

**LE PORT DE PORQUEROLLES
(ILES D'HYÈRES,
MÉDITERRANÉE, FRANCE).
III - ESTIMATION DE
LA DÉGRADATION DES QUALITÉS
PHYSIQUES, CHIMIQUES
ET BIOLOGIQUES DES EAUX
ET DEGRÉ DE POLLUTION
PAR LES DÉTERGENTS ANIONIQUES**

Henry AUGIER (1), Arlette RAMADE (2)

et Marius SANTIMONE (3)

Résumé : L'étude du régime thermique et du régime halin des eaux du port de Porquerolles a été réalisée conjointement avec celles de l'oxygène dissous, des pigments chlorophylliens (chlorophylle et phaeophytines), des sels nutritifs (phosphates, nitrates, nitrites, ammoniacque) et des détergents anioniques.

Les résultats obtenus ont montré que les eaux portuaires ont une tendance très nette à l'eutrophisation en été et au début de l'automne, époque qui coïncide avec une surfréquentation des bateaux de plaisance. La pollution importante par les détergents laisse à penser que les taux élevés en phosphates enregistrés à cette époque proviennent certainement de l'hydrolyse des polyphosphates issus des détergents. L'aggravation de cette pollution par la présence supplémentaire de métaux lourds et d'hydrocarbures laisse prévoir de graves répercussions sur la flore et la faune benthiques et pelagiques.

A l'image de celui de Porquerolles, les ports de plaisance du littoral constituent en fait de véritables centres urbains sur l'eau, à rejet direct à la mer, au cœur même des sites touristiques et balnéaires. Une telle situation n'est plus tolérable ; des mesures urgentes s'imposent tant en ce qui concerne les aména-

(1) Laboratoire de Biologie Végétale Marine, U.E.R. des Sciences de la Mer et de l'Environnement de Luminy, 13288 Marseille cedex 9 case 901.

(2) Station Marine d'Endoume, Laboratoire d'Océanographie, Faculté des Sciences de Luminy, 13288 Marseille cedex 9 case 901.

(3) Laboratoire de Biologie Marine, Faculté des Sciences de Saint Jérôme, 13397 Marseille cedex 4.

gements portuaires que la réglementation des rejets en mer à partir des embarcations.

Summary : Salinity and temperature conditions of waters in Porquerolle harbour were monitored jointly with dissolved oxygen, phytoplankton pigment (chlorophyl and phaeophytin), nutrients (phosphates, nitrates, nitrites, ammonia and anionic detergents).

According to results, harbour waters evolve towards eutrophication in summer and just before autumn, a period which coincides with and high yachting traffic.

The important pollution caused by detergents, suggests that the high phosphates levels measured during this period, probably results from polyphosphates detergents hydrolysis.

The increase of this pollution with the additional presence of heavy metal and hydrocarbons indicates that important consequences will be imposed on benthic and pelagic flora and fauna.

In way similar to the Porquerolles harbour, marinas located on the coast are in fact, real urban centers on the sea, with direct raw sewage outflow in the very midst of touristic and holiday sites.

This situation is no longer tolerable : it is necessary to take action immediately concerning the harbour installations as well as the legislation on effluent from the boats.

1. — INTRODUCTION

Avec le développement spectaculaire de la navigation de plaisance le trafic du port de Porquerolles a pris une telle ampleur que des travaux importants ont dû être entrepris pour augmenter la capacité du plan d'eau et améliorer sa protection face à la mer. Sous cet aspect le port de Porquerolles illustre bien la destinée de ces nombreuses petites criques du littoral méditerranéen qui ont été, avant lui, progressivement modifiées et détériorées par les aménagements intempestifs et l'accélération démesurée du trafic portuaire. Depuis l'achèvement en 1968, de ces aménagements, le port de Porquerolles est devenu un milieu semi-fermé très bien protégé au Nord par une digue orientée Est-Ouest qui freine considérablement les échanges d'eau avec le large.

De nombreux appontements ont été aménagés pour accueillir 350 bateaux de plaisance à poste fixe, tandis que deux quais sont réservés aux vedettes qui assurent la liaison entre l'île et le continent (AUGIER et SEILLER, 1978). Du 1^{er} octobre 1976 au 30 septembre 1977, 13 092 bateaux de plaisance ont été dénombrés dont 9 862 pour la seule période de juin à septembre 1977. Le bilan du service régulier au départ de l'embarquement de la presqu'île de Giens s'élève à 6 015 bateaux et 133 264 passagers pour 1977 dont 3 590 bateaux et 108 904 passagers de juin à septembre 1977 (AUGIER et SEILLER, 1978). En période estivale, le port est complet et les bateaux en surnombre sont obligés de jeter l'ancre dans le port ou devant les plages environnantes ; à cette époque, la circulation dans le port est malaisée à cause du trafic intense et de l'encombrement du plan d'eau par les bateaux.

L'inventaire des sources de nuisances a montré que la pollution provient en grande partie des activités maritimes locales et de l'avitaillement (AUGIER et SEILLER, 1978). Le port de Porquerolles offre en effet l'avantage d'être relativement éloigné des grandes zones indus-

trielles, agricoles et urbaines du littoral provençal. Cette situation privilégiée est un élément favorable à une meilleure appréciation du degré d'impact d'une pollution restreinte et locale par rapport à celle d'autres régions du littoral soumises à des nuisances de plus grande envergure et d'origines multiples. Par ailleurs, la modernisation du réseau d'égout ainsi que la construction d'une station d'épuration ont eu pour conséquence la suppression, en 1972, des rejets directs des effluents du village dans le port. Il existe néanmoins encore des déversements de type urbain dus à une catégorie peu scrupuleuse de plaisanciers pratiquant encore le « tout à la mer » (eaux fécales, détergents, etc...). On peut facilement mesurer l'ampleur et la variété de ces rejets en observant, en plongée, les fonds et la tranche d'eau au niveau des appontements et des autres secteurs du plan d'eau les plus fréquentés. Il convient toutefois de préciser qu'en cas d'engorgement des conduites ou de panne de la station de refoulement, le réseau d'égout comprend deux canalisations de secours dont une peut débiter dans le port.

L'entrave générale au renouvellement des eaux portuaires est particulièrement évidente dans la zone comprise entre la jetée et le môle des appontements où les eaux stagnent, créant ainsi, par endroits, des zones de décantation et d'accumulation, ce qui a pour résultat d'amplifier les conséquences de la pollution dans des proportions parfois considérables. La turbidité de l'eau est constante en été, les hydrocarbures et la mousse des détergents sont directement visibles à la surface de l'eau.

L'étude des métaux lourds a déjà montré que les eaux, les sédiments et également la flore et la faune du port de Porquerolles sont contaminés par le mercure (AUGIER, GILLES et al., 1978) et par le cadmium, le cuivre, le nickel, le plomb et le zinc (AUGIER, CHABERT et al., 1980), avec des teneurs souvent importantes au niveau des appontements les plus fréquentés.

Le présent travail constitue donc la suite logique de ces premières investigations. Nous nous sommes attachés plus particulièrement à dégager les conséquences de cette situation critique du port de Porquerolles sur la détérioration des qualités physiques et chimiques des eaux par le jeu conjoint de la pollution, du confinement et de la densité du trafic portuaire. L'étude a également été complétée par l'examen du degré de contamination des eaux par les détergents anioniques.

2. — MATERIEL ET METHODES

2.1. Lieux et méthodes de prélèvement

Nous avons concentré nos recherches en des zones particulièrement agressées par les rejets des embarcations, c'est-à-dire entre les pontons et à proximité des quais d'accostage des vedettes (Fig. 1). Les autres stations d'étude sont situées l'une au centre du port, une autre au débouché de la Garonne (petit ruisseau intermittent), un autre encore à l'entrée du port, tandis que la dernière station a été choisie à l'extérieur du port, dans une zone à l'abri de la pollution portuaire et qui sert de référence.

Les prélèvements d'eau ont été effectués à l'aide d'un seau pour l'eau de surface et à l'aide d'une bouteille à renversement de type Mécaboliér de 1,5 l de capacité, munie d'un thermomètre à renversement Richter et Wiese.

2.2. Mesures hydrologiques

Température

La température a été mesurée en surface par immersion d'un thermomètre à mercure dans le seau à prélèvements (précision : $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$). En profondeur nous avons utilisé un thermomètre à renversement de marque Richter et Wiese (précision : $\pm 0,01^{\circ}\text{C}$).

Salinité

Les prélèvements étaient effectués dans des canettes de verre de 100 ml. Les mesures ont été faites au laboratoire à l'aide d'un salinomètre Beckman model RS - 7B (précision : $\pm 0,3 \text{ ‰}$).

2.3. Mesures chimiques

— *Oxygène dissous*

Les prélèvements ont été effectués dans des flacons Jena bruns de 125 ml. La fixation de l'oxygène se faisait immédiatement et les échantillons étaient transportés rapidement au laboratoire pour être analysés au plus tard dans les 24 heures. Nous avons utilisé la méthode de Winkler et le mode opératoire de BARNES (1955). Le calcul des pourcentages de saturation a été réalisé selon le procédé de TRUESDALE et al. (1955) à l'aide du nomographe de RICHARDS et CORWIN (1956) ; les résultats sont exprimés en ml/l.

— *Sels nutritifs* (Nitrates, nitrites, phosphates, ammoniacque).

Les prélèvements ont été effectués dans des flacons en polyéthylène de 125 ml ; les échantillons ont été congelés à -20°C en vue de leur dosage ultérieur au laboratoire.

Les mesures des sels nutritifs, basées sur des méthodes colorimétriques ont été faites sur autoanalyseur Technicon (TREGUER et LE CORRE, 1975) ; nous avons retenu les méthodes de BENSCHNEIDER et ROBINSON (1952) pour les nitrites, celles de WOOD et al. (1967) pour les nitrates, et enfin celles de MURPHY et RILEY (1962) pour les phosphates dont les dosages ont été effectués sur un spectrophotomètre Beckman modèle 26. L'ammoniacque a été dosé par la méthode manuelle de KOROLEFF (1970), les mesures ont été effectuées sur un spectrophotomètre Beckman modèle 26 à lecture digitale ; les résultats sont exprimés en $\mu\text{atg/l}$ d'azote, de phosphore.

2.4. Mesures biologiques (Chlorophylle a et phaéophytine)

Les prélèvements sont effectués dans des flacons en matière plas-

tique de 1 l. Les échantillons sont filtrés sur filtre Whatman (GF/C, diamètre 47 mm) en fibre de verre, après addition de $Mg CO_3$. Les filtres sont conservés au congélateur à $-20^{\circ}C$ en attendant le dosage. L'extraction se fait dans l'acétone à 90 %, le filtre est broyé dans un broyeur en verre : l'échantillon est laissé 20 minutes à l'obscurité puis centrifugé 10 minutes à 4000 tours/minute.

La mesure des pigments chlorophylliens est effectuée par fluorimétrie à l'aide d'un fluorimètre « Turner » modèle 111 équipé d'un photomultiplicateur R 136, selon la méthode de LORENZEN (1965). Nous avons choisi cette méthode qui est rapide, pratique et sensible. Après une première mesure de fluorescence (F_0), on ajoute 2 gouttes de HCl 10 % ; trente secondes après, on fait une nouvelle mesure de fluorescence ; les concentrations de chlorophylle a et de phaeophytine sont alors calculées par l'intermédiaire des équations de LORENZEN (1967) :

$$\text{Chlorophylle a} = \frac{\frac{1.34}{1.34 - 1 \cdot K \cdot (F_0 - F_a)} \cdot v \cdot \text{dil.}}{V \cdot 1000} \quad \mu\text{g/l}$$

$$\text{Phaeophytine} = \frac{\frac{1.34}{1.34 - 1 \cdot K \cdot [(1.34 F_a) - F_0]} \cdot v \cdot \text{dil.}}{V \cdot 1000} \quad \mu\text{g/l}$$

1.34 = rapport d'acidification

K = facteur de la fente employée : pour les fentes 1 - 3 - 10 - 30,
K = 0.8 - 0.32 - 0.112 - 0.005

v = extrait acétonique en ml

V = volume d'eau filtré en litres

dil. = dilution.

2.5. Détergents

Le dosage des détergents anioniques dans l'eau de mer a été réalisé selon la méthode de LE BIHAN et COURTOT-COUCPEZ (1970). Le procédé est basé sur la formation d'une association d'ions orthophénanthroline cuivrique-anion détergent extractible par la méthylisobutylcétone ; le cuivre étant dosé dans le solvant par spectrophotométrie d'absorption atomique à l'aide d'un appareil Techtron type AA4, équipé d'une lampe à cathode creuse en alliage cuivre-manganèse Techtron AA 434.

La reproductibilité des résultats et la précision des mesures sont très satisfaisantes pour des concentrations supérieures à $10 \mu\text{g/l}$ de détergent, exprimées en laurylsulfate de sodium. La méthode présente également l'avantage d'être peu sensible aux interférences avec d'autres composés contrairement à d'autres techniques de dosage, notamment

celles dérivées de la polarographie et même de l'utilisation du bleu de méthylène.

3. — RESULTATS ET DISCUSSION

Les résultats obtenus ont été portés dans les tableaux I à V dont la lecture permet de dégager les caractéristiques ci-après.

3.1. Températures

Le régime thermique suit le cycle saisonnier classique avec un réchauffement des eaux d'avril en août et un refroidissement de septembre à mars, les températures variant de 12,5°C à 25°C. Les amplitudes sont plus importantes dans les zones de très faible profondeur.

3.2. Salinités

Le régime halin peut être qualifié de « normal », avec des salinités comprises entre 37,7 et 38,0 ‰ ; les valeurs les plus fréquemment rencontrées oscillant autour de 37,8 et 37,9 ‰, valeurs caractéristiques des eaux provenant du courant liguro-provençal dont l'itinéraire se poursuit entre le golfe de Gênes et le golfe de Marseille (MINAS 1977 GOSTAN 1977 b). Les valeurs de salinité supérieures à 38 ‰ ont été rencontrées durant la période estivale et post-estivale (38,8 ‰) ; elles sont dues à une évaporation plus importante. Les valeurs de salinité inférieures à 37,7 ‰ sont liées essentiellement aux précipitations atmosphériques de février et certainement aux apports intermittents d'eau douce par le ruisseau « La Garonne », et quelquefois aux rejets de lavage et toilettes des embarcations.

3.3. Teneurs et degré de saturation en oxygène

On note une sursaturation habituelle des eaux en oxygène (110-120) sauf en hiver où elles sont tout juste saturées (98,8-100) ; le maximum d'oxygène est mesuré fin hiver début printemps (supérieur à 6 ml/l) et le minimum en été (4,5 à 5 ml/l). Cette diminution de l'oxygène dissous pendant la période estivale traduit certainement cette tendance à l'eutrophisation des eaux révélée par les taux importants en phosphates.

3.4. Sels nutritifs

La réserve nutritive est faible en général à l'image de ce qu'elle est dans les eaux néritiques méditerranéennes (0,05 µatg/l en surface à caractère oligotrophe, toutefois nous avons pu noter une eutrophisation due principalement aux phosphates d'origine humaine et dont les concentrations atteignent des valeurs proches de celles observées dans les eaux profondes du large (0,5 µatg/l) ; les fortes teneurs (0,8-1,2 µatg/l) sont mesurées en période estivale et post-estivale de surfréquentation du plan d'eau. Les teneurs en nitrates, nitrites et ammonium ne sont pas excessives en général mais elles fluctuent considérablement dans le temps comparativement à celles des phosphates, elles sont parfois relativement importantes (supérieures à 2 µatg par exemple).

en février) ce qui se traduit par un déséquilibre de la balance des sels nutritifs vers les valeurs fortes dans ce cas ; cependant, dans la majorité des cas, le rapport N/P est inférieur à 15 en raison de l'importance des phosphates dans les eaux du port.

3.5. Pigments photosynthétiques

Les teneurs en chlorophylles a sont de 0.3 $\mu\text{g/l}$ en moyenne et atteignent un maximum de 1.7 $\mu\text{g/l}$ en septembre ; elles sont caractéristiques d'un milieu néritique pauvre (teneurs inférieures à 1 $\mu\text{g/l}$), à densité cellulaire clairsemée quelle que soit la saison ; elles varient suivant le cycle saisonnier classique et traduisent les fluctuations de la biomasse.

La distribution des phaeophytines, produits de dégradation des chlorophylles classiquement reconnues comme étant formées par le tractus digestif des phytophages (LORENZEN, 1967), est sensiblement identique à celle des chlorophylles. Les plus fortes concentrations ont été notées à la station 4 en juillet 1979 ; ce qui correspond vraisemblablement à une importante mortalité des cellules phytoplanctoniques due soit à l'eutrophisation des eaux, soit à la charge en hydrocarbures, la station 4 étant située au niveau de la station d'avitaillement.

3.6. Détergents anioniques

L'étude de la contamination du port de Porquerolles par les détergents anioniques a été réalisée à la fin de la période de surfréquentation estivale, c'est-à-dire au moment où le phénomène de cumulation des déversements, résultant du confinement du plan d'eau, est à son maximum (1).

Les résultats obtenus (tableau 5) montrent que la concentration des eaux portuaires en détergent est particulièrement importante à cette époque : 42,5 $\mu\text{g/l}$ en moyenne en surface (avec un maximum de 58 $\mu\text{g/l}$) et 31,5 $\mu\text{g/l}$ en moyenne en profondeur (avec un maximum de 45 $\mu\text{g/l}$).

Pour situer ces chiffres, il suffit de les comparer à celui de la station de référence (N° 12) située à l'extérieur du port (3 $\mu\text{g/l}$) où la concentration en détergents est 4 à 20 fois plus faible, et également à ceux obtenus dans d'autres secteurs du littoral français.

On a relevé, par exemple, une moyenne de 6 $\mu\text{g/l}$ et un maximum de 38 $\mu\text{g/l}$ en rade de Brest, une moyenne de 14 $\mu\text{g/l}$ et un maximum de 70 $\mu\text{g/l}$ dans l'estuaire de la Loire et une moyenne de 27 $\mu\text{g/l}$ et un maximum de 109 $\mu\text{g/l}$ dans l'estuaire de la Seine (COSSA, 1973). Dans la calanque de Cortiou, où se déversent les eaux usées de la ville de

(1) La masse budgétaire consacrée à ce travail n'a pas permis, comme pour les autres paramètres, de réaliser des échantillonnages saisonniers ; par convention, nous avons donc retenu la période pendant laquelle la pollution du plan d'eau est maximale.

Marseille, on a enregistré des valeurs variant de 50 à 200 $\mu\text{g/l}$ au voisinage du rejet qui contient, au départ, environ 20 mg/l de détergents (CARUELLE, 1973). Les teneurs à 2 km de l'égout ne sont plus, en moyenne, que de 20,9 $\mu\text{g/l}$, avec un maximum de 75 $\mu\text{g/l}$ (COSSA, 1973). Ainsi, les taux les plus importants, sans atteindre ceux enregistrés au voisinage du rejet des eaux usées de la ville de Marseille, sont, par contre, comparables à ceux des estuaires de la Loire et de la Seine et même légèrement plus élevés qu'en rade de Brest. Les valeurs les plus élevées ont été enregistrées au niveau des appontements les plus fréquentés par les bateaux de plaisance et dans les zones les plus confinées du plan d'eau. Cette pollution importante par les détergents doit donc très certainement résulter non seulement des quantités relativement importantes et cumulatives des détergents rejetés, tout l'été, par les embarcations, mais également de l'entrave générale des échanges d'eau portuaire avec l'eau vive du large. L'étude de la contamination par le mercure et les autres métaux lourds avait d'ailleurs abouti, précédemment, à une conclusion similaire (AUGIER, GILLES et al., 1978).

Les faibles valeurs enregistrées à la station 11 située plus au large, devant l'entrée du port, montrent, par ailleurs, que la pollution reste en grande partie confinée dans le port ou du moins que la dispersion des détergents dans les eaux du large est importante.

Les résultats obtenus confirment enfin que les taux de détergents au niveau de la même station sont en général plus faibles en profondeur qu'en surface ; COSSA (1973) et CARUELLE (1973) ont abouti à des constatations similaires au cours de leurs investigations sur le littoral atlantique et méditerranéen.

CONCLUSION

Le port de Porquerolles apparaît donc comme un milieu néritique à caractère relativement eutrophe aux deux moments de l'année qui coïncident avec une surfréquentation par les plaisanciers, et il est permis de penser que les taux importants de phosphates enregistrés à cette époque proviennent de l'hydrolyse des polyphosphates issus des détergents. Ces apports importants peuvent, dans certaines conditions, avoir des conséquences néfastes sur l'écosystème en faisant évoluer le milieu vers un état d'eutrophisation manifeste. Par ailleurs, la pollution supplémentaire en ces mêmes périodes, par les métaux lourds et les détergents dont on connaît la grande toxicité et d'hydrocarbures qui forment, à la surface de l'eau, un film perturbateur des échanges gazeux entre l'eau et l'atmosphère, constitue autant d'agents d'aggravation de la pollution générale pouvant engendrer de graves répercussions sur le métabolisme des organismes pélagiques et des organismes benthiques.

L'étude monographique du port de Porquerolles démontre donc bien l'importance de la pollution au niveau des ports de plaisance, et encore convient-il de préciser que celui de Porquerolles offre le double avantage d'être éloigné des sources de pollutions urbaines et indus-

trielles du littoral et de ne comporter aucun rejet domestique à terre susceptible d'aggraver la pollution locale ; ce qui n'est pas le cas pour de nombreux ports du littoral.

Alors qu'actuellement la sensibilisation de l'opinion publique et des autorités compétentes a abouti à une politique de lutte contre la pollution tellurique par la construction de stations d'épuration et une réglementation appropriée, les ports de plaisance constituent encore — sur la totalité du territoire — l'équivalent, sur l'eau, de complexes urbains de moyenne importance à rejet individuel et direct à la mer.

Compte-tenu que les ports de plaisance sont en général situés au cœur même des sites touristiques et balnéaires, une telle situation n'est plus tolérable. Des mesures urgentes s'imposent donc non seulement au niveau de l'aménagement de nouveaux ports ou de la transformation des ports en fonction en vue d'améliorer le renouvellement des eaux portuaires, mais également au plan législatif et exécutif concernant les rejets en mer à partir des embarcations et l'utilisation des détergents à bord des bateaux.

BIBLIOGRAPHIE

- AUGIER H., SEILLER A., 1978. — Le port de Porquerolles (Iles d'Hyères, Méditerranée, France). I. - Historique, description générale des installations, bilan des activités portuaires, inventaire des sources de nuisance. *Trav. Sc. Parc Nation. Port-Cros*, 4 : 177-235.
- AUGIER H., GILLES G., RAMONDA G., 1978. — Recherche sur la pollution mercurielle en rade d'Hyères et dans l'archipel des Stœchades (Méditerranée, France). IV. - Le port de Porquerolles. *Trav. Sci. Parc Nation. Port-Cros*, 4 : 237-269.
- AUGIER H., CHABERT D., VICENTE N., 1980. — Le port de Porquerolles (Iles d'Hyères, Méditerranée, France). II. - Contamination par les métaux lourds. *Trav. Sci. Parc Nation. Port-Cros*, 6 : 253-285.
- BARNES H., 1959. — Apparatus and methods of oceanography. Part one : chemical. *G. Allen et Unwin Ltd* : 1-141.
- BENSCHNEIDER K., ROBINSON P.-J., 1952. — A new spectrophotometric determination of nitrite in sea water. *J. Mar. Res.*, 11 : 87-96.
- CARUELLE F., 1973. — Pollution marine de surface par les détergents anioniques provenant des égouts de Marseille. *Thèse Doct. Pharmacie, Marseille* : 1-87.
- COSSA D., 1973. — Contribution à l'étude de la pollution du milieu marin par les détergents anioniques : établissement d'un niveau de référence en cinq zones du littoral français et toxicité aigue et biodégradation de cinq de ces produits. *Thèse Doct. d'Université, Nantes* : 1-174.
- COSSA D., 1973. — Evaluation de la pollution par les détergents anioniques en cinq zones du littoral français. *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, 37, 3 : 429-469.
- GOSTAN J., 1977a. — Résultats des observations hydrologiques effectuées entre les côtes de Provence et de Corse (6 août 1962 - 30 juillet 1964). *Cah. oceanogr.*, 19 (suppl. 1) : 1-70.
- GOSTAN J., 1977b. — Remarques sur les minimum de salinité observés dans les eaux littorales du golfe de Gênes. *Ibid.*, 19, 6 : 469-476.

- KOROLEFF F., 1970. — Direct determination of ammonia in natural waters as indophenol blue. Revised version of J.C.E.S., C.M. 1969/C : 9. *Interlab. Rep.*, 3 : 19-22.
- LE BIHAN A., COURTOT-COUCPEZ, 1970. — Dosage de traces de détergents anioniques et cationiques dans l'eau de mer et les eaux douces par spectrophotométrie d'absorption atomique. *Bull. Soc. Chim. Fr.*, 1 : 406-411.
- LORENZEN C.-J., 1965. — A note on the chlorophyll and phaeophytin content of the chlorophyll maximum. *Limnol. oceanogr.* 10, 3 : 482-483.
- LORENZEN C.-J., 1967. — Vertical distribution of chlorophyll and phaeopigments : Baja California. *Deep - Sea Res*, 14 : 735-745.
- MINAS H.-J., 1971. — Observations hydrologiques dans le golfe de Marseille (années 1961 à 1965). *Thétys*, 3 : 71-84.
- MURPHY J., RILLEY J.-P., 1962. — A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Analytica chim. acta*, 27 : 31-36.
- RICHARDS F.-A., CORWIN N., 1956 — Some oceanographic applications of recent determinations of solubility of oxygen in sea water. *Limnol. Oceanogr.*, 1, 4 : 263-267.
- TREGUER P., LE CORRE P., 1975. — Manuel d'analyse des sels nutritifs dans l'eau de mer. *Lab. d'Océanographie chimique Univ. de Bretagne Occ.* : 1-42.
- TRUESDALE G.-A., DOWNING A.-L., LOWDEN G.-F., 1955. — Solubility of oxygen in pure water and sea water. *J. appl. Chem*, 5 : 53-62.
- WOOD E.-I., ARMSTRONG F.-A.-J., RICARDS F.-A., 1967. — Determination of nitrate in sea water by cadmium-copper reduction to nitrite. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 47 : 23-31.

Accepté le 29 juin 1981

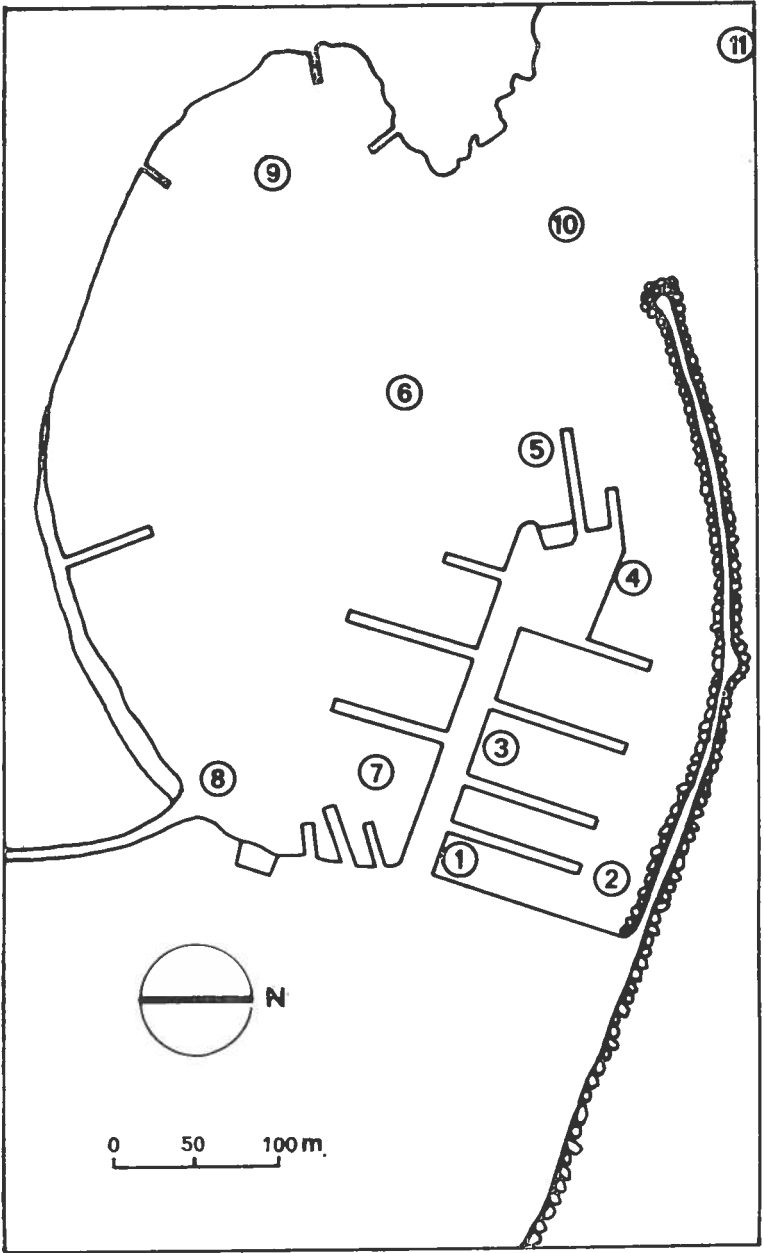


Fig. 1 : Le port de Porquerolles. Emplacement des stations de prélèvement.

Stations	Profondeur	Température °C	Salinité ‰	Oxygène ml/l	% de saturation	Nitrates µatg/l	Nitrites µatg/l	Phosphates µatg/l	Ammoniaque µatg/l	Chlor.a µg/l	Phaeo. µg/l
1	0 m	13,7	37,74	6,33	114	0,88	0,12	0,24	0,79	0,24	0,16
	2 m	13,3	37,89	6,20	111	0,12	0,08	0,21	0,31	0,07	0,06
2	0 m	13,0	37,89	6,12	109	0,35	0,08	0,32	0,77	0,14	0,08
	2 m	12,9	37,82	6,21	110	0,25	0,08	0,12	0,75	0,11	0,06
3	0 m	12,9	37,89	5,83	103	1,28	0,12	0,32	0,41	0,20	0,09
	2 m	12,7	37,79	6,05	107	0,18	0,12	0,20	0,88	0,16	0,08
4	0 m	12,9	37,84	6,41	114	0,14	0,16	0,30	0,81	0,16	0,09
	5 m	12,7	38,00	6,63	117	0,08	0,12	0,24	0,10	0,12	0,28
5	0 m	14,0	37,88	6,35	115	0,72	0,12	0,20	0,35	0,25	0,10
	3 m	13,2	37,76	6,36	113	1,08	0,08	0,30	0,00	0,19	0,11
6	0 m	13,0	37,69	6,20	110	1,44	0,16	0,05	27,78	0,19	0,08
	3 m	12,9	37,88	6,34	112	1,08	0,12	0,07	0,56	0,24	0,13
7	0 m	14,0	37,77	-	-	0,72	0,08	0,26	0,30	0,21	0,09
	3 m	13,6	37,85	-	-	0,72	0,08	0,20	0,17	0,54	0,02
8	0 m	14,2	37,88	6,39	116	0,02	0,08	0,35	0,33	0,07	0,31
	0 m	14,6	37,62	6,93	126	1,08	0,12	0,37	0,17	0,18	0,09
10	0 m	13,9	37,87	6,76	122	0,72	0,08	0,20	0,19	0,13	0,05
	6 m	13,4	37,87	6,76	121	0,72	0,08	0,21	0,33	6,20	0,02
11	0 m	14,0	37,91	6,75	122	0,72	0,08	0,20	0,26	0,15	0,05
	4 m	13,9	37,91	6,34	115	0,72	0,08	0,25	0,10	0,10	0,06
12	0 m	15,0	38,00	6,20	115	0,72	0,08	0,27	0,33	0,21	0,06

Tableau I : Résultats des mesures hydrologiques, réalisées sur les prélèvements du 10 Avril 1979, dans le port de Porquerolles.

Stations	Profondeur	Température °C	Salinité ‰/‰	Oxygène ml/l	% de saturation	Nitrates µatg/l	Nitrites µatg/l	Phosphates µatg/l	Ammoniaque µatg/l	Chlor-a µg/l	Phaeo. µg/l
1	0 m	23,9	37,93	6,95	151	0,58	0,00	0,43	0,27	0,50	0,13
	2 m	23,9	37,98	5,15	112	0,48	0,00	0,56	0,44	0,26	0,30
2	0 m	23,9	37,98	4,90	107	3,46	0,00	0,31	0,66	0,38	0,17
	2 m	23,2	37,98	4,62	99	1,92	0,00	0,27	0,19	0,30	0,15
3	0 m	24,0	37,92	4,90	106	2,11	0,00	0,75	0,27	0,40	0,17
	2 m	23,2	37,97	4,78	103	0,86	0,00	0,47	0,44	0,38	0,09
4	0 m	23,9	38,03	4,79	104	1,25	0,00	0,13	0,71	0,16	1,54
	5 m	22,9	37,97	3,60	77	1,15	0,00	1,93	0,63	1,04	2,59
5	0 m	23,9	37,98	4,98	108	0,67	0,00	0,51	1,16	0,78	0,26
	3 m	23,1	37,97	4,96	106	1,34	0,00	0,32	0,04	0,60	0,18
6	0 m	24,1	37,95	5,09	111	5,76	0,00	0,46	0,18	0,82	0,22
	3 m	23,2	37,95	4,97	106	0,10	0,00	0,36	0,29	0,54	0,48
7	0 m	24,7	37,97	5,01	110	0,20	0,00	0,74	0,89	0,76	0,35
	3 m	23,8	37,93	4,90	106	0,29	0,00	0,71	0,35	0,52	0,10
8	0 m	25,0	37,79	4,47	98	1,53	0,00	1,01	0,71	0,65	0,35
9	0 m	24,8	37,99	4,90	108	0,19	0,00	0,86	0,36	0,35	0,29
	0 m	23,5	38,03	4,85	105	1,34	0,00	0,27	0,09	0,43	0,12
10	6 m	23,0	37,99	4,90	104	0,10	0,00	0,13	0,19	0,22	0,08
	0 m	23,5	38,01	4,97	107	0,38	0,00	0,23	0,09	0,32	0,19
11	4 m	22,3	37,98	4,93	104	1,15	0,00	0,27	0,26	0,28	0,33
12	0 m	23,7	38,05	4,80	104	2,11	0,00	0,58	0,45	0,07	0,03

Tableau II : Résultats des mesures hydrologiques, réalisées sur les prélèvements du 17 juillet 1979, dans le port de Forquerolles.

Stations	Profondeur	Température °C	Salinité ‰	Oxygène ml/l	% de saturation	Nitrates µatg/l	Nitrites µatg/l	Phosphates µatg/l	Ammoniaque µatg/l	Chlor. a µg/l	Phaeo. µg/l
1	0 m	21,1	38,03	6,36	131	0,36	0,04	0,36	0,00	0,40	0,26
	2 m	21,1	37,99	5,59	115	2,80	0,00	0,15	0,00	0,25	0,15
2	0 m	21,1	38,05	6,24	129	0,52	0,08	0,83	0,00	0,41	0,28
	2 m	21,1	38,01	6,27	130	1,70	0,00	0,13	0,00	0,43	0,31
3	0 m	21,1	37,94	6,40	132	0,26	0,04	0,75	0,26	1,70	0,42
	2 m	21,1	38,04	6,32	131	0,10	0,00	0,13	0,00	0,44	0,23
4	0 m	21,1	37,99	6,27	129	0,42	0,08	0,32	0,00	0,25	0,15
	5 m	21,1	37,99	6,40	132	0,62	0,08	0,27	0,00	0,93	0,36
5	0 m	21,1	37,96	6,40	132	0,26	0,04	0,35	0,00	0,31	0,03
	3 m	21,1	37,97	6,23	128	0,70	0,00	0,15	0,00	0,34	0,05
6	0 m	21,1	37,99	6,40	132	0,16	0,04	0,28	0,00	0,40	0,20
	3 m	20,9	37,94	5,34	110	0,10	0,00	0,26	0,00	0,35	0,05
7	0 m	21,1	37,94	5,76	119	0,52	0,08	1,22	0,00	0,27	0,07
	3 m	21,1	37,88	5,59	116	0,28	0,12	0,33	0,00	0,34	0,41
8	0 m	21,2	37,71	6,03	125	2,18	0,12	0,42	0,07	0,58	0,06
9	0 m	20,9	37,92	5,60	116	2,50	0,00	0,37	0,00	0,16	0,15
10	0 m	21,3	38,06	6,27	130	0,76	0,04	0,15	0,00	0,15	0,11
	6 m	21,1	38,03	6,14	127	1,26	0,04	0,15	0,00	0,18	0,14
11	0 m	21,4	38,08	6,59	137	1,26	0,04	0,15	0,00	0,04	0,02
	4 m	21,4	38,05	6,04	126	0,90	0,00	0,11	0,00	0,04	0,03
12	0 m	21,5	38,08	6,07	126	0,20	0,00	0,27	0,00	0,05	0,03

Tableau III : Résultats des mesures hydrologiques, réalisés sur les prélèvements du 3 septembre 1979, dans le port de Porquerolles.

Stations	Profondeur	Température °C	Salinité ‰	Oxygène ml/l	% de saturation	Nitrates µatg/l	Nitrites µatg/l	Phosphates µatg/l	Ammoniaque µatg/l	Chlor. a µg/l	Phaeo. µg/l
1	0 m	12,0	37,76	6,80	118	0,44	0,12	0,14	1,38	0,09	0,10
	2 m	12,0	37,73	5,99	104	1,53	0,18	0,03	1,07	0,10	0,08
2	0 m	12,0	37,78	6,29	109	2,19	0,24	0,16	1,59	0,08	0,10
	2 m	12,0	37,75	6,04	105	1,32	0,21	0,11	1,17	0,09	0,10
3	0 m	12,0	37,86	6,29	109	2,64	0,24	0,18	1,25	0,09	0,08
	2 m	12,0	37,85	5,91	103	1,47	0,24	0,08	2,39	0,12	0,07
4	0 m	12,0	37,64	5,66	98	2,22	0,21	0,08	1,17	0,12	0,08
	5 m	12,0	37,76	6,03	105	1,41	0,21	0,10	0,63	0,14	0,06
5	0 m	12,1	37,82	6,03	105	3,69	0,36	0,16	1,27	0,12	0,08
	3 m	12,2	37,83	6,20	108	2,10	0,33	0,12	0,48	0,05	0,40
6	0 m	12,2	37,71	5,95	103	2,28	0,33	0,17	0,70	0,17	0,08
	3 m	12,3	37,78	5,37	93	2,13	0,21	0,09	0,39	0,11	0,12
7	0 m	12,1	37,74	5,62	98	2,31	0,21	0,18	0,88	0,19	0,19
	3 m	12,1	37,74	5,48	95	3,00	0,24	0,12	0,66	0,09	0,13
8	0 m	12,1	38,14	5,46	96	15,87	0,33	0,18	1,64	0,09	0,17
9	0 m	12,3	37,84	5,58	98	1,53	0,27	0,12	0,69	0,06	0,11
	0 m	12,2	37,75	5,69	99	2,23	0,24	0,18	0,84	0,13	0,16
10	6 m	12,3	37,74	4,46	96	2,25	0,27	0,06	0,63	0,14	0,08
11	0 m	12,6	37,78	5,95	104	1,32	0,30	0,16	1,20	0,08	0,11
	4 m	12,6	37,61	5,27	92	1,17	0,27	0,06	1,28	0,08	0,13
12	0 m	12,4	37,77	6,20	109	2,07	0,36	0,16	0,71	0,12	0,13

Tableau IV : Résultats des mesures hydrologiques, réalisées sur les prélèvements du 10 février 1980, dans le port de Forquerolles.

Numéros des stations	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12	
	·0	-2	0	-2	0	-2	0	-5	0	-3	0	-3	0	-3	0	0	0	0	0	0	-6	0	-4	0
Profondeurs (mètres)																								
Taux de détergents (µg/l)	25	25	20	20	55	28	53	13	55	45	53	45	58	43	38	30	38	33	6	3				3

Tableau V : Taux de détergents anioniques dans les prélèvements d'eau du port de Porquerolles réalisés le 3 septembre 1979
(Les résultats sont exprimés en microgrammes par litre de Laurylsulfate de sodium).