension que l'on a des effets et des processus.

**IMPACT DES PORTS DE PLAISANCE SUR  
LES FRAYÈRES ET LES NOURRICERIES**

*par Y. DESAUNAY et D. DOREL*

**DEFINITIONS**

Dans l'esprit de beaucoup de gens, il y a confusion entre les termes de "frayère" et "nourricerie" (ou "nursery", terme plutôt utilisé dans les techniques d'aquaculture). La présence d'une quantité de jeunes animaux, souvent constatée dans les eaux côtières, par exemple dans les récoltes des chalutiers recherchant la crevette grise dans les baies, ou encore dans les "découvertes" des pêcheurs plaisanciers à marée basse, reflète l'existence de "nourriceries". La capture, plus rare à la côte, d'animaux adultes prêts à pondre, indique la "frayère".

"Frayère" et "nourricerie" sont des secteurs-clefs dans le cycle biologique des espèces marines. Les "frayères" sont des zones de concentration de géniteurs pendant la saison de reproduction.

Les "nourriceries" sont les zones de concentration de jeunes animaux durant leurs premiers mois ou leurs premières années.

**Les frayères**

Selon les espèces, elles peuvent correspondre à un type sédimentaire donné. Le hareng se reproduit en masse sur des fonds de cailloutis et de graviers, sans vase, sur des frayères localisées qui peuvent être proches du littoral (cas de la côte picarde de Fécamp à Dieppe) ou plus éloignées (Mer du Nord) (D. DOREL et A. MAUCORPS, 1976, fig. 1). Les géniteurs s'y concentrent au cours de plusieurs jours ou semaines et déposent une couche d'oeufs qui tapissent le fond sur des centaines de mètres carrés.

Les frayères de hareng les plus méridionales sont connues dans la baie de la Vilaine et dans le Pertuis Breton. Elles sont très limitées dans le temps, à quelques semaines en fin d'année. Leur sensibilité aux aménagements littoraux est indirecte, éventuellement liée aux dragages de graviers ou de rejets de vases.

Un exemple différent de frayère est celui de la seiche, dont les géniteurs se concentrent à la fin du printemps dans les fonds sablo-vaseux très côtiers (PINGET, 1979, fig. 2). Trois secteurs sont caractéristiques : la baie du Mont Saint-Michel, le golfe du Morbihan et le littoral charentais. Pour fixer ses pontes (les "raisins de mer"), la seiche a besoin de supports naturels tels que les tiges de plantes marines (herbiers à Zostères et à Posidonies), des tubes de vers (spirographes, sabelles...). La destruction de ces peuplements a pu être compensée par des supports artificiels comme les tables ostréicoles, les bouchots à moules ou, très souvent, les casiers utilisés pour pêcher les seiches elles-mêmes.

En fait, assez peu d'animaux marins d'intérêt commercial ont des frayères très proches du littoral de la Manche, de l'Atlantique et de la Méditerranée. Mais nombreuses sont les espèces qui, se reproduisant au large, voient leurs juvéniles concentrés quelques semaines après la ponte, très près du littoral, sur les "nourriceries" constituées par les baies, les estuaires, les lagunes et les marais maritimes. Nous en citerons quelques exemples :

### **Les nourriceries**

En Manche Ouest, l'araignée de mer émet ses larves au large. Celles-ci, après une vie pélagique de deux à trois semaines, se transforment en juvéniles et se concentrent dans des nourriceries bien localisées, (D. LATROUITE et D. LE FOLL, 1989, fig. 3), entre la zone de balancement des marées et environ 20 mètres. Elles y séjournent jusqu'à leur deuxième été, avant d'effectuer des migrations de plusieurs dizaines de kilomètres vers le large.

L'ensemble baies-estuaires constitué par la baie de la Vilaine, l'estuaire de la Loire et la baie de Bourgneuf est un chapelet de nourriceries pour plusieurs espèces de poissons, spécialement la sole (Y. DESAUNAY et al., 1981, fig. 4). L'étude très fine de la baie de la Vilaine permet de décrire la dynamique saisonnière pour cette espèce : les post-larves, issues de pontes effectuées à environ 70-100 km de la côte, se concentrent en avril-mai dans l'estuaire de la Vilaine, jusqu'au barrage d'Arzal (qui a donc limité l'extension de la nourricerie). Durant le premier été, les juvéniles se répartissent dans la baie, migrent très modérément vers le large en hiver, jusqu'aux fonds de 25 mètres environ, et recolonisent la baie au printemps suivant. L'affinité des jeunes soles pour les fonds vaseux est très nette. La migration de reproduction vers le large intervient à partir du deuxième ou du troisième hiver.

En Méditerranée, plusieurs espèces sont caractérisées par leurs nourriceries littorales et lagunaires. Ce sont des espèces euryhalines comme la dorade royale, le bar (loup) et la sole, auxquelles s'ajoutent des espèces plus franchement marines comme les rougets et le pageot, (CAMPILLO et al., 1989). Mais l'espèce la plus typique est certainement l'anguille qui constitue l'essentiel du peuplement lagunaire. Faute de ce milieu, l'espèce est totalement incapable de prospérer. Milieux extrêmement fragiles, les lagunes méditerranéennes constituent des étapes irremplaçables pour ces espèces de grande valeur économique.

### **IMPACTS EVENTUELS DE LA CREATION OU/ET DU FONCTIONNEMENT D'UN PORT DE PLAISANCE**

L'artificialisation des milieux naturels qui conditionnent l'existence des frayères et nourriceries littorales, ou seulement la modification indirecte de ces milieux, peuvent affecter les cycles biologiques, à des degrés divers. Il convient de dire que, par rapport à la dimension des biotopes (souvent de plusieurs dizaines de km<sup>2</sup>), l'emprise d'un port demeurera minime. Ce sont donc les effets indirects sur le fonctionnement de l'écosystème qu'il faut examiner.

L'installation de ports peut avoir des effets sur les populations ayant des frayères ou/et des nourriceries dans la zone aménagée :

– par modification *sédimentaire*. Un envasement n'est pas a priori défavorable, sauf si des polluants se trouvent accumulés. Les enrochements peuvent modifier les peuplements en diversifiant le biotope,

– par modification *hydrologique* surtout en zone estuarienne. Les relations entre les cours d'eau et la mer peuvent être déterminantes : l'installation des juvéniles sur des vasières est directement liée à la salinité, certaines espèces ont besoin de nourriceries relativement dessalées. La régulation des échanges est donc cruciale, en particulier lors de construction de bassins à flot,

– par modification des *activités anthropiques*. Si la création d'un port "protège" contre les activités halieutiques professionnelles (chalutage côtier, dragage, filets maillants), elle entraîne le développement d'une pêche de loisir, en principe moins vulnérante,

– par modification de la *qualité de l'eau*, du fait des nombreux rejets liés à la plaisance, spécialement durant l'été pendant lequel les crises d'anoxies sont le plus à redouter, alors que les juvéniles colonisent les nourriceries littorales.

## **VERIFICATION DE L'EXISTENCE DE FRAYERES OU NOURRICERIES**

Dans le cadre d'un projet d'aménagement, la méthodologie permettant d'identifier et de délimiter ces zones n'est pas universelle. Elle dépend de la topographie, de la nature sédimentaire, (fonds meubles ou durs), des espèces locales, des saisons.

Les frayères doivent être identifiées surtout par enquête auprès des pêcheurs. En effet, elles constituent le plus souvent des pêcheries très localisées dans le temps et l'espace. Une vérification sera utile. Pour cela, l'expert mettra en jeu :

- des chalutages, pour les espèces vagiles proches du fond ou en pleine eau (essentiellement les poissons),
- des dragages ou des pêches au filet fixe pour mollusques et crustacés,
- des prélèvements d'ichthyoplancton (oeufs et larves de poissons).

Les périodes de reproduction étant généralement bien connues, "la durée de la frayère" sera estimée en encadrant largement cette période. Par exemple, d'avril à juillet pour la seiche en Atlantique, d'octobre à février pour le hareng en Manche Est).

Les nourriceries sont d'une détermination plus délicate : il est peu de secteurs où l'on ne trouve des animaux très jeunes. Et certaines concentrations de juvéniles peuvent être d'un accès difficile, soit en pleine eau, soit sur des fonds rocheux peu prospectables. Par ailleurs, les nourriceries sont très souvent multispécifiques. En pratique, on décrira plus aisément les nourriceries d'animaux vivant sur le fond, (espèces benthiques) ou à sa proximité (espèces démersales), sur les sédiments meubles.

Pour décrire et quantifier une nourricerie, on effectuera un échantillonnage adapté aux variations spatiales saisonnières de l'espèce ou des espèces en cause. L'échantillonnage classique peut être le suivant :

- Réseau de prélèvements standardisés, avec un engin de pêche de maillage suffisamment petit pour capturer les juvéniles. L'engin recommandé est le chalut à perche expérimental, d'une longueur de 2 à 4 mètres, muni d'un filet de 20 mm de côté de maille.

- Première prospection couvrant largement le secteur d'étude (ensemble de la baie de l'estuaire ou de la lagune), sur la base d'un plan systématique. On en déduit la composition démographique des espèces et leur répartition, rapportée aux caractéristiques hydrologiques topographiques et sédimentaires. L'analyse de ces éléments descriptifs amène à définir des strates homogènes pour l'estimation quantitative.

- Prospections saisonnières (au minimum été et hiver) fournissant les estimations d'abondance.

On aboutit à une description géographique et quantitative de la nourricerie, permettant de juger l'impact de la modification "ponctuelle" liée aux travaux.

Il faut rappeler la difficulté d'aboutir à ce résultat pour les espèces de fonds rocheux, dont l'importance est à rappeler (lieu jaune, homard,...) Quant aux espèces pélagiques (maquereau, sardines, anchois,...), leur vaste répartition les rend assez peu sensibles à des aménagements littoraux localisés.

### **NECESSITE D'UN STATUT POUR LES FRAYERES ET NOURRICERIES**

Ces zones-clefs indispensables à l'accomplissement des cycles biologiques sont difficilement "opposables" à un projet d'utilisation de l'espace maritime. Il serait souhaitable d'établir une réelle définition de ces zones "sensibles". Cette définition serait tout à fait dans l'esprit de la "loi littoral", loi n°86-2 du 3 janvier 1986 relative à l'aménagement, la protection et la mise en valeur du littoral. Cette loi prévoit certaines limitations dans l'usage du littoral. Elle introduit par exemple, dans le Code de l'urbanisme, des dispositions particulières :

*<< Art. L. 146-6. - Les documents et décisions relatifs à la vocation des zones ou à l'occupation et à l'utilisation des sols préservent les espaces terrestres et marins, sites et paysages remarquables ou caractéristiques du patrimoine naturel et culturel du littoral, et les milieux nécessaires au maintien des équilibres biologiques. Un décret fixe la liste des espaces et milieux à préserver, comportant notamment, en fonction de l'intérêt écologique qu'ils présentent, les dunes et les landes côtières, les plages et lidos, les forêts et zones boisées côtières, les îlots inhabités, les parties naturelles, des estuaires, des rias ou abers et des caps, les marais, les vasières, les zones humides et milieux temporairement immergés ainsi que les zones de repos, de nidification et de gagnage de l'avifaune désignée par la directive européenne n°79-409 du 2 avril 1979 concernant la conservation des oiseaux sauvages et, dans les départements d'outre-mer, les récifs coralliens, les lagons et les mangroves.*

*Toutefois,....>>*

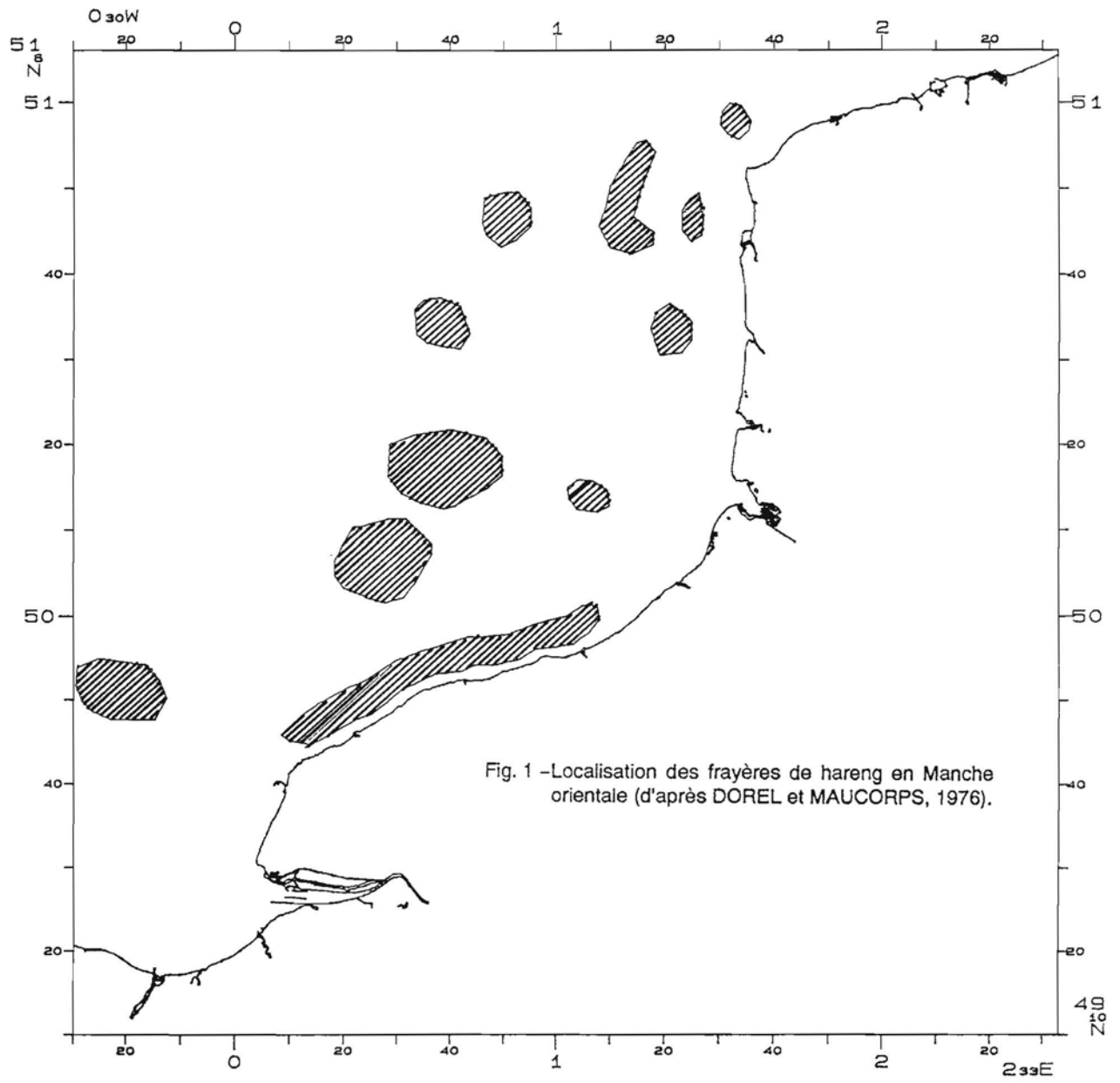
La loi littoral prévoit en outre des mesures compensatoires lors de la construction d'un port de plaisance (Art. 21) et la limitation ou l'interdiction d'extraire des matériaux en fonction de l'intérêt biologique de certains secteurs (Art. 24).

Il ne serait pas anormal d'inclure les frayères et nourriceries scientifiquement établies dans les zones à protéger.



## **Bibliographie**

- 1 CAMPILLO A., Y. ALDEBERT, J.L. BIGOT et B. LIORZOU, 1989. Données sur la distribution des principales espèces commerciales du golfe du Lion. Rapport IFREMER DRV 89-041. 175 p.
- 2 DESAUNAY Y., J.B. PERODOU et P. BEILLOIS, 1981. Etude des nurseries de poissons du littoral de la Loire-Atlantique. Science et Pêche, Bull. Inst. Pêches Marit. 319 : 1-23.
- 3 DOREL D., et A. MAUCORPS, 1976. Note sur la granulométrie des frayères de hareng en Manche orientale. Conseil International pour l'Exploration de la Mer. C.M. 1976/H 20. 14 p.
- 4 LATROUITE D., et D., LE FOLL, 1989. Données sur les migrations des crabes tourteau et araignée de mer. Oceanis, 15 (2): 133-142.
- 5 PINGET R. 1979. Exploitation de la seiche et de la crevette grise en baie de Vilaine. Mémoire d'Etude D.A.A. ENSA Rennes-ISTPM Lorient. 44 p.



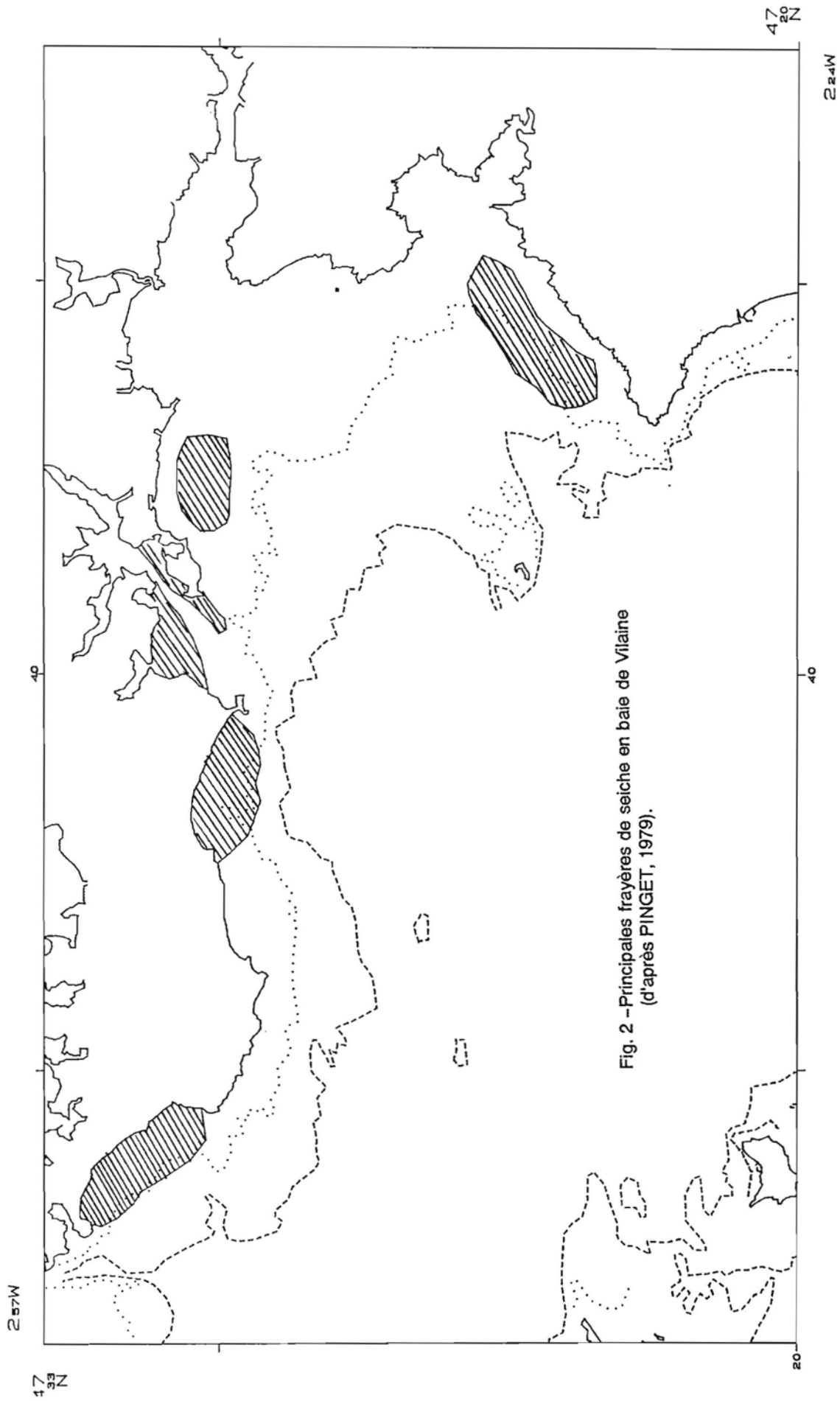


Fig. 2 - Principales frayères de seiche en baie de Vilaine  
(d'après PINGET, 1979).

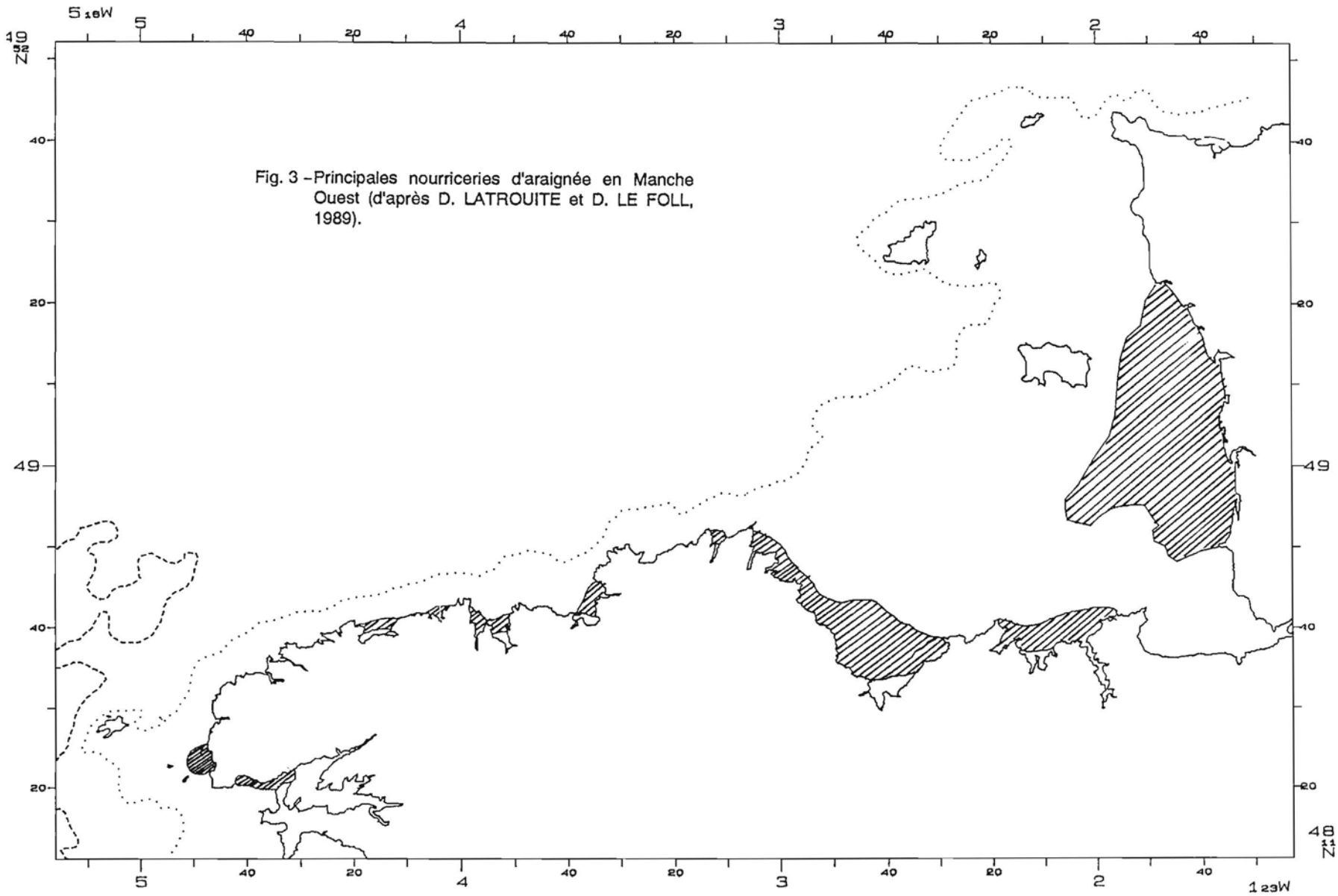


Fig. 3 -Principales nourriceries d'araignée en Manche Ouest (d'après D. LATROUITE et D. LE FOLL, 1989).

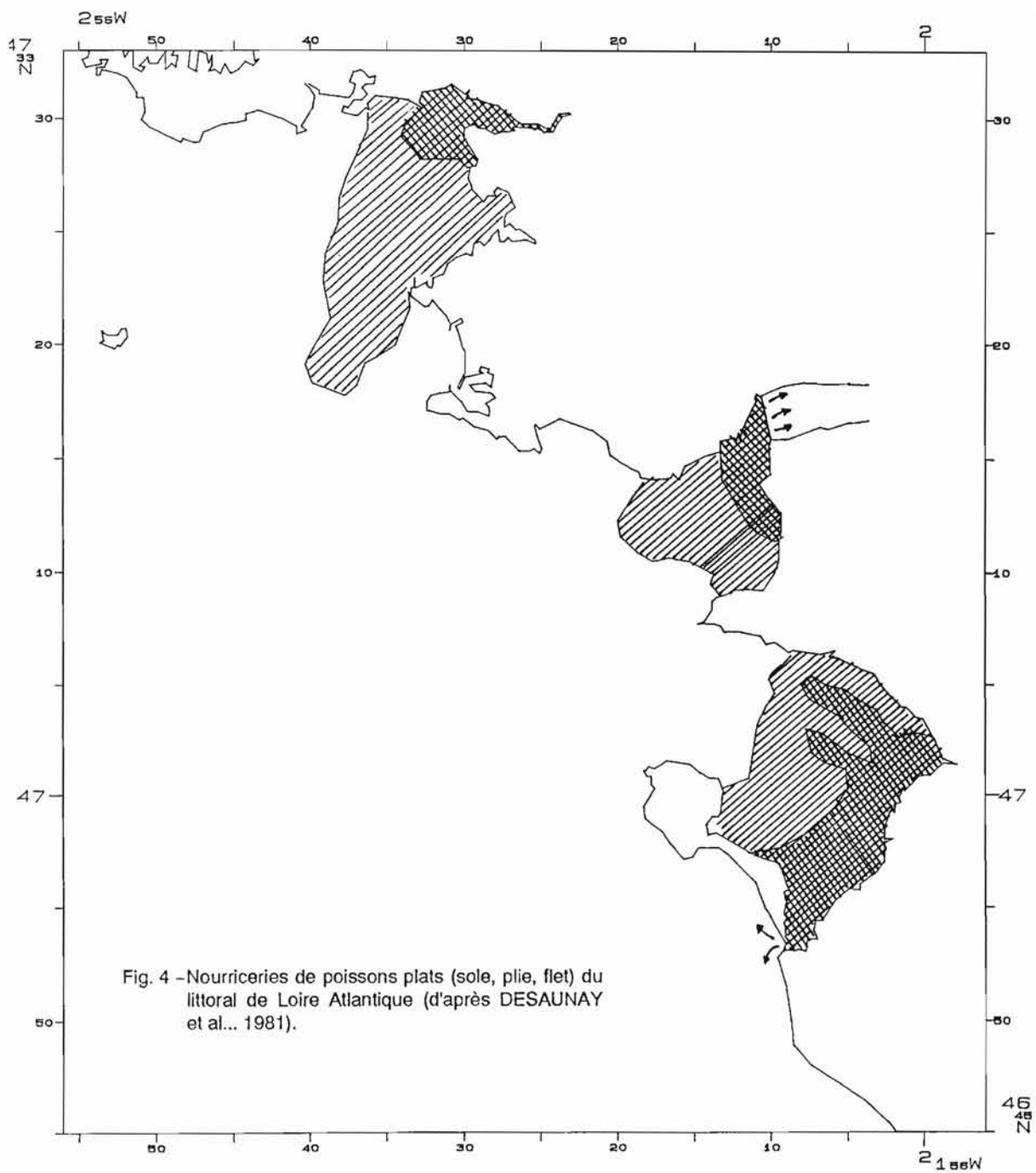


Fig. 4 -Nourriceries de poissons plats (sole, plie, flet) du littoral de Loire Atlantique (d'après DESAUNAY et al... 1981).



Imprimé par INSTAPRINT S.A.  
1-2-3, levée de la Loire – LA RICHE – B.P. 5927 – 37059 TOURS Cedex  
Tél. 47 38 16 04

Dépôt légal 4<sup>me</sup> trimestre 1991





La multiplication des ports de plaisance et les problèmes qu'ils posent ont incité l'Ifremer à analyser les conséquences de ces constructions sur le milieu littoral.

L'ouvrage présenté passe en revue les impacts liés à la construction et à l'exploitation du port. Il propose quelques mesures simples qui visent à réduire les nuisances et assurer la compatibilité de la plaisance avec les autres activités traditionnelles. Et, surtout, il cherche à concilier l'implantation du port avec la protection de l'environnement.

Cet ouvrage s'adresse, en particulier, à toutes les personnes qui ont des responsabilités dans la protection et l'aménagement du littoral : représentants de l'Etat, de l'Administration, des municipalités, des départements, des régions, organismes et associations chargés de sa sauvegarde.

*Service de la Documentation  
et des Publications (S D P)*  
IFREMER - Centre de Brest  
B.P. 70 - 29280 PLOUZANÉ  
Tél. 98 22 40 43 - Telex 940 627 F



ISBN : 2.905434-35-X

© Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer, 1991