

OBSERVATIONS ECOLOGIQUES ET CLIMATOLOGIQUES DANS LES ILES EUROPA, GLORIEUSES, TROMELIN *

par

R. DELEPINE (1), L.-A. MAUGE (2), A. PADOVANI (1),
et le Service Météorologique de La Réunion (3)

Le Service Météorologique de La Réunion (S.M.R.) entretient une mission dans les trois îles Europa, Glorieuses, Tromelin (cf. carte p. 80) où des équipes se relaient périodiquement pour assurer en permanence les observations météorologiques classiques.

Afin de mieux connaître les caractéristiques générales de ces îles, et en vue d'une éventuelle exploitation de leurs ressources marines, un programme mixte, biologique et météorologique, a été mis sur pied à partir de 1968.

FACTEURS ETUDIES — PRESENTATION DES DONNEES

Les mesures des grandeurs classiques en météorologie constituent le travail de routine des missions et sont effectuées aux heures synoptiques. Les valeurs obtenues, d'abord portées sur les tableaux climatologiques quotidiens, sont ensuite regroupées dans les tableaux climatologiques mensuels (T.C.M.). Ces données sont archivées au S.M.R. Parmi elles nous avons choisi l'insolation, la température air ainsi que la pluviosité en raison de l'importance qu'ont ces facteurs dans la biologie des organismes marins littoraux (végétaux et animaux). A l'occasion de rapides observations algologiques faites à Tromelin par l'un d'entre nous (R.D.)

(*) La communication présentée au colloque "COMMERSON" ne traitait que les principales caractéristiques de l'environnement marin recueillies entre 1968 et 1972 dans les trois îles citées. Depuis, il nous a paru intéressant d'y adjoindre les observations inédites que l'un d'entre nous (L.-A. M.) a réalisées à EUROPA au cours de plusieurs séjours, ainsi que l'esquisse biocénétique résumant ces données.

(1) Equipe Biogéographie et Ecologie Benthiques (Biologie Végétale Marine), Université Pierre et Marie Curie (Paris VI), 7 quai Saint-Bernard, 75230 PARIS CEDEX 05.

(2) Station Marine de Tuléar. Boîte Postale 141. TULEAR. MADAGASCAR.

en 1968, des mesures complémentaires (température et salinité de la mer) ont été prévues et inscrites au programme habituel de ces stations. Soulignons dès maintenant que ces facteurs sont étudiés dans une orientation d'écologie littorale et non en vue de recherches océanographiques qui nécessitent une précision de mesure bien supérieure. En principe, la température de la mer est prise une fois par jour à heure fixe à l'aide d'un thermomètre à mercure, classique, donnant une précision de 1/10 de degré Celsius ; les échantillons d'eau prélevés une fois par semaine ont été dosés soit à Paris, soit à La Réunion par l'une d'entre nous (A.P.) en utilisant un salinomètre automatique BECKMAN type RS-7B. Ces rythmes de mesure ont parfois été modifiés en fonction d'impératifs locaux et certains échantillons ont été endommagés lors de leur transfert en métropole.

Les données sont présentées, en annexe hors texte, d'une part dans des tableaux (1 à 10) et d'autre part sous forme de graphiques (1 à 5) qui visualisent leurs variations.

1.- Résultats numériques

1.1.- Nous donnons (tableaux 1, 2 et 3) la liste des couples "température mer/salinité" correspondant aux prélèvements retenus ainsi que les valeurs moyennes mensuelles qui en dérivent. On notera que pour certains prélèvements la température de la mer n'a pas été prise.

1.2.- Nous avons regroupé, pour chaque île, les valeurs moyennes, par décade, de la température mer dans un tableau (tableaux 4, 5, 6) puisque ce facteur n'est pas pris en compte dans les documents météorologiques classiques (T.C.M.). [Par contre, les valeurs moyennes décadaires pour les facteurs insolation, température air et pluviosité n'ont pas été reproduites ; elles sont, en effet, très facilement disponibles au S.M.R. grâce au traitement automatique des données par ordinateur.]

1.3.- Il nous a semblé cependant nécessaire de rassembler dans un tableau synthétique pour chaque île les valeurs moyennes générales calculées pour la période totale (1968-1972), de tous les facteurs étudiés (tableaux 7, 8, 9). Ces valeurs générales sont obtenues de plusieurs façons :

1.3.1.- pour la décade, la valeur est obtenue en faisant la moyenne des valeurs trouvées pour toutes les décades homologues au cours de la période 1968-1972.

1.3.2.- pour le mois, le type de calcul est différent en fonction des facteurs étudiés :

— pour l'insolation, la température air et la température mer chaque valeur est la moyenne des trois valeurs décadaires du mois considéré ;

— pour la pluviosité, cette valeur est, naturellement, la somme des valeurs décadaires correspondantes et non leur moyenne, comme le rappelle la disposition typographique du tableau ;

— pour la salinité, la moyenne est calculée directement en utilisant les valeurs de tous les prélèvements réalisés pendant la période 1968-1972 pour le mois considéré.

1.3.3.- pour "l'année moyenne" (valeur annuelle et erreur sur moyenne) les calculs sont, à nouveau, différents suivant les facteurs :

- pour l'insolation, la température air et la température mer, la valeur est la moyenne des 36 valeurs décennales ;
- pour la pluviosité, elle correspond à la somme des 36 valeurs décennales ;
- pour la salinité, elle représente la moyenne des 12 valeurs mensuelles.

1.4.- Dans le tableau 10, sont réunies les moyennes mensuelles pour la période 1968-1972 des couples "température mer/salinité" utilisées pour la réalisation des diagrammes T/S. Pour un mois donné, elles ont été calculées à partir des valeurs contenues dans les tableaux 1, 2, 3, pour les cinq mois homologues de cette période mais seules ont été prises en compte celles où la salinité est associée à une température mer. Il est donc normal que ces moyennes (tableau 10) diffèrent de celles des tableaux 7, 8, 9 puisque dans ce dernier cas d'une part, toutes les valeurs disponibles de salinité disponibles ont été utilisées et d'autre part, le nombre des valeurs de température mer est bien supérieur au nombre de couples salinité-température mer.

2.- Graphiques

2.1.- Les graphiques 1, 2, 3 montrent, respectivement pour Europa, Gloireuses, Tromelin, les variations de chaque facteur d'abord pour l'ensemble de la période 1968-1972 et ensuite pour chacune des cinq années, isolément :

— dans les parties relatives à chaque année, la salinité représente les valeurs réelles de chaque prélèvement (tableau 1,2,3) ; pour tous les autres facteurs, les courbes traduisent les variations décennales ; rappelons que parmi ces facteurs, seule la température mer a été reproduite (cf. § 1.2.).

— dans la partie synthétique (1968-1972) les courbes correspondent aux valeurs moyennes définies ci-dessus (cf. § 1.3.) ; rappelons que la courbe de salinité correspond aux valeurs moyennes mensuelles alors que pour tous les autres facteurs les courbes indiquent les valeurs décennales (tableaux 7, 8, 9).

En outre, chaque graphique comporte :

— un tableau récapitulatif indiquant les périodes pendant lesquelles des prélèvements ont été réalisés pour la mesure de la salinité et de la température de la mer ;

— le diagramme moyen T/S correspondant aux couples température mer /salinité du tableau 10 (cf. § 1.4.).

2.2.- Le graphique 4 correspond aux valeurs moyennes mensuelles et annuelles des tableaux 7, 8, 9 calculées sur toute la période 1968-1972. Pour chaque facteur, les courbes relatives aux trois îles sont présentées simultanément, dans le même système de coordonnées, de manière à faciliter la comparaison de leur variation au cours du temps.

La partie droite de ce graphique est constituée de trois colonnes correspondant respectivement à Glorieuses (G), Tromelin (T), Europa (E). Elles portent les valeurs moyennes générales pour la période 1968-1972, ainsi que l'erreur sur ces moyennes, présentées sur les deux dernières lignes des tableaux 7, 8, 9 :

- pour l'insolation, les température air et mer et la salinité, le trait figure la valeur moyenne générale et la zone grisée l'erreur sur la moyenne ;

- pour la pluviosité, le cercle représente la quantité totale de pluies, en millimètres, pour "l'année moyenne".

2.3.- Le graphique n° 5 regroupe les diagrammes ombrothermiques moyens pour chaque îles ; il est réalisé à partir des valeurs des tableaux 7, 8, 9.

PRINCIPAUX RESULTATS ECOLOGIQUES

1.- *Insolation*

Les graphiques 1, 2, 3 (par année) montrent que les variations de ce facteur sont irrégulières avec des amplitudes particulièrement importantes entre novembre et mars, en relation avec les formations nuageuses liées à la mousson et aux perturbations cycloniques fréquentes à cette époque. Durant les autres mois, ces variations sont plus réduites en valeur absolue et on observe un léger gradient positif de mars à novembre pour les trois îles (courbes décadaires moyennes de 1968 à 1972 des graphiques 1, 2, 3). Les moyennes mensuelles (courbes du graphique 4) confirment cette tendance générale de l'évolution dans le temps en précisant que pour cette période l'ensoleillement s'accroît de Tromelin aux Glorieuses et à Europa.

Il faut noter que les valeurs globales, exprimées en heure et dixième, pour l'année moyenne de la période 1968-1972 (colonnes du graphique 4) ne rendent évidemment pas compte de la disparité des variations dans le temps mais qu'en outre, elles rapprocheraient trop les Glorieuses (8,2) de Tromelin (8,1). Par leur insolation, les trois îles sont donc assez différentes tout en gardant, évidemment, le même type moyen d'île intertropicale à régime de mousson.

2.- Températures

2.1.- Température air

Un cycle annuel est tout à fait net pour chaque île (graphiques 1, 2, 3), mais les amplitudes de variations au cours de l'année sont bien différentes : ainsi, aux Glorieuses, l'amplitude, entre l'hiver et l'été, est de trois degrés, alors qu'elle est de quatre degrés à Tromelin et de sept à Europa.

Le graphique 4 confirme clairement cette distinction entre les trois îles tant par les moyennes mensuelles que par la moyenne générale associée à son erreur. Ces courbes sont en relation avec la répartition latitudinale des îles (du nord au sud : Glorieuses, Tromelin, Europa). Ceci montre l'importance des bilans radiatifs et confirme les rapports entre énergie solaire et température (9).

2.2.- Température mer

Certes, un cycle annuel s'observe toujours pour les variations de la température mer dans chacune des trois îles (graphiques 1, 2, 3). Toutefois, à la différence de la température air, on peut noter que les conditions à Tromelin et aux Glorieuses sont assez semblables et s'opposent, par contre, très nettement à celles d'Europa (graphique 4).

Ainsi, le regroupement des îles en fonction de la température mer est bien différent de celui qu'entraîne l'étude de la température air seule. Le milieu marin, à cause de ses courants internes, ne peut être considéré comme un simple volant thermique qui restituerait en les amortissant et avec un certain retard, les variations atmosphériques.

Cette région, "zone de transition équatoriale" (cf (7), page 99), est le siège de mouvements océaniques importants comme l'ont montré les océanographes de l'O.R.S.T.O.M. (2) (6) (7) (10). Le courant sud équatorial qui diverge une première fois devant la cote Nord-Est de Madagascar, entre 17° S et 10° S, entraîne, évidemment, une assez grande similitude des régions océaniques au large de Tromelin et des Glorieuses.

2.3.- Comparaison air-mer

Il est intéressant de comparer l'évolution simultanée des températures air et mer, compte tenu de l'influence qu'elles peuvent avoir sur la physiologie des organismes marins littoraux au moment de leur exondation. C'est pourquoi les deux types de courbes sont superposés sur le même diagramme dans les graphiques 1, 2, 3 avec, en grisé, les périodes pendant lesquelles la température de l'air est supérieure à celle de la mer.

Il est évident que le cycle saisonnier est toujours visible pour ces deux facteurs, avec un minimum hivernal et un maximum estival. Les courbes confirment les caractéristiques spécifiques à chaque île et soulignent bien le rôle des condi-

tions océanographiques qui entraînent une indépendance relative des températures air et mer. A Tromelin et Europa, les périodes pendant lesquelles la température air est supérieure à celle de la mer sont réduites mais situées à des mois différents : novembre-décembre pour Tromelin et janvier-février pour Europa. Aux Glorieuses, au contraire, la température de la mer est presque toute l'année inférieure à celle de l'air ; cette situation est particulièrement nette, en valeur absolue, entre août et décembre.

3.- Pluviosité

Ce facteur est particulièrement variable d'une année à l'autre (courbes par année des graphiques 1, 2, 3). Les variations les plus importantes se situent durant l'été austral en relation, évidemment, avec les passages de cyclones et le régime de mousson.

Les courbes d'une année moyenne sur cinq ans (valeurs moyennes des graphiques 1, 2, 3) explicitent moins cette irrégularité. Le graphique 4 illustre clairement les différences entre les trois îles :

- Europa, au climat général sec (600 mm de pluviosité totale), présente un minimum voisin de zéro millimètre par mois.
- Tromelin, l'île la plus humide avec 1 200 mm de pluviosité annuelle, a un minimum assez élevé (40 mm par mois).
- Glorieuses, avec 1 000 mm par an, représente un cas intermédiaire entre les deux extrêmes ci-dessus.

Les diagrammes ombrothermiques (4) classiquement utilisés, illustrent bien les différences entre les trois îles en visualisant "la période de sécheresse" réduite à Tromelin et particulièrement nette à Europa.

4.- Salinité

Les valeurs globales pour l'année moyenne entre 1968 et 1972 (colonnes du graphique 4) permettent encore de répartir les trois îles en deux sous-groupes : Glorieuses (35,09 ‰) et Tromelin (35,14 ‰) d'une part, Europa (35,46 ‰) d'autre part.

Les courbes du graphique 4 traduisant les variations mensuelles opposent encore Europa aux deux autres îles mais montrent que l'évolution est cependant différente dans le temps pour Glorieuses et Tromelin. Rappelons ici que le nombre des mesures de salinité est réduit et que les prélèvements sont effectués dans la zone littorale. Les diagrammes T/S de chaque île, représentés sur les graphiques 1, 2, 3, décrivent mieux l'évolution des masses d'eau et ne sont pas en contradiction avec les études océanographiques faites au large (2) (7) bien que les prélèvements soient effectués dans la zone littorale.

Les facteurs présentés ci-dessus permettent de placer les trois îles dans l'ensemble climatique tropical s.l. avec une saison chaude et humide et une saison plus fraîche et moins humide. Déjà par l'étude des facteurs météorologiques classiques, Europa, protégée des alizés par Madagascar et à la limite de l'influence de la mousson diffère plus des Glorieuses et de Tromelin que ces deux îles entre elles. Cette opposition est encore plus nette en utilisant les facteurs océanographiques puisque ces deux dernières îles sont situées dans la même branche nord du courant sud équatorial.

CONSIDERATIONS BIOCENETIQUES SUR EUROPA

Une carte de l'île Europa a été dressée d'après une couverture aérienne faite par l'Armée de l'air de la zone d'Outre-Mer n° 3. Les coordonnées et les sondes y ont été rapportées d'après la carte marine n° 5846 du Service Hydrographique de la Marine. La légende de la carte comporte des données géomorphologiques et biocénétiques. Des renvois numériques dans le texte permettent de trouver dans la légende les symboles utilisés dans la carte. La légende comporte, en outre, le détail des associations végétales avec une indication de l'abondance apparente de chacune des espèces citées.

1.- Généralités

Europa est une île à cayes quaternaire, relativement ancienne. Elle est vraisemblablement implantée sur un substrat volcanique. Les conglomérats littoraux de matériel bioclastique ont, en effet, été rapportés au Quaternaire moyen — 96 000 ans B.P. (*) — et le substrat ancien de l'île contient des minéraux appartenant au groupe des wernérites.

Hormis la dune bordière actuelle et la caye consolidée, probablement flandrienne, l'essentiel des sols émergés de l'île s'élève à peine — quelques centimètres — au-dessus du niveau atteint par les pleines mers des plus grandes vives eaux (P.M.P.G.V.E.). Même en périodes de petites vives eaux, — novembre et décembre — certaines parties de la plaine centrale de l'île (carte n° 1) sont inondées à chaque pleine mer, par un débordement de l'eau salée du lac situé à l'ouest des anciennes pistes d'atterrissage.

Les sols squelettiques, tels que cartographiés par R. BATTISTINI (1) sont les restes consolidés d'un platier récifal fossile à éléments dispersés, principalement à microatolls. Les niveaux altitudinaux relatifs de ce platier et des formations vives actuelles, qui, par leur composition faunistique, peuvent en être les homologues, incitent à rapporter au maximum flandrien la mise en place des éléments récifaux, qui apparaissent dans la strate supérieure des sols squelettiques. Ceci en supposant un marnage analogue à l'actuel. Ce platier fossile à éléments

(*) R. BATTISTINI, communication personnelle. Datation absolue madréporaires prélevés sur le "ressaut de mi-marée", à la corne nord-ouest de l'île. Le niveau altitudinal de ce prélèvement n'est pas précisé.

dispersés (carte : n° 5 à 8) est une formation récifale très évoluée, qui s'est superposée à une strate de Scléractiniaires essentiellement branchus. L'actuelle nappe phréatique saumâtre, alimentée en eau douce par les seules eaux météoritiques, circule au niveau de la strate fossile à formes branchues. Elle y est la cause d'une dissolution active des calcaires. La strate sommitale se fragmente en dalles, qui peuvent s'effondrer ou basculer. A l'extrême, la dissolution des calcaires est à l'origine du creusement des lacs périphériques et du lagon, qui est un lagon de dissolution. Ce dernier s'est, secondairement, ouvert sur la mer. Les eaux se sont frayé un passage au travers d'une banquette littorale de conglomérats (carte : n° 22) qu'elles ont arasé, accentuant, sans doute, l'entaille amorcée par un collecteur du platier de l'ancien récif à cayes. Dans le lagon, des roches champignons et les îlots bordés par un encorbellement sont les témoins des surfaces disparues. En travers de l'exutoire du lagon, les restes de la banquette littorale (carte : n° 26) précisent la ligne de rivage antérieure à la percée, cependant que deux séries superposées de séquences de beach rock soulignent les orientations successives de la plage sableuse, avant et après la percée de l'exutoire. La nappe phréatique saumâtre est également à l'origine de la formation des boues calcaires blanches, qui constituent l'essentiel des sols de la mangrove. Ces boues résultent d'une floculation, au contact de l'eau de mer, des calcaires dissous, véhiculés par la nappe phréatique. Le processus de dissolution continue de s'exercer. De ce fait, Europa est, probablement, géologiquement condamnée à disparaître. Le récif submersible de Bassas da India, situé au nord-ouest, est, sans doute, le stade géologique futur d'Europa.

Ile océanique, Europa est soumise à l'action des vents et houles dominants de sud-est. Une dérive littorale, s'exerçant en sens inverse des aiguilles d'une montre, amène les sédiments meubles à l'ouverture de l'exutoire. Les courants de marée les font transiter dans le lagon. Ils se déposent ensuite, temporairement, à l'ouest de l'exutoire, sur le platier récifal de la côte nord (carte : n° 25). Le platier nord est le seul relativement vivant. Partout ailleurs, n'existe qu'une plate-forme d'abrasion, entaillée dans le substrat ancien de l'île (carte : n° 23).

En moyennes annuelles, la température est de 24° 5 et les précipitations sont de 62 centimètres. Il existe une nette saison des pluies, durant l'été austral. Ces conditions font qu'Europa a un climat subaride. En effet, le volume des précipitations, P, exprimé en centimètres, est inférieur au maximum de l'indice de Köppen (3) pour les zones semi-arides :

$$P < 2(T_{\text{am}} + 14), \text{ soit } 62 < 2(24,5 + 14).$$

Comme l'a déjà montré la comparaison des conditions climatiques entre les trois îles, Europa se distingue bien des îles Glorieuses et Tromelin, pour lesquelles les valeurs de l'indice de Köppen sont, respectivement, de $103 > 81,4$ et $102 > 79,6$ ce qui les place en zone non aride.

2.- Les biocénoses terrestres

Nous ne retiendrons que les phytocénoses, qui sont toutes des associations végétales littorales. Parmi elles, la mangrove semble être l'élément central.

2.1.- La mangrove (carte : n° 16 et 17)

Elle est essentiellement arbustive. Seules quatre espèces végétales y apparaissent. Elle est périphérique au lagon, mais surtout développée en ses parties est et sud. Les superficies occupées, tant par les palétuviers que par le lagon, représentent environ le tiers de la superficie de l'île, soit approximativement 10 km². Depuis la mission scientifique de 1964 (1), il est d'usage d'appliquer l'appellation de "petit lagon" à un diverticule, situé au nord-ouest et occupé par une mangrove centrée autour d'une haute futaie à *Bruguiera*.

La mangrove se développe dans une dépression de la surface de l'île. Une microfalaise, entaillée dans les sols squelettiques, la limite à l'est et autour du petit lagon. Partout ailleurs, le bord est un talus, formé par les boues calcaires, faiblement marneuses, qui recouvrent la partie centrale de l'île. Le fond du lagon est une dalle. Des sédiments meubles, provenant de la périphérie de l'île, sont amenés dans le lagon par l'exutoire ouvert sur le large. Ceux d'entre eux qui sont de taille centimétrique se déposent sur la rive est de l'exutoire, sous la forme d'une flèche à crochets multiples, qui, actuellement, croît en direction nord-sud. Les photographies aériennes de cette partie de l'île font supposer que l'ensemble de la corne nord-est d'Europa est le support d'une succession de flèches à crochets. Les plus anciennes se sont développées sur la côte, en direction sud-nord, sous le vent. Leurs restes apparaissent en arrière de la dune bordière. Après la percée de l'exutoire, le développement des nouveaux crochets s'est fait sur la rive du lagon. Les sédiments sableux ne sont que partiellement retenus, par une maigre dune littorale de la rive ouest, qui emprisonne un petit élément de mangrove et supporte une association à *Hypomea pes-caprae*, avec sa frange de *Casuarina aequisetifolia* L.

La mangrove n'a pu se développer qu'après la percée de l'exutoire. Divers facteurs incitent à croire que, quoique sa croissance soit très lente, son implantation est récente. Il semble de même que son extension se fasse par "à coups", à mesure que les atterrissements vaseux atteignent un volume et un niveau altitudinal suffisants et qu'une pédogénèse soit intervenue qui rende les boues calcaires aptes à une colonisation par les palétuviers.

VOELTZKOW (13), qui a visité Europa en décembre 1904, soit en période de petites marées, signale, dans un croquis morphologique, des zones inondables au flot. Actuellement, les seules parties de l'île qui peuvent correspondre au croquis et où la marée se manifeste sont occupées par un peuplement arbustif de *Ceriops*, avec une frange terrestre d'*Avicennia*. VOELTZKOW n'a, probablement, pas pris la peine de signaler que des zones occupées par la mangrove puissent être recouvertes par le flot à chaque marée. Le développement du peuplement à *Ceriops* peut donc être considéré, sans doute, comme postérieur à la visite du naturaliste allemand. A la corne nord-est de l'île, à l'abri d'une frange de grands arbustes et de quelques hautes futaies, apparaît, sur plusieurs hectares, un peuplement arbustif pur à *Rhizophora*. Chaque arbuste, dont la hauteur excède à peine deux mètres, occupe le centre d'une petite cuvette de dissolution où se sont accumulées quelques poignées de boues blanches. Plus au sud, au niveau de la corne Est de l'île, sur la bordure orientale de la mangrove, un stade plus avancé

d'un peuplement similaire apparaît. Chaque fût élève vers quatre mètre une houppe sommitale feuillue. Chaque tronc est droit, mais n'a que quelques centimètres de diamètre. La densité du peuplement est telle qu'elle interdit toute pénétration dans la mangrove. La totalité des sols utilisables est occupée. La régénération est faible ou nulle et il y a peu d'arbres morts. Ceux-ci ne se voient guère que dans les hautes futaies à *Bruguiera*.

Lors de leur dépôt, les boues calcaires sont azoïques. D'importantes surfaces sont nues ou ne montrent que quelques *Avicennia* rabougris (carte : n° 17). Il ne semble pas y avoir de fixation des atterrissements par les algues filamenteuses. Il n'existe que peu d'interventions animales susceptibles de modifier le compactage ou l'aération des sols — absence de *Pyrasus* et de *Periophtalmes*, pauvreté des peuplements de crustacés et surtout d'*Uca* (*). La répartition géographique des masses végétales et des zones non encore colonisées suggère que l'essentiel des apports, susceptibles de modifier les sols initiaux, provient d'un lessivage des sols émergés.

Si l'on admet que l'aspect végétatif des palétuviers est représentatif de la dynamique des peuplements, la zonation de la mangrove d'Europa devient très classique. L'axe principal de la zonation est nord-sud. La ceinture marine d'*Avicennia* est fragmentaire et peu fournie. Les peuplements à *Rhizophora*, outre la bordure des chenaux de vidange, occupent les zones, inondables à chaque marée, proches de l'exutoire. La forêt arbustive à *Ceriops* s'étend sur les plus hauts niveaux, dans le fond du lagon. Localement, au-delà, apparaît une frange terrestre d'*Avicennia*. Cette dernière espèce forme, également, l'essentiel des peuplements digitiformes qui, à l'ouest du petit lagon et à l'est du lagon, s'insinuent au travers des sols émergés, par des "rias" karstiques.

Le principal problème posé par les peuplements végétaux est celui de l'existence de hautes futaies à *Bruguiera*, dispersées dans la mangrove. La taille des arbres, qui excède dix mètres, suggère qu'il s'agit de peuplements anciens. L'examen de certains des sites, la localisation stéréoscopique des autres sur photographie aérienne, les ont montré localisés à proximité ou autour de retenues d'eaux ou, plus rarement, au voisinage de petites surfaces nues, qui peuvent avoir été des dépressions du substrat, colmatées, de nos jours, par les boues blanches. Si l'on tient compte de la faible tolérance de *Bruguiera gymnorhiza* à la salinité, 10 à 25 ‰ (6), on peut admettre que ces peuplements se sont implantés et ont prospéré autour de retenues d'eaux saumâtres. Ces conditions ont disparu ou sont en voie de disparition dans les limites actuelles de la mangrove. Les conditions édaphiques ont pu être, pour un temps, particulièrement favorables et expliquent ces hautes futaies, sans pour cela que *Bruguiera* ait joué le rôle d'espèce pionnière.

Dans une certaine mesure, les extensions relativement récentes de la mangrove peuvent être évaluées en comparant la carte marine n° 5846, qui date de

(*) Une seule espèce, *Uca chlorophthalmus* (MILNE-EDWARDS), a été signalée. Cette espèce en est venue à coloniser — bordure nord du petit lagon — les sols sursalés nus qui séparent la mangrove des associations végétales de l'adlittoral.

1936, avec notre carte. On constate, dans le lagon, une réduction importante des affleurements rocheux, concomitante de gains par les zones boisées.

2.2.- Zone de transition entre la mangrove et l'adlittoral

Sur la bordure orientale de la mangrove et autour du petit lagon, des sols sursalés, colmatant des lapiaz, forment une bande de transition, plus ou moins large, entre les peuplements de palétuviers et la végétation de l'adlittoral (carte : n° 18). Cette bande de transition est située dans les hauts niveaux du supralittoral. Elle est inondée seulement en grandes vives eaux et est percée de terriers de *Cardisoma carnifex*. Ces sols sont nus ou ne supportent que des touffes isolées d'halophytes : végétation des sansouires des zones méditerranéennes. Cette frange est très caractéristique des hauts niveaux de la mangrove en région semi-aride (6).

La transition est moins typique entre la mangrove et la plaine centrale d'une part, entre la mangrove et les sols squelettiques colmatés, qui s'étendent au sud de "l'euphorberaie", d'autre part. La transition s'y effectue, en général, par une sansouire dense. Par places, la sansouire s'insinue dans la mangrove et peut même occuper des surfaces entièrement encloses par les palétuviers (carte : n° 2).

2.3.- Zones à *Sclerodendron* dominant

Au-delà de la frange de sansouire, le peuplement à *Arthrocnemum* et *Sesuvium* est réduit à des touffes clairsemées, et le *Sclerodendron* apparaît comme dominant. Cette dernière espèce est particulièrement florissante dans la plaine centrale (carte : n° 1), dont l'altitude est plus faible que celle des sols squelettiques colmatés (carte : n° 3 et 4). Dans le reste de l'île, cette graminée se maintient en touffes isolées et, sur la côte nord, elle peut même coloniser les hauts niveaux du versant côté mer de la dune bordière.

En l'absence de nivellement, le niveau altitudinal de la plaine centrale est mal définissable. Les peuplements sont à la limite entre le supralittoral et l'adlittoral. Mais certaines observations incitent à croire que son altitude est inférieure au niveau des P.M.P.G.V.E., repéré sur le pourtour de l'île. En vives eaux, les pistes d'atterrissage sont interdites à la navigation aérienne, du fait de l'humidification des sols. Les agents du Service Météorologique ont assuré avoir vu, à plusieurs reprises, la plaine centrale sous plusieurs centimètres d'eau. Cette assertion semble confirmée par la présence de quelques pieds isolés d'*Avicennia*, dont on peut supposer que les plantules ont été flottées. Les accumulations, au pied de la dune bordière située à l'ouest de la plaine, de tests d'un petit *Cirithidea* de la mangrove, peuvent également être considérées comme résultant d'un flottage. Par ailleurs, les sols squelettiques, qui entourent la plaine, sont situés à un niveau altitudinal légèrement plus élevé. Ils sont percés de lacs d'eau salée et soumis à la marée. Autour de ces lacs, mais à l'abri d'un encorbellement, apparaît un supralittoral à Cyanophycées endolithes et Littorines, qui arrive presque jusqu'au niveau de la surface des sols squelettiques, même lorsque le lac est très protégé

du vent, comme c'est le cas pour celui enfermé dans "l'euphorberaie".

Aucun de ces arguments n'est probant. L'humidification des boues de la plaine centrale est liée à l'état de la marée. Les boues reposent sur un substrat compact, fortement lapiazé, dont elles masquent la quasi totalité des affleurements. Sur le substrat compact circule une nappe d'eau salée, au niveau de la strate fossile de madréporaires branchus. Les déblais de terriers de *Cardisoma* sont révélateurs à ce sujet. La nappe est alimentée, en partie, par les débordements du lac situé à l'ouest de la plaine. Le volume d'eau, qui est ainsi apporté, est fonction de l'état de la marée, du débit du réseau karstique alimentant le lac et des possibilités d'infiltration dans les sols entourant le lac. L'alimentation de la nappe peut, également, se faire par infiltration à partir de l'arrière mangrove. Le volume de cet apport est alors fonction du niveau altitudinal atteint par la marée dans cette arrière-mangrove. Tout est fonction du débit de l'exutoire du lagon et des distances qui sont à parcourir. Le seuil d'entrée est proche du niveau moyen. L'exutoire est parcouru par des courants de flot relativement forts — 2 à 3 mètres seconde. La vitesse s'atténue sensiblement dans le lagon, plus large et où restent les masses d'eau, non évacuées lors du jusant. Lorsque la renverse des courants se produit à l'entrée, le flot n'a pas encore atteint dans l'arrière mangrove, à quelques 5 kilomètres de l'exutoire, un niveau comparable à celui atteint sur la côte. Les conditions actuelles de l'alimentation en eau de mer de la partie centrale de l'île, limitent les possibilités d'inondation de la plaine centrale. Il s'agit là d'un état d'équilibre, susceptible de se modifier dans le temps.

En grandes vives eaux, la plaine centrale n'est pas, en temps normal, recouverte par les eaux. Il se produit seulement une humidification plus importante qui accroît la plasticité des boues. Les inondations, qui ont été signalées, semblent consécutives au passage de dépressions tropicales à proximité d'Europa. La situation peut alors être très différente, surtout s'il s'agit de cyclones tardifs, se produisant en période de grandes marées. Le volume d'eau pénétrant dans le lagon est d'autant plus important que la pression barométrique est plus basse. La mer, soulevée par la houle, peut alors franchir le cordon littoral. Elle le fait en au moins trois endroits, dont l'un, sur la côte sud-ouest, est une tranchée entaillant la dune bordière. Une coïncidence parfaite, problématique, des conditions optimales de pression barométrique, de mer et de marée, lors du passage de l'île dans le secteur non maniable d'une forte dépression, pourrait avoir des conséquences sérieuses.

En bordure nord de la plaine centrale, un peuplement à *Sclerodendron* apparaît sur les sols squelettiques colmatés (carte : n° 4). Il est seulement plus clairsemé. Les sols sont comparables à ceux de la plaine centrale, l'altitude est un peu plus élevée et les affleurements rocheux se multiplient. La nappe phréatique est saumâtre, son niveau ne semble pas être affecté par la marée. Elle affleure à une trentaine de centimètres sous la surface. Lorsqu'une influence sauleuse se manifeste, apparaissent des peuplements à *Pemphis acidula* (carte : n° 3).

2.4.- Les associations végétales typiques de l'adlittoral

Les problèmes altitudinaux ne se posent guère pour les autres peuplements végétaux. Ils appartiennent, typiquement, à l'adlittoral. Il semble possible de les regrouper en deux associations végétales, l'une périphérique, homologue de l'association à *Hypomea pes-caprae* ; l'autre limitée à la caye consolidée et aux sols squelettiques fracturés, qui la bordent au sud.

L'association à *Hypomea pes-caprae* couvre la dune bordière et s'étend sur les sols squelettiques qui, à l'ouest et au sud, sont sous influence sableuse. L'*Hypomea* ne colonise pas le versant côté mer de la dune, sans doute du fait de l'extrême mobilité des sables littoraux, fréquemment remaniés par la mer. Cette absence sur les plages d'une ceinture externe où l'*Hypomea* apparaît comme espèce pionnière, n'est pas propre à Europa. Le même fait se retrouve sur les îles à caye, situées, au large de la côte malgache, en mode battu. L'*Hypomea* couvre le versant de la dune, tourné vers la terre et s'étend sur les sols squelettiques qui lui font suite. Sur sols sableux profonds elle est accompagnée par *Surania maritima*, *Psiadia altissima* et *Sclerodendron macrostachyum*. Lorsque le noyau détritique de la dune apparaît en surface, ou lorsqu'il est seulement masqué par une faible couverture sableuse, l'*Hypomea* est associée à des peuplements souvent purs de *Pemphis acidula*. Dans le sud de l'île, les peuplements à *Pemphis* jouent un rôle important dans la protection des dunes. Déformés par le vent, les arbustes forment un tapis au ras du sol et limitent la déflation. Sur la côte nord et sur la rive occidentale du lagon, l'association à *Hypomea pes-caprae* montre une frange littorale de *Casuarina equisetifolia*. Sur les sols squelettiques, situés à l'ouest et au sud, qui sont sous influence sableuse et ne montrent qu'une faible karstification, réduite à un lapiaz, se développent d'importants peuplements, souvent purs et impénétrables, de *Pemphis acidula*.

La seconde association est caractérisée par une dominance de deux espèces arborées de petite taille : l'*Euphorbia stenoclada* et un *Ficus* (*F. marmorata* ?). La première de ces deux espèces est calcicole exclusive. Aucune d'entre elles ne tolère de sous-strate arbustive ou herbacée. Clairsemées, comme sur la caye consolidée (carte : n° 10), elles sont accompagnées de nombreuses espèces végétales, dont il faut retenir *Thespesia populnea* et un *Barringtonia* non déterminé – cependant signalé comme d'origine africaine par PERRIER DE LA BATHIE (9). En peuplement dense, comme sur les sols squelettiques fracturés en dalles basculées, l'euphorbe et le figuier sont pratiquement les seules espèces représentées (carte : n° 7). La présence simultanée, dans cette association, d'un *Ficus* et, même s'ils n'y sont que très faiblement représentés, de *Thespesia populnea* et d'un *Barringtonia*, en fait un substitut, en milieu subaride, de l'association à *Barringtonia racemosa*, des zones plus humides des côtes orientales de l'Afrique et de Madagascar. Elle se développe sur des sols calcaires, qui sont bien drainés et sous influence marine. Groupement végétal de l'adlittoral, elle fait suite à la mangrove, comme l'association typique.

3.- Les biocénoses marines

3.1.- Les lacs à marée (carte : n° 19)

Les sols squelettiques sont percés d'une série de lacs, soumis à la marée. On a déjà signalé, sur leur bordure, la présence d'un supralittoral de substrat dur à Cyanophycées endolithes et Littorines. Il y apparaît une faune variable de poissons — avec présence fréquente d'*Albula vulpes* L. et des peuplements à Caulerpes.

3.2.- Les substrats littoraux

Sur la côte, les peuplements de substrat dur sont de mode battu. Les peuplements à Littorines sont très réduits. Le médiolittoral montre de belles Nérithes et est caractérisé par l'absence quasi totale de niveaux à huîtres et à Balanes. Il convient de signaler cependant, sur la côte nord-ouest, en enclave sous des surplombs de ce niveau, de beaux peuplements de Zoanthaires et la présence de rares Chitons.

Les substrats meubles, médio- et infra-littoraux n'ont pas montré de faune endogée. On ne trouve guère sur les plages que deux Ocypodes, dont l'un, *Ocypodes chlorophthalmus*, est, de loin, le plus abondant. Cela est lié au mode battu des plages, à l'extrême grossièreté des sables — surtout dans le médiolittoral — et à leur mobilisation fréquente par la mer. Les hauts niveaux de la plage sont le lieu de ponte nocturne d'une importante population de *Chelonia mydas*, en migration de reproduction. Toute la plage est le terrain de chasse nocturne d'une foule de Cénobites, dont les individus se réfugient à l'ombre de la végétation du jour.

3.3.- Les herbiers de Phanérogames

Dans l'exutoire du lagon et sur la plate-forme submersible de la côte nord, les sédiments meubles — sables coralliens et boues calcaires arrachées aux sols de la mangrove — qui, en dehors des axes de transit des sables, ont été piégés, soit dans les anfractuosités du platier nécrosé qui s'étend en travers de l'exutoire, soit entre les colonies mortes du platier nord, portent de maigres herbiers où dominent les genres *Thalassodendron* et *Halodule*.

3.4.- Le platier récifal de la côte nord

Un platier récifal n'existe que sur une partie de la côte nord. Il est relativement vivant. Y apparaissent tous les éléments structuraux décrits de la côte malgache, mais avec des particularités, qui semblent propres à l'île. Le niveau de ce platier est relativement élevé — voisin du niveau moyen — et sensiblement plus élevé que celui de la plate-forme d'abrasion, qui le remplace sur le reste du pourtour de l'île. Il est actuellement très pauvre en colonies vives de madréporaires et les formes branchues y sont exceptionnelles. Sur le platier externe apparaissent seulement des colonies isolées de formes massives et prostrées. La levée

détritique montre deux aspects : d'une part, de petites accumulations isolées en dôme, implantés sur les hauts niveaux du platier externe, d'autre part un épannage discret de blocs très dispersés à la partie supérieure des déversoirs à *Porolithon*. Le développement de ces déversoirs est remarquable. Leur partie supérieure forme une véritable crête (*) arasée, dont le sommet détermine le niveau de la retenue d'eau épirécifale aux étales de basses mers. Des formations de feutrage algal, parmi lesquelles *Jania*, recouvrent ces crêtes et piègent les sédiments fins. Elles créent des micro-mares, qui maintiennent un film d'eau superficiel sur la crête, lorsque l'écoulement a pratiquement cessé et ne s'effectue plus que par les points les plus bas. Le platier compact est très semblable à celui décrit de Tuléar. Le platier à alignements transversaux est surtout formé de pâtés monospécifiques morts. Le platier à microatolls est rejeté vers l'ouest, où il arrive presque au contact de la zone des déversoirs. En direction de l'ouest, il passe d'un platier à éléments dispersés à un platier jointif.

La situation présente résulte des conditions du développement de ce platier. Il semble conditionné par deux facteurs essentiels : une surélévation progressive de la crête à *Porolithon* et des ensablements liés au volume des sables transitant dans le lagon.

La surélévation progressive de la zone des déversoirs est attestée par deux types de constatations. Très occasionnellement, sur la crête elle-même, des extrémités, encore vives, de branches d'*Acropora*, appartenant à des formes prostrées, apparaissent en surface, alors que le reste des colonies a disparu sous les algues. Dans la mare du platier interne, les surfaces d'arasement des microatolls de *Porites* indiquent qu'il a existé deux niveaux de la rétention d'eau épirécifale, inférieurs au niveau actuel. Ceci suggère que le développement des formations à *Porolithon* n'est pas régulier et qu'à des périodes prolongées de latence succèdent des "explosions", qui se traduisent par un relèvement rapide de la crête.

De nos jours, le transit des sables coralliens par le lagon est faible. De grandes surfaces du substrat récifal sont nues. Il n'existe que quelques épandages en nappe et une faible dune hydraulique au nord-ouest de l'exutoire du lagon. Il n'en a pas été de même dans le passé. Aux deux niveaux anciens de la rétention d'eau épirécifale correspondent deux niveaux morts des colonies de madréporaires. Ces traces apparaissent dans le platier à alignements transversaux, mais elles sont spectaculaires dans le platier à microatolls. Nombre de colonies de *Porites* sont en pyramides à gradins, dont seul le niveau supérieur est vif. La colonie de base, morte, arasée au premier niveau de la mare du platier interne, peut avoir plusieurs mètres de rayon. La colonie médiane, également morte, n'a guère plus de 1 mètre dans son plus grand axe. Elle est arasée au deuxième niveau de la mare du platier interne. La colonie vive actuelle affleure aux basses mers, et n'a que quelques dizaines de centimètres de diamètre. Les divers plans d'eau, dont le niveau est indiqué par les surfaces nécrosées sommitales, sont séparés par une

(*) Bien que formée de *Porolithon*, cette crête n'est que l'amorce d'un déversoir. Elle n'est pas homologue de la crête algale des atolls du Pacifique. Localisée en arrière du platier externe, elle est très comparable, aux dimensions près, aux développements de *Porolithon* signalés dans les déversoirs et les chenaux de marée des levées détritiques en dômes du récif de Tuléar.

dizaine de centimètres. Seuls des ensablements occasionnels, ayant affecté la quasi totalité du platier, semblent pouvoir expliquer la présence de ces deux niveaux morts dans un contexte récifal où la crête des déversoirs à *Porolithon* s'élève progressivement.

3.5.- La plate-forme d'abrasion

En dehors du platier récifal de la côte nord, le pourtour de l'île n'est qu'une plate-forme d'abrasion rainurée. Elle entaille le substrat corallien de l'île et, souvent, vers la côte, la partie frontale de la banquette de conglomérats, qui lui est superposée. L'abrasion fait apparaître, le long du rivage, de longues dalles, parallèles à la plage, qui joignent entre elles les avancées de la banquette littorale. Les rainures de la plate-forme se poursuivent jusqu'au front externe, mais elles ne semblent pas jouer le rôle de couloirs d'alimentation. Les sédiments y sont rares, toujours très grossiers et localisés à l'abri de blocs arrachés à la pente externe et coincés dans les rainures. Là, apparaissent en nombre réduit mollusques et crustacés. Les peuplements épilithes des dessous de blocs sont normaux. La partie frontale de la plate-forme d'abrasion montre un feutrage épiphyte accompagné de rares *Turbinaria*, associées à des Rhodophycées foliacées. La plate-forme d'abrasion est souvent nue et montre les traces d'une faune endolithe très dispersée. Près du rivage, les dalles arasées de conglomérat littoral sont souvent fracturées et détachées du substrat. Dans les interstices peuvent apparaître de petites colonies de madréporaires. Sous les dalles se réfugie toute une petite faune vagile de poissons, de crabes, de crevettes et de gastéropodes. Localement apparaissent des faciès à Ophiures.

3.6.- La pente externe

Elle n'est relativement connue que sur la côte nord. Elle s'amorce par un tombant d'une dizaine de mètres. Les photographies aériennes montrent qu'il est général autour de l'île. Le rebord de la plate-forme d'abrasion, dans le prolongement des rainures ou de leur anastomose, est profondément entaillé et simule l'amorce d'une structure en éperons et sillons. Le tombant est percé de grottes, voire de tunnels. Les observations sont trop fragmentaires pour que l'on sache s'il s'agit d'une structure purement érosive ou de l'action combinée d'une érosion et d'une construction. Au-delà du tombant, grossièrement entre les lignes isobathes 10 et 25 mètres, s'étend une plate-forme hérissée de pâtés morts et entrecoupée de dépressions fermées, où s'accumulent des sables. La faune endogée de ces sables semble réduite aux seuls *Heterocongridae*. Tombant et plate-forme sont remarquables par l'extrême dispersion des peuplements sessiles vifs. Peu de Madréporaires massifs et encroûtants, de plus rares consoles d'*Acropora*, quelques Alcyonnaires, un Hydrocoralliaire. Un tombant subvertical fait suite à cette plate-forme vers le large. Il peut s'amorcer dès 15 mètres. Il se termine, vers une cote évaluée à 100 mètres, par une accumulation sableuse. Au-delà et jusqu'à 250 mètres, les rares prélèvements n'ont montré qu'un détritique corallien. Les peuplements du tombant semblent d'autant plus riches que la plate-forme, située entre 10 et 25 mètres, est plus large. Devant la plage de la Station météorologique, entre 15 et 30 mètres, n'existent que des colonies éparses de madréporaires.

En dessous sont des peuplements à Anthipathaires, Gorgonaires et Hydraïres, qui accompagnent des Scléractiniaïres ahermatypiques — *Dendrophyllia* et *Balanophyllia* —, des Bryozoaires, des Spongiaires et de nombreuses Rhodophycées. De 54 mètres ont été remontés des spécimens d'*Ostrea hyotis*. Au droit de la sisaleraie, la plate-forme a une largeur d'environ 400 mètres et le tombant s'amorce vers 25 mètres. Le peuplement en madréporaires débute avec le rebord du tombant, s'étend au-delà de la ligne des 30 mètres et est presque total. Ces aspects de la pente externe ne sont probablement pas généraux. Selon les plongeurs de la "Calypto", des peuplements de formes branchues de madréporaires existent sur la côte sud-ouest.

4.- Conclusions

L'île étant de faible superficie et peu élevée au-dessus de la mer, les phytocénoses sont toutes de type littoral. Les influences édaphiques sont prépondérantes dans leur développement. Les espèces végétales rencontrées sont, en général, les mêmes que celles de la côte malgache. L'apport africain est faible.

La mangrove est d'origine récente. Elle se développe sans apports d'eaux douces, autres que météoritiques — mais l'île est susceptible de constituer une réserve d'eau saumâtre, dont la mangrove peut bénéficier. Son extension est freinée, tant par le peu d'importance en volume que représentent les atterrissements vaseux — dont le matériel provient essentiellement d'une dissolution des calcaires de l'île — que par leur pauvreté. Autour de cette mangrove de fond de baie s'organisent des associations végétales qui tendent vers l'adlittoral ou en font partie. A une végétation de sansouïre des sols régulièrement submersibles fait suite, sur les sols exceptionnellement inondables, une association à *Sclerodendron macrostachyum*. Autour, sur les sables ou sur les sols sous influence sableuse, est une association à *Hypomea pes-caprae* de type d'île du large en mode battu. Cette association montre, lorsqu'existe un substrat graveleux sous-jacent proche ou des calcaires compacts, des peuplements purs à *Pemphis acidula*. L'association à *Ficus* et *Euphorbia* du nord de l'île, dense sur les sols squelettiques, plus clairsemée sur la caye consolidée ancienne, comporte *Thespesia populnea* et un *Barringtonia*, mais ces deux espèces sont rares l'une et l'autre. Il peut s'agir d'une variante sur sols calcaires bien drainés, sous influence marine et en climat subaride de l'association à *Barringtonia racemosa*.

Le platier récifal de la côte nord est caractérisé par l'importance, remarquable dans cette partie de l'océan indien, de la zone des déversoirs à *Porolithon*. Certaines des particularités de ce platier reflètent les vicissitudes de son développement, en rapport, semble-t-il, avec l'extrême mobilité des sables littoraux. Le mode battu explique cette mobilité.

Par rapport à la côte malgache, un appauvrissement certain de la faune et de la flore de la plupart des niveaux marins se manifeste. Il est intéressant de noter que cette situation est concomitante de l'absence de peuplements coralliens florissants. Les observations sont encore trop fragmentaires pour qu'il soit possible d'aller au-delà de cette simple constatation.

Cette présentation préliminaire est loin d'être complète et ne permet pas d'aborder les corrélations biogéographiques entre les facteurs de l'environnement et les biocénoses des trois îles.

Nos données biologiques sur Tromelin et les Glorieuses sont encore trop fragmentaires pour être utilisées ; l'étude sur Europa elle-même nécessite des observations plus détaillées. D'une manière générale, l'aspect quantitatif des biocénoses devrait être envisagé pour analyser efficacement la biogéographie de cette région. A Europa, d'après les observations sommaires de l'un d'entre nous (L.A.M.), les peuplements algaux apparaissent constitués d'espèces souvent petites, épiphytes, et de formes calcifiées ; le *Bostrychietum* ne semble pas exister dans la Mangrove et il serait particulièrement intéressant d'en vérifier l'absence et d'en rechercher les causes. Il est certain qu'une exploration systématique de ces îles reste à faire pour connaître leur végétation marine.

D'un point de vue appliqué, le rôle des algues dans l'économie de l'Océan Indien est traité par ailleurs (4) ; une étude intégrée de *Chelonia mydas* dans ces trois îles est actuellement en cours (12). D'autres potentialités peuvent être envisagées pour ces îles qui, par leur isolement, représentent un terrain d'observations et d'expérimentations fort original et encore relativement vierge.

Quoiqu'il en soit de l'évolution de cette région, cette note souligne les lacunes de nos connaissances générales tant écologiques que biocénétiques. Elle justifie pleinement la poursuite d'un programme synthétique de recherches dans ces districts isolés de l'Océan Indien.

DOCUMENTS ANNEXES

Liste des tableaux

N° 1	Couples des valeurs température mer/salinité ; moyennes mensuelles	EUROPA
N° 2	Couples des valeurs température mer/salinité ; moyennes mensuelles	GLORIEUSES
N° 3	Couples des valeurs température mer/salinité ; moyennes mensuelles	TROMELIN
N° 4	Moyennes, par décade, de la température mer	EUROPA
N° 5	Moyennes, par décade, de la température mer	GLORIEUSES
N° 6	Moyennes, par décade, de la température mer	TROMELIN
N° 7	Moyennes générales pour toute la période 1968-1972 (par décade, par mois et pour "l'année moyenne") ...	EUROPA
N° 8	Moyennes générales pour toute la période 1968-1972 (par décade, par mois et pour "l'année moyenne") ...	GLORIEUSES
N° 9	Moyennes générales pour toute la période 1968-1972 (par décade, par mois et pour "l'année moyenne")	TROMELIN
N° 10	Couples température mer/salinité utilisés dans les diagrammes T/S	EUROPA GLORIEUSES TROMELIN

Liste des graphiques

N° 1	Facteurs écologiques de 1968 à 1972 (1 graphique valeurs moyennes et 5 graphiques annuels)	EUROPA
N° 2	Facteurs écologiques de 1968 à 1972 (1 graphique valeurs moyennes et 5 graphiques annuels)	GLORIEUSES
N° 3	Facteurs écologiques de 1968 à 1972 (1 graphique valeurs moyennes et 5 graphiques annuels)	TROMELIN
N° 4	Diagrammes comparatifs (valeurs moyennes de 1968 à 1972)	EUROPA GLORIEUSES TROMELIN
N° 5	Diagrammes ombrothermiques (valeurs moyennes de 1968 à 1972)	EUROPA GLORIEUSES TROMELIN

Tableau 1
Couples des valeurs température mer/salinité et moyennes mensuelles
EUROPA

Date	Salinité	Température mer	Date	Salinité	Température mer
18-05-68	35,51 :	23,7 :	16-10-71	35,73 :	23,8 :
25-05-68	35,88 : 35,70	21,9 : 22,8	23-10-71	35,78 : 35,77	23,5 : 23,6
16-06-68	36,29 :	22,5 :	30-10-71	35,80 :	23,5 :
23-06-68	35,76 : 35,85	21,4 : 22,1	06-11-71	35,73 : 35,63	24,8 : 24,6
30-06-68	35,49 :	22,3 :	13-11-71	35,52 :	24,3 :
07-07-68	35,80 :	21,4 :	04-12-71	35,49 :	26,6 :
13-07-68	35,38 :	— :	11-12-71	36,23 :	26,9 :
20-07-68	35,63 : 35,61	— : 21,4	18-12-71	35,23 : 35,57	28,2 : 27,2
27-07-68	35,61 :	— :	25-12-71	35,33 :	27,2 :
03-08-68	35,33 :	— :	08-01-72	35,60 :	27,0 :
10-08-68	35,35 :	— :	15-01-72	35,29 : 35,41	27,7 : 27,5
17-08-68	35,45 : 35,54	— : —	22-01-72	35,49 :	27,8 :
24-08-68	35,84 :	— :	29-01-72	35,24 :	— :
31-08-68	35,74 :	— :	12-02-72	35,16 :	26,4 :
07-09-68	35,46 :	— :	19-02-72	35,24 : 35,13	26,5 : 26,4
14-09-68	35,46 :	— :	26-02-72	34,99 :	26,2 :
21-09-68	35,42 : 35,44	— : —	04-03-72	35,22 :	27,1 :
28-09-68	35,41 :	— :	11-03-72	35,35 : 35,25	26,4 : 26,9
05-10-68	35,53 :	— :	15-03-72	35,16 :	27,2 :
12-10-68	35,39 :	— :	25-03-72	35,27 :	26,7 :
19-10-68	35,41 : 35,51	— : —	01-04-72	35,14 :	25,9 :
26-10-68	35,72 :	— :	08-04-72	35,10 : 35,11	26,5 : 25,4
02-11-68	35,75 :	— :	22-04-72	35,11 :	25,5 :
09-11-68	36,25 :	— :	29-04-72	35,09 :	26,6 :
16-11-68	36,02 : 35,95	— : —	05-05-72	35,12 :	26,2 :
23-11-68	35,89 :	— :	13-05-72	35,31 : 35,23	25,2 : 25,4
30-11-68	35,86 :	— :	20-05-72	35,34 :	25,3 :
07-12-68	35,83 :	— :	27-05-72	35,15 :	25,0 :
14-12-68	35,55 :	— :	10-06-72	35,38 :	22,5 :
21-12-68	35,52 : 35,54	— : —	17-06-72	35,28 : 35,32	22,6 : 22,4
28-12-68	35,25 :	— :	24-06-72	35,29 :	22,2 :
11-01-69	35,33 :	— :	08-07-72	35,30 :	21,5 :
18-01-69	35,34 : 35,34	— : —	15-07-72	35,28 :	21,7 :
25-01-69	35,34 :	— :	22-07-72	35,33 : 35,29	21,0 : 21,6
01-02-69	35,28 : 35,31	— : —	29-07-72	35,26 :	22,0 :
08-02-69	35,33 :	— :	05-08-72	35,45 :	20,2 :
06-03-71	35,53 : 35,53	27,3 : 27,3	12-08-72	35,37 : 35,51	21,0 : 20,7
03-04-71	34,89 : 34,78	27,0 : 27,7	26-08-72	35,72 :	21,0 :
10-04-71	34,66 :	28,4 :	02-09-72	35,32 :	23,0 :
22-05-71	35,51 : 35,53	24,2 : 23,8	09-09-72	35,85 :	23,2 :
29-05-71	35,54 :	23,5 :	16-09-72	35,76 : 35,62	23,0 : 23,1
12-06-71	35,14 :	23,2 :	23-09-72	35,67 :	24,0 :
19-06-71	35,99 : 35,60	22,4 : 22,8	30-09-72	35,50 :	22,2 :
26-06-71	35,68 :	22,8 :	07-10-72	35,43 : 35,62	25,5 : 25,9
10-07-71	35,52 : 35,61	22,4 : 22,4	24-10-72	35,80 :	26,3 :
24-07-71	35,69 :	22,4 :	09-11-72	35,87 :	25,2 :
07-08-71	35,14 :	22,0 :	18-11-72	36,19 : 35,82	25,7 : 25,7
14-08-71	35,38 : 35,84	19,9 : 21,1	25-11-72	35,40 :	26,3 :
21-08-71	36,45 :	20,7 :			
28-08-71	36,39 :	21,7 :			

Tableau 2

Couples des valeurs température mer/salinité et moyennes mensuelles
GLORIEUSES

Date	Salinité	Température mer	Date	Salinité	Température mer
11-05-68	35,22 :	25,8 :	07-11-70	34,91 :	25,9 :
18-05-68	35,21 : 35,20	27,2 : 27,0	14-11-70	34,94 : 35,02	26,9 : 26,3
25-05-68	35,16 :	27,9 :	21-11-70	35,21 :	26,1 :
01-06-68	35,44 :	25,8 :	19-12-70	34,95 : 34,95	27,1 : 27,1
08-06-68	35,67 :	26,1 :	09-01-71	34,57 :	27,6 :
15-06-68	35,07 : 35,31	24,7 : 25,3	16-01-71	34,87 :	28,0 :
22-06-68	35,24 :	24,8 :	19-01-71	34,87 : 34,82	27,4 : 27,4
29-06-68	35,15 :	25,0 :	23-01-71	34,86 :	26,5 :
06-07-68	35,82 :	23,7 :	30-01-71	34,91 :	27,6 :
13-07-68	35,68 :	24,4 :	02-02-71	34,72 :	26,6 :
20-07-68	35,10 : 35,44	23,7 : 23,8	06-02-71	34,87 :	26,5 :
27-07-68	35,16 :	23,4 :	13-02-71	35,00 : 34,72	27,0 : 27,2
03-08-68	35,22 :	24,5 :	20-02-71	34,46 :	27,9 :
10-08-68	35,22 :	23,2 :	27-02-71	34,54 :	28,2 :
17-08-68	35,34 : 35,27	22,8 : 23,7	06-03-71	35,35 :	27,7 :
24-08-68	35,37 :	24,0 :	20-03-71	34,82 : 35,04	26,8 : 27,6
31-08-68	35,22 :	24,1 :	27-03-71	34,94 :	28,2 :
07-09-68	34,99 :	24,6 :	03-04-71	34,48 :	28,6 :
14-09-68	35,31 :	22,3 : 23,8	10-04-71	35,07 :	27,3 :
21-09-68	35,28 : 35,19	23,5 :	17-04-71	34,52 : 34,67	28,0 : 27,4
28-09-68	35,16 :	24,8 :	24-04-71	34,62 :	25,8 :
05-10-68	35,91 :	23,9 :	01-05-71	34,57 :	— :
12-10-68	35,42 : 35,17	24,1 : 24,0	03-05-71	34,70 :	26,9 :
02-11-68	35,19 :	24,7 :	15-05-71	34,73 : 34,65	25,2 : 26,5
09-11-68	35,32 :	24,4 :	29-05-71	34,61 :	27,3 :
16-11-68	35,37 : 35,36	25,7 : 25,8	12-06-71	34,68 :	25,3 :
23-11-68	35,53 :	26,3 :	26-06-71	34,71 : 34,70	25,0 : 25,2
30-11-68	35,40 :	28,0 :	03-07-71	34,94 :	24,5 :
07-12-68	35,40 :	26,9 :	10-07-71	35,04 :	23,0 :
14-12-68	35,52 :	26,8 :	17-07-71	34,98 : 35,06	24,1 : 23,4
21-12-68	35,24 : 35,42	27,6 : 26,9	24-07-71	35,11 :	23,7 :
28-12-68	35,50 :	26,2 :	31-07-71	35,22 :	21,9 :
04-01-69	35,10 :	26,7 :	07-08-71	35,19 :	24,2 :
11-01-69	35,37 :	27,8 :	11-08-71	35,20 :	24,6 :
18-01-69	35,11 : 35,23	27,6 : 27,3	14-08-71	34,78 : 35,08	23,8 : 24,0
25-01-69	35,33 :	27,0 :	21-08-71	35,16 :	23,6 :
01-02-69	35,23 :	28,9 :	23-08-71	35,07 :	23,8 :
08-02-69	35,22 :	28,2 :	04-09-71	35,13 :	23,8 :
15-02-69	35,38 : 35,27	28,6 : 28,4	18-09-71	35,39 : 35,21	26,0 : 25,1
22-02-69	35,25 :	27,8 :	25-09-71	35,10 :	25,4 :
01-03-69	35,17 :	27,6 :	02-10-71	35,18 :	25,7 :
08-03-69	34,41 :	28,5 :	09-10-71	35,34 :	23,8 :
15-03-69	35,08 : 35,03	28,5 : 28,8	16-10-71	35,46 : 35,37	25,7 : 25,1
22-03-69	35,13 :	29,2 :	23-10-71	35,52 :	23,7 :
29-03-69	35,35 :	30,1 :	30-10-71	35,37 :	26,7 :
04-04-69	34,93 :	28,7 :	06-11-71	35,29 :	26,2 :
12-04-69	34,90 :	29,0 :	13-11-71	35,21 : 35,25	26,3 : 26,3
19-04-69	34,33 : 34,82	27,0 : 28,3	23-09-72	35,11 : 35,11	24,9 : 24,9
26-04-69	35,13 :	28,4 :	07-10-72	35,51 :	26,0 :
05-05-69	34,96 :	28,0 :	14-10-72	35,42 :	26,0 :
10-05-69	34,84 :	28,0 :	21-10-72	35,40 : 35,45	25,6 : 25,8
17-05-69	34,37 : 34,67	27,9 : 27,5	28-10-72	35,45 :	25,4 :
24-05-69	34,51 :	27,2 :	04-11-72	35,76 : 35,76	25,8 : 25,8
31-05-69	34,67 :	26,4 :	23-12-72	35,28 :	— :
07-06-69	34,60 : 34,64	26,2 : 26,0	30-12-72	35,24 : 35,26	— :
14-06-69	34,68 :	25,8 :			
19-10-69	35,61 :	24,3 :			
26-10-69	35,09 : 35,35	26,3 : 25,3			

Tableau 3
Couples des valeurs température mer/salinité et moyennes mensuelles
TROMELIN

Date	Salinité	Température mer	Date	Salinité	Température mer
27-04-68	34,94 : 34,94	27,3 : 27,3	13-09-69	35,10 : 35,10	23,9 : 23,9
04-05-68	35,07 :	27,3 :	06-12-69	36,11 :	27,9 :
11-05-68	35,37 : 35,21	26,6 : 26,8	13-12-69	35,87 : 35,52	27,9 : 27,9
18-05-68	35,18 :	26,4 :	20-12-69	35,04 :	28,2 :
			27-12-69	35,04 :	27,6 :
20-06-68	35,41 :	26,0 :	24-01-70	34,89 : 34,89	27,8 : 27,8
22-06-68	35,73 : 35,46	25,7 : 25,2			
29-06-68	35,25 :	24,0 :	07-02-70	34,80 :	28,8 :
			14-02-70	34,84 : 34,82	28,4 : 28,8
06-07-68	35,58 :	25,2 :	21-02-70	34,84 :	28,5 :
13-07-68	35,38 :	24,7 :	28-02-70	34,78 :	29,5 :
20-07-68	35,30 : 35,33	24,7 : 24,6			
27-07-68	35,06 :	23,7 :	07-03-70	34,89 :	29,2 :
			11-03-70	34,78 : 34,86	28,7 : 28,4
03-08-68	34,29 :	23,7 :	18-03-70	34,89 :	28,5 :
17-08-68	34,86 :	23,4 : 23,7	28-03-70	34,86 :	29,1 :
24-08-68	35,08 : 34,81	24,0 :			
31-08-68	35,00 :	23,5 :	16-04-70	34,99 :	26,1 :
			25-04-70	34,93 : 35,09	27,8 : 27,1
07-09-68	35,92 :	24,7 :	30-04-70	35,35 :	27,4 :
14-09-68	35,20 :	24,5 : 24,5			
21-09-68	35,61 : 35,46	23,7 :	02-05-70	34,93 :	27,8 :
28-09-71	35,09 :	25,0 :	09-05-70	34,92 : 34,97	27,5 : 27,2
			23-05-70	35,06 :	26,4 :
05-10-68	35,16 :	24,8 :			
12-10-68	35,09 : 35,09	24,4 : 24,6	06-06-70	34,44 : 34,85	26,4 : 25,9
19-10-68	35,01 :	24,6 :	20-06-70	35,25 :	25,3 :
16-11-68	35,43 :	25,0 :	11-07-70	35,02 :	24,7 :
23-11-68	35,39 : 35,41	26,0 : 26,0	18-07-70	34,92 : 34,93	24,9 : 24,7
30-11-68	35,42 :	27,1 :	25-07-70	34,86 :	24,4 :
07-12-68	35,40 :	25,4 :	01-08-70	34,85 :	24,8 :
14-12-68	35,40 :	27,3 :	08-08-70	34,78 : 34,92	25,2 : 24,6
21-12-68	35,38 : 35,38	24,9 : 25,8	22-08-70	35,09 :	24,2 :
28-12-68	35,35 :	25,5 :	29-08-70	34,96 :	24,2 :
04-01-69	35,60 :	27,0 :	05-09-70	34,80 :	24,0 :
11-01-69	35,35 : 35,44	27,4 : 27,3	12-09-70	34,95 : 34,89	23,5 : 24,0
18-01-69	35,36 :	27,6 :	19-09-70	34,99 :	23,9 :
			26-09-70	34,83 :	24,4 :
29-03-69	34,33 : 34,33	28,7 : 28,7			
			10-10-70	35,12 :	25,0 :
05-04-69	34,35 : 34,70	28,5 : 28,6	17-10-70	34,85 : 34,90	24,4 : 24,8
12-04-69	35,04 :	28,7 :	24-10-70	34,92 :	24,9 :
03-05-69	34,36 : 34,36	26,5 : 26,5	31-10-70	34,71 :	24,7 :
05-07-69	35,29 :	25,5 :	07-11-70	34,90 :	25,5 :
19-07-69	35,34 : 35,23	25,0 : 25,1	14-11-70	34,87 : 34,84	25,9 : 26,4
26-07-69	35,05 :	24,9 :	21-11-70	34,76 :	25,8 :
			28-11-70	34,84 :	28,5 :
02-08-69	34,96 :	24,5 :	12-12-70	34,88 : 35,10	26,0 : 26,5
16-08-69	35,19 :	23,7 : 24,0	26-12-70	35,32 :	27,0 :
23-08-69	35,25 : 35,14	24,4 :			
30-08-69	35,15 :	23,4 :			

Tableau 3 (suite)

**Couples des valeurs température mer/salinité et moyennes mensuelles
TROMELIN**

Date	Salinité	Température mer	Date	Salinité	Température mer
16-01-71	34,94 :	27,8 :	04-09-71	35,32 :	22,9 :
23-01-71	34,80 : 34,94	26,6 : 27,1	11-09-71	35,09 :	23,3 :
31-01-71	35,09 :	26,8 :	18-09-71	35,04 : 35,11	23,5 : 23,3
02-02-71	35,00 :	27,0 :	25-09-71	34,97 :	23,3 :
06-02-71	35,00 :	27,5 :	03-10-71	35,09 :	23,8 :
13-02-71	34,87 : 34,91	27,8 : 27,5	09-10-71	35,14 : 35,13	23,8 : 24,0
20-02-71	34,97 :	27,6 :	10-10-71	35,17 :	23,6 :
27-02-71	34,70 :	27,8 :	30-10-71	35,12 :	24,7 :
06-03-71	34,82 :	27,8 :	06-11-71	35,24 : 35,26	25,0 : 25,2
13-03-71	34,70 : 34,78	27,6 : 27,7	13-11-71	35,28 :	25,4 :
20-03-71	34,84 :	27,5 :	26-02-72	35,08 : 35,08	27,9 : 27,9
27-03-71	34,77 :	28,0 :	04-03-72	34,98 : 34,98	27,8 : 27,8
03-04-71	35,43 :	27,8 :	01-04-72	34,88 :	27,9 :
10-04-71	34,83 : 34,87	28,3 : 28,1	15-04-72	35,31 :	27,7 :
17-04-71	34,55 :	28,4 :	22-04-72	35,21 : 35,45	28,0 : 27,9
24-04-71	34,68 :	27,9 :	29-04-72	36,41 :	27,9 :
01-05-71	34,92 :	27,2 :	06-05-72	35,10 :	27,5 :
08-05-71	34,80 : 34,87	26,5 : 26,7	20-05-72	35,64 : 35,47	27,2 : 27,1
15-05-71	35,79 :	26,2 :	27-05-72	35,66 :	26,7 :
22-05-71	34,80 :	27,0 :	10-06-72	35,57 :	26,7 :
12-06-71	34,87 : 34,93	25,2 : 24,9	17-06-72	35,45 : 35,75	25,5 : 26,0
19-06-71	34,98 :	24,5 :	24-06-72	36,24 :	25,7 :
03-07-71	34,96 :	23,8 :	01-07-72	35,45 :	25,5 :
24-07-71	34,95 : 34,99	24,5 : 24,0	08-07-72	35,40 : 35,33	25,0 : 25,3
31-07-71	35,06 :	23,8 :	15-07-72	35,15 :	25,3 :
07-08-71	35,37 :	23,8 :			
14-08-71	35,13 : 35,20	23,8 : 23,5			
21-08-71	35,01 :	23,0 :			
28-08-71	35,30 :	23,3 :			

Tableau 4

Moyennes, par décade, de la température mer
 (Les chiffres entre parenthèses indiquent le nombre de valeurs prises en considération)
EUROPA

Temps	1968	1969	1970	1971	1972
J1			27,9 (10)	26,5 (10)	27,1 (9)
J2			27,4 (10)	27,5 (10)	27,8 (10)
J3			27,3 (11)	27,8 (11)	28,1 (7)
F1			27,2 (10)	27,1 (10)	26,6 (10)
F2			26,0 (10)	26,9 (10)	26,6 (8)
F3			26,7 (8)	27,4 (7)	27,2 (8)
M1			26,3 (10)	27,2 (9)	27,1 (10)
M2			24,8 (10)	26,6 (9)	26,8 (10)
M3			25,0 (11)	26,8 (9)	26,7 (11)
A1			25,6 (10)	27,8 (9)	26,6 (10)
A2			25,9 (10)	26,7 (8)	26,4 (10)
A3			24,7 (10)	25,9 (10)	25,8 (10)
M1			24,9 (10)	25,3 (10)	25,8 (9)
M2	23,2 (4)		24,4 (10)	25,6 (10)	25,1 (10)
M3	23,9 (6)		24,1 (11)	24,1 (11)	24,7 (10)
J1	24,0 (6)		23,9 (10)	21,7 (10)	22,9 (10)
J2	22,9 (6)		23,7 (10)	22,8 (10)	22,8 (10)
J3	23,8 (9)		23,7 (9)	22,7 (10)	21,6 (10)
J1	22,2 (5)		22,3 (10)	22,2 (10)	21,6 (10)
J2			22,5 (10)	21,9 (10)	21,6 (10)
J3			22,2 (11)	22,3 (11)	21,4 (11)
A1			22,6 (10)	22,3 (10)	20,7 (10)
A2			22,6 (10)	20,5 (10)	21,3 (10)
A3			24,1 (11)	21,7 (11)	22,3 (11)
S1			23,9 (10)	23,1 (10)	21,9 (8)
S2			24,3 (10)	23,3 (10)	23,8 (9)
S3			25,1 (10)	23,3 (10)	23,5 (9)
O1			24,7 (10)	23,4 (10)	24,5 (8)
O2			25,0 (10)	23,5 (10)	24,8 (9)
O3			25,5 (11)	23,6 (11)	24,3 (10)
N1			25,4 (10)	24,5 (10)	25,2 (8)
N2			25,1 (10)	24,6 (10)	24,3 (10)
N3			24,9 (10)	25,5 (10)	25,7 (9)
D1			25,3 (10)	26,5 (9)	26,8 (9)
D2			27,1 (10)	27,0 (9)	27,2 (10)
D3			27,7 (11)	27,2 (11)	27,6 (11)

Tableau 5

Moyennes, par décade, de la température mer

(Les chiffres entre parenthèses indiquent le nombre de valeurs prises en considération)

GLORIEUSES

Temps	1968	1969	1970	1971	1972
J1		26,7 (10)	28,8 (10)	27,7 (10)	28,3 (10)
J2		28,3 (10)	28,5 (10)	27,5 (10)	27,3 (8)
J3		27,9 (11)	28,4 (11)	27,3 (11)	28,0 (11)
F1		28,2 (10)	29,3 (10)	26,7 (10)	28,0 (10)
F2		28,3 (10)	28,1 (10)	27,4 (10)	27,5 (10)
F3		27,8 (8)	28,8 (8)	27,8 (8)	28,0 (9)
M1		28,4 (10)	28,5 (10)	27,7 (10)	27,4 (10)
M2		28,6 (10)	28,0 (10)	27,3 (10)	27,6 (10)
M3		29,3 (11)	28,7 (11)	27,9 (8)	26,8 (11)
A1		28,7 (10)	28,5 (9)	28,2 (9)	27,1 (10)
A2		28,5 (10)	27,8 (10)	27,7 (7)	26,7 (10)
A3		28,6 (10)	27,2 (10)	27,1 (9)	26,8 (10)
M1		28,2 (10)	27,4 (10)	26,5 (8)	26,6 (10)
M2	26,5 (10)	27,7 (10)	25,9 (10)	25,9 (8)	26,3 (10)
M3	26,2 (11)	26,8 (11)	26,5 (11)	25,4 (8)	26,9 (11)
J1	25,9 (10)	26,3 (10)	25,9 (10)	25,8 (9)	26,6 (10)
J2	25,3 (10)	25,9 (10)	26,4 (9)	25,5 (8)	26,2 (10)
J3	25,1 (10)	25,1 (10)	25,2 (9)	24,6 (9)	26,0 (10)
J1	24,4 (10)	24,9 (10)	25,6 (10)	25,6 (9)	25,1 (9)
J2	24,1 (10)	24,6 (10)	24,8 (10)	24,2 (7)	24,7 (9)
J3	23,6 (11)	25,0 (11)	24,8 (11)	23,5 (10)	25,0 (8)
A1	24,0 (10)	24,6 (10)	25,1 (10)	23,9 (8)	24,6 (8)
A2	23,4 (10)	24,0 (10)	25,1 (10)	24,1 (9)	24,7 (6)
A3	24,3 (11)	23,8 (11)	23,8 (11)	23,5 (9)	25,3 (10)
S1	24,0 (10)	24,3 (10)	24,2 (10)	24,1 (9)	25,0 (9)
S2	23,0 (10)	25,2 (10)	24,0 (10)	24,8 (9)	24,9 (10)
S3	23,8 (10)	25,7 (10)	23,7 (10)	24,0 (9)	25,3 (10)
O1	24,3 (10)	25,9 (10)	23,9 (10)	24,6 (8)	25,9 (10)
O2	23,8 (10)	25,3 (10)	24,6 (10)	25,2 (9)	25,8 (10)
O3	24,2 (11)	26,6 (11)	24,9 (11)	24,8 (9)	25,5 (11)
N1	25,1 (10)	27,4 (10)	25,9 (10)	26,6 (8)	25,9 (10)
N2	26,0 (9)	27,5 (10)	26,2 (10)	26,6 (8)	27,3 (8)
N3	26,6 (10)	27,3 (10)	26,3 (9)	27,8 (10)	27,7 (8)
D1	27,0 (10)	28,5 (10)	26,5 (10)	27,6 (10)	27,6 (9)
D2	27,4 (10)	28,2 (10)	26,6 (10)	27,8 (10)	27,9 (9)
D3	27,0 (11)	29,1 (11)	26,6 (11)	27,9 (11)	28,1 (8)

Tableau 6

Moyennes, par décade, de la température mer
(Les chiffres entre parenthèses indiquent le nombre de valeurs prises en considération)

TROMELIN

Temps	1968	1969	1970	1971	1972
J1		26,8 (9)	28,7 (10)	26,6 (10)	27,7 (10)
J2		26,9 (10)	28,1 (10)	27,1 (10)	27,5 (10)
J3		27,3 (11)	28,0 (11)	26,7 (11)	28,2 (10)
F1		27,2 (10)	28,5 (10)	27,4 (10)	27,5 (10)
F2		27,8 (10)	28,7 (10)	27,8 (10)	27,7 (10)
F3		28,3 (7)	29,2 (8)	27,6 (8)	27,7 (9)
M1		28,6 (10)	28,8 (10)	27,7 (10)	27,6 (9)
M2		28,5 (10)	28,6 (10)	27,8 (10)	27,8 (9)
M3		28,2 (11)	28,9 (11)	27,7 (10)	28,1 (11)
A1		28,6 (10)	27,4 (10)	28,1 (10)	27,6 (9)
A2		28,7 (10)	27,4 (9)	28,0 (7)	27,7 (10)
A3	27,4 (4)	28,3 (10)	27,4 (10)	27,7 (9)	28,0 (10)
M1	27,2 (10)	27,9 (10)	27,3 (10)	27,0 (9)	27,6 (10)
M2	26,6 (10)	27,7 (10)	26,8 (10)	26,5 (10)	27,2 (10)
M3	26,3 (11)	27,5 (11)	26,5 (11)	26,4 (11)	26,7 (10)
J1	26,3 (10)	26,6 (10)	26,5 (8)	25,5 (10)	27,0 (10)
J2	25,8 (10)	26,1 (10)	25,7 (10)	24,9 (10)	25,9 (10)
J3	25,5 (10)	25,7 (10)	25,1 (10)	24,5 (10)	25,6 (10)
J1	25,4 (10)	25,7 (10)	24,9 (10)	23,5 (10)	25,0 (10)
J2	24,7 (10)	25,2 (10)	24,7 (10)	24,0 (10)	24,9 (10)
J3	24,0 (11)	24,6 (11)	24,6 (11)	24,3 (11)	24,7 (11)
A1	23,6 (10)	24,4 (10)	24,8 (10)	23,6 (10)	24,8 (10)
A2	23,3 (10)	23,8 (10)	24,4 (10)	23,5 (10)	24,8 (10)
A3	23,4 (11)	24,1 (11)	24,2 (10)	23,4 (10)	25,0 (11)
S1	24,0 (10)	24,2 (10)	24,0 (10)	23,3 (9)	24,9 (9)
S2	24,1 (10)	24,1 (10)	23,9 (10)	23,3 (9)	24,7 (9)
S3	24,3 (10)	25,0 (10)	24,3 (10)	23,2 (9)	24,6 (10)
O1	24,7 (9)	25,1 (10)	24,5 (10)	23,7 (10)	24,9 (10)
O2	24,5 (10)	25,3 (10)	24,6 (10)	24,0 (10)	25,1 (10)
O3	24,6 (11)	25,6 (11)	24,9 (11)	24,4 (11)	25,1 (11)
N1	25,1 (10)	26,2 (10)	25,2 (10)	25,1 (10)	25,4 (10)
N2	25,2 (10)	26,2 (10)	25,7 (10)	25,5 (9)	26,3 (10)
N3	26,1 (10)	26,9 (9)	26,2 (10)	25,5 (10)	27,0 (10)
D1	26,3 (10)	27,0 (10)	26,1 (10)	27,4 (10)	27,0 (9)
D2	26,6 (10)	28,1 (9)	26,2 (10)	27,6 (10)	27,5 (10)
D3	25,6 (11)	28,0 (11)	26,8 (11)	27,4 (11)	28,4 (11)

Tableau 7

Moyennes générales pour toute la période 1968-1972
(par décade, par mois et pour "l'année moyenne")
EUROPA

Temps	Insolation	Température air	Température mer	Pluviosité	Salinité
J1	7,6 :	27,5 :	27,2 :	37,9 :	35,38
J2	9,7 : 8,7	27,8 : 27,7	27,6 : 27,5	61,3 :	
J3	8,7 :	27,9 :	27,7 :	77,2 : 176,4	
F1	8,4 :	27,2 :	27,0 :	48,0 :	35,20
F2	7,4 : 8,6	27,0 : 27,1	26,5 : 26,9	133,1 :	
F3	10,1 :	27,2 :	27,1 :	5,5 : 186,6	
M1	9,6 :	27,3 :	26,9 :	15,9 :	35,31
M2	8,0 : 8,8	27,0 : 27,0	26,1 : 26,4	17,5 :	
M3	8,9 :	26,6 :	26,2 :	10,5 : 43,9	
A1	8,5 :	26,2 :	26,7 :	17,2 :	35,00
A2	8,2 : 8,7	25,6 : 25,5	26,3 : 26,2	2,3 :	
A3	9,4 :	24,6 :	25,5 :	2,4 : 21,9	
M1	8,9 :	24,3 :	25,3 :	6,8 :	35,42
M2	7,8 : 8,5	23,8 : 23,6	24,6 : 24,7	22,9 :	
M3	8,9 :	22,8 :	24,2 :	11,1 : 40,8	
J1	8,8 :	21,9 :	23,1 :	10,5 :	35,59
J2	8,8 : 8,7	21,4 : 21,6	23,1 : 23,1	4,7 :	
J3	8,4 :	21,5 :	23,0 :	4,9 : 20,1	
J1	9,3 :	21,2 :	22,1 :	0,1 :	35,48
J2	9,0 : 9,1	21,4 : 21,5	22,0 : 22,0	1,9 :	
J3	9,1 :	21,8 :	22,0 :	0,1 : 2,1	
A1	9,3 :	22,1 :	21,9 :	3,8 :	35,63
A2	9,5 : 9,6	22,0 : 22,1	21,5 : 22,0	1,4 :	
A3	9,9 :	22,1 :	22,7 :	0,0 : 5,2	
S1	9,4 :	22,3 :	23,0 :	1,3 :	35,54
S2	9,8 : 9,6	22,9 : 22,6	23,8 : 23,6	0,0 :	
S3	9,5 :	22,5 :	24,0 :	2,6 : 3,9	
O1	9,0 :	23,7 :	24,2 :	1,8 :	35,62
O2	9,4 : 9,4	24,6 : 24,2	24,4 : 24,4	2,9 :	
O3	9,9 :	24,4 :	24,5 :	0,3 : 5,0	
N1	10,2 :	25,0 :	25,0 :	0,9 :	35,85
N2	7,5 : 8,9	24,7 : 25,0	24,7 : 25,0	28,6 :	
N3	8,9 :	25,4 :	25,4 :	15,8 : 45,3	
D1	9,0 :	26,0 :	26,2 :	13,1 :	35,55
D2	9,2 : 9,0	26,6 : 26,6	27,1 : 26,9	32,5 :	
D3	8,7 :	27,3 :	27,5 :	26,6 : 72,2	
valeur annuelle	9,0	24,5	24,9	623,4	35,46
erreur sur moy.	0,1	0,4	0,3		0,06

Tableau 8

Moyennes générales pour toute la période 1968-1972
(par décade, par mois et pour "l'année moyenne")
GLORIEUSES

Temps	Insolation	Température air	Température mer	Pluviosité	Salinité
J1	7,5 :	27,3 :	27,9 :	68,9 :	35,00
J2	6,3 : 6,8	27,5 : 27,5	27,8 : 27,8	85,7 :	
J3	6,6 :	27,6 :	27,8	76,0 : 230,6	
F1	5,9 :	27,9 :	28,1 :	91,4 :	34,96
F2	7,6 : 7,0	28,2 : 28,0	27,6 : 27,9	32,9 :	
F3	7,4 :	27,9 :	28,1 :	39,7 : 164,0	
M1	7,0 :	27,8 :	28,0 :	48,2 :	35,03
M2	5,9 : 7,1	27,7 : 27,9	27,8 : 28,0	55,9 :	
M3	8,4 :	28,1 :	28,1 :	42,3 : 146,4	
A1	8,7 :	28,0 :	28,1 :	26,1 :	34,75
A2	9,0 : 8,5	28,1 : 27,9	27,7 : 27,7	26,5 :	
A3	7,8 :	27,7 :	27,4 :	49,5 : 102,1	
M1	9,0 :	27,7 :	27,2 :	26,7 :	34,80
M2	7,7 : 8,4	27,1 : 27,2	26,5 : 26,7	37,2 :	
M3	8,6 :	26,7 :	26,4 :	25,2 : 89,1	
J1	7,7 :	26,1 :	26,1 :	26,6 :	35,03
J2	8,3 : 8,3	25,5 : 25,6	25,9 : 25,7	19,0 :	
J3	8,8 :	25,2 :	25,2 :	16,8 : 62,4	
J1	7,7 :	25,0 :	25,1 :	13,2 :	35,23
J2	8,3 : 8,3	24,8 : 24,7	24,5 : 24,7	13,5 :	
J3	8,8 :	24,4 :	24,4 :	14,7 : 41,4	
A1	8,4 :	24,6 :	24,4 :	9,1 :	35,18
A2	8,2 : 8,5	24,2 : 24,6	24,3 : 24,3	21,0 :	
A3	9,0 :	25,1 :	24,1 :	10,5 : 40,6	
S1	8,2 :	25,4 :	24,3 :	3,5 :	35,18
S2	9,2 : 8,8	25,4 : 25,5	24,4 : 24,4	2,8 :	
S3	9,0 :	25,7 :	24,5 :	2,1 : 8,4	
O1	8,9 :	26,4 :	24,9 :	0,0 :	35,36
O2	9,2 : 9,0	26,5 : 26,5	24,9 : 25,0	2,0 :	
O3	9,0 :	26,7 :	25,2 :	1,3 : 3,3	
N1	8,9 :	27,1 :	26,2 :	5,0 :	35,28
N2	9,4 : 9,4	27,4 : 27,4	26,7 : 26,7	16,9 :	
N3	9,9 :	27,6 :	27,1 :	7,8 : 29,7	
D1	9,8 :	28,0 :	27,4 :	15,5 :	35,30
D2	8,2 : 8,8	27,4 : 27,6	27,6 : 27,6	32,3 :	
D3	8,3 :	27,5 :	27,7 :	64,4 : 112,2	
valeur annuelle	8,2	26,7	26,4	1 030,2	35,09
erreur sur moy.	0,2	0,2	0,2		0,06

Tableau 9
Moyennes générales pour toute la période 1968-1972
(par décade, par mois et pour "l'année moyenne")
TROMELIN

Temps	Insolation	Température air	Température mer	Pluviosité	Salinité
J1	9,1 :	27,6 :	27,5 :	32,1 :	35,15
J2	7,6 : 8,1	27,4 : 27,5	27,4 : 27,5	166,8 :	
J3	7,6 :	27,6 :	27,5 :	79,4 : 278,3	
F1	6,7 :	27,2 :	27,7 :	122,7 :	35,37
F2	6,2 : 7,3	27,7 : 27,6	28,0 : 28,0	54,3 :	
F3	9,0 :	27,8 :	28,2 :	23,2 : 200,2	
M1	7,0 :	27,5 :	28,2 :	133,4 :	34,79
M2	7,9 : 7,9	27,7 : 27,7	28,2 : 28,2	40,2 :	
M3	8,7 :	27,8 :	28,2 :	36,1 : 209,7	
A1	7,5 :	27,3 :	27,9 :	52,4 :	35,06
A2	7,6 : 7,6	27,2 : 27,2	27,9 : 27,9	32,3 :	
A3	7,8 :	27,2 :	27,8 :	35,2 : 119,9	
M1	8,0 :	26,6 :	27,4 :	31,5 :	35,11
M2	7,8 : 7,8	25,9 : 26,1	27,0 : 27,0	26,1 :	
M3	7,5 :	25,7 :	26,7 :	21,8 : 79,4	
J1	8,4 :	25,4 :	26,4 :	15,0 :	35,32
J2	7,1 : 7,5	24,5 : 24,8	25,7 : 25,9	25,5 :	
J3	6,9 :	24,4 :	25,5 :	18,3 : 58,8	
J1	7,3 :	24,1 :	24,9 :	18,7 :	35,17
J2	7,4 : 7,6	24,0 : 23,9	24,7 : 24,7	17,3 :	
J3	8,0 :	23,6 :	24,4 :	15,9 : 51,9	
A1	7,4 :	23,3 :	24,2 :	22,0 :	35,02
A2	7,7 : 7,6	22,9 : 23,2	24,0 : 24,1	21,2 :	
A3	7,8 :	23,3 :	24,1 :	12,8 : 56,0	
S1	7,9 :	23,8 :	24,1 :	14,9 :	35,15
S2	7,0 : 7,8	23,5 : 23,7	24,0 : 24,1	10,6 :	
S3	8,4 :	23,8 :	24,3 :	9,4 : 34,9	
O1	8,2 :	24,4 :	24,6 :	17,7 :	35,03
O2	8,4 : 8,5	24,7 : 24,7	24,7 : 24,7	5,3 :	
O3	8,8 :	24,9 :	24,9 :	10,5 : 33,5	
N1	8,9 :	25,4 :	25,4 :	5,6 :	35,13
N2	9,4 : 9,2	26,3 : 26,1	25,8 : 25,5	8,2 :	
N3	9,4 :	26,7 :	25,4 :	27,7 : 41,5	
D1	10,2 :	26,9 :	26,4 :	12,6 :	35,38
D2	10,2 : 10,0	27,5 : 27,3	27,2 : 26,9	10,2 :	
D3	9,5 :	27,6 :	27,2 :	20,6 : 43,4	
valeur annuelle	8,1	25,8	26,2	1 207,5	35,14
erreur sur moy.	0,2	0,3	0,3		0,05

Tableau 10
 Couples température-salinité des diagrammes T/S
 EUROPA - GLORIEUSES - TROMELIN

Mois	EUROPA		GLORIEUSES		TROMELIN	
	Salinité	Temp. mer	Salinité	Temp. mer	Salinité	Temp. mer
janvier	35,46 (3)	27,5 (3)	35,00 (9)	27,4 (9)	35,15 (7)	27,3 (7)
février	35,13 (3)	26,4 (3)	34,90 (9)	27,7 (9)	34,89 (10)	28,1 (10)
mars	35,31 (5)	26,9 (5)	35,03 (8)	28,3 (8)	34,79 (10)	28,3 (10)
avril	35,00 (6)	26,7 (6)	34,75 (8)	27,9 (8)	35,06 (14)	27,8 (14)
mai	35,42 (8)	24,4 (8)	34,82 (11)	27,1 (11)	35,11 (14)	26,9 (14)
juin	35,59 (9)	22,4 (9)	35,03 (9)	25,4 (9)	35,32 (10)	25,5 (10)
juillet	35,45 (7)	21,8 (7)	35,23 (9)	23,6 (9)	35,17 (16)	24,7 (16)
août	35,70 (7)	20,9 (7)	35,18 (10)	23,9 (10)	35,02 (16)	23,9 (16)
septembre	35,62 (5)	23,1 (5)	35,18 (8)	24,4 (8)	35,15 (13)	23,9 (13)
octobre	35,71 (5)	24,5 (5)	35,36 (13)	25,2 (13)	35,03 (11)	24,4 (11)
novembre	35,74 (5)	25,3 (5)	35,28 (11)	26,0 (11)	35,13 (9)	26,0 (9)
décembre	35,57 (4)	27,2 (4)	35,32 (5)	26,9 (5)	35,38 (10)	26,8 (10)

LITTERATURE CITEE

- (1) BATTISTINI R. (1966).—
La morphologie de l'île Europa, in LEGENDRE (R.), Mission scientifique à l'île Europa, : 7-18, 1 carte, 5 fig., pl.h.t. I à VII (*Mém. Mus. Nat. Hist. Nat.*, n.s. A, *XLI*).
- (2) CITEAU J., PITON B. et MAGNIER Y. (1973).—
Sur la circulation géostrophique dans l'ouest de l'Océan Indien équatorial (*Document n° 31*, multigraphié, Centre O.R.S.T.O.M. de Nosy be).
- (3) COQUE R. (1968).—
Domaine aride (*Encyclopedia Universalis*, 3, : 370-381).
- (4) DELEPINE R. —
Rôle des Algues marines dans l'économie régionale de l'Océan Indien occidental (Communication au colloque Commerson).
- (5) GAUSSEN H. (1923).—
Ecologie et Phytogéographie, in GRASSE (P.P.), *Précis de Botanique* (Masson éd., Paris).
- (6) MACNAE W. (1968).—
A general account of the fauna and flora of mangrove swamps and forests in the indo-west-Pacific region (*Adv.mar. Biol.*, 6 : 73-270, Academic Press, Londres).
- (7) MAGNIER Y., PITON B. et CITEAU J. (1973).—
Bathythermogrammes recueillis par le "Vauban" de 1968 à 1972 dans l'ouest de l'Océan Indien sud-équatorial (*Document n° 20*, multigraphié, Centre O.R.S.T.O.M. de Nosy be).
- (8) MAGNIER Y. et PITON B. (1973).—
Les masses d'eau de l'Océan Indien à l'ouest et au nord de Madagascar, au début de l'été austral — Novembre, Décembre (*Cahiers O.R.S.T.O.M.*, Série Océano., 11, fasc. 1 : 77-85, 1 carte).
- (9) PERRIER DE LA BATHIE H. (1921).—
Note sur la constitution géologique et la flore des îles Chesterfield, Juan de Nova, Europa et Nosy Trozona (Colon. de Madagascar et Dépendances, *Bulletin économique*, 31 : 170-176).
- (10) PERRIN DE BRICHAMBAUT C. et LAMBOLEY G. (1968).—
Le rayonnement solaire au sol et ses mesures (*Cahiers de l'A.F.E.D.E.S.* — Association Française pour l'Etude et le Développement des Applications de l'Energie Solaire —, 1).

- (11) POULAIN J.F., PITON B. et MAGNIER Y. (1973).—
Compte rendu de la campagne "Glorieuses" du N.O. "Vauban" — 12 mai 1973 (*Document n° 40*, multigraphié, Centre O.R.S.T.O.M. de Nosy be).
- (12) VERGONZANE G., SERVAN J. et BATORI G. —
Etudes des tortues vertes *Chelonia mydas* aux îles Glorieuses, Europa et Tromelin (Communication au colloque Commerson).
- (13) VOELTZKOW A. (1904).—
Berichte über eine Reise nach Ost-Afrika, zur Untersuchung der Bildung und Aufbaues der Riffe und Inseln des Westliche indischen Ozeans (*Zeits. d. Ges. f. Erdk. zu Berlin*, Abt. 3, Heft 5, Europa Insel : 426-451).

BIBLIOGRAPHIE

- BOSSER J. (1952).—
Note sur la végétation et la flore des îles Europa et Juan de Nova (*Naturaliste Malgache*, IV, fasc. 1 : 41-42, 1 pl. h.t.).
- DECARY R. (1938).—
Les satellites de Madagascar et l'ancienne navigation dans le canal de Mozambique (*Bull. Acad. Malgache*, XX, 1937 : 167-188).
- FOURMANOIR P. (1952).—
Observations sur la faune marine et la pêche à l'île Europa (*Mém. Inst. Sci. Madagascar*, ser. A, VII : 167-188).
- LEGENDRE R. (1966).—
Mission scientifique à l'île Europa (*Mém. Mus. Nat. Hist. Nat.*, n.s. A, XLI, 220 p. 18 art., 1 carte, 61 fig., 1 phot., 9 pl. h.t.).
- PAULIAN R. (1950).—
L'île Europa, une dépendance de Madagascar (*Naturaliste Malgache*, 2 : 77-85, 1 carte).
- PAULIAN R. (1961).—
La zoogéographie de Madagascar et des îles avoisinantes (*Faune de Madagascar*, XIII, 485 p., 122 fig., 21 pl. phot. h.t., 2 pl. col. h.t., 3 cartes, Pub. I.R.S.M., Tananarive).
- PETIT G. (1930).—
L'industrie des pêches à Madagascar (Soc. d'Ed. Géog. Marit. et Col., Paris : 66-70).
- POISSON H. (1923).—
Voyage à Europa en 1923 sur l'avis "Belleatrix", in Rapport de tournée à l'île Europa, Morombe et retour par terre, via Manombo, du 6 au 26 février 1923 (Col. de Madagascar et Dépendances, *Bulletin économique*, 2 : 132-141, 5 croquis, carte col. h.t.).