



HAL
open science

INTRODUCTION A L'ÉTUDE ÉCOLOGIQUE DES ÉTANGS MÉDITERRANÉENS

G Petit

► **To cite this version:**

G Petit. INTRODUCTION A L'ÉTUDE ÉCOLOGIQUE DES ÉTANGS MÉDITERRANÉENS. Vie et Milieu , 1953, pp.569-604. hal-02559392

HAL Id: hal-02559392

<https://hal.sorbonne-universite.fr/hal-02559392v1>

Submitted on 30 Apr 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

INTRODUCTION A L'ÉTUDE ÉCOLOGIQUE DES ÉTANGS MÉDITERRANÉENS (I)

par G. PETIT

L'ORIGINE

Si l'on suit les données des géographes — et des plus anciens géographes — les limites du Golfe du Lion proprement dit, le « Golfe Gaulois » (*sinus gallicus*), sont fixées entre le cap Creux au Sud et le cap Couronne au Nord-Est, ce qui représente une étendue de côtes de 250 kilomètres.

En effet, le maigre accident géographique que représente ce dernier cap, qui fut cependant l'un des piliers de l'entrée du golfe pliocène vers Avignon, établit une démarcation entre une région côtière orientale stabilisée et une région côtière occidentale encore fort plastique et sujette à des modifications constantes.

C'est tout le long de la plus grande partie de cette étendue, de Port-de-Bouc au voisinage de la chaîne des Albères, que s'égrenne le bel ensemble d'étendues lagunaires qui nous intéresse présentement.

Du reste, comme le fait remarquer KUNHOLTZ-LORDAT (1923), le littoral plastique qui débute à l'Ouest du cap Couronne, ne prend pas directement appui sur lui. Il s'adosse aux falaises qui s'élèvent à trois kilomètres au Nord de Port-de-Bouc et à environ 12 kilomètres au Nord du cap.

L'étang de Berre, le plus grand étang français est le plus oriental de la série qui borde le littoral du Golfe du Lion. Il est encadré par de hautes collines traversées par une étendue marécageuse devenue le canal de Caronte, qui fait communiquer la cuvette de Berre avec la mer. G. DENIZOT en donne une définition imagée et vigoureuse : « 15.000 hectares de mer, séquestrés dans un synclinal. »

(1) La bibliographie concernant cet article sera publiée à la suite d'une étude écologique sur l'étang du Canet (Pyrénées-Orientales) laquelle paraîtra prochainement.

L'étang de Berre, en effet, a une origine toute différente de ceux qui lui font suite. Les diverses étapes de sa formation, les diverses régressions et transgressions marines qui l'ont conduit à son état actuel depuis le Pliocène, ont été indiquées par COLLOT (1882), qui affirmait déjà que la dépression de Berre n'est pas d'origine tectonique; elles ont été précisées par G. DENIZOT en 1939. Cette histoire occupe tout le quaternaire.

Si ces mouvements ont façonné la cuvette de Berre aux dépens d'une surface ondulée où s'était déposée la mollasse helvétique, ils ont eu une action sur tout le littoral et il n'est pas inutile de les rappeler ici.

Après une régression chelléenne, sans doute très étendue, ayant amené dans nos régions un rivage, marqué par des grès, à — 5 et — 10 m., une transgression avait lieu au quaternaire moyen ou tyrrhénien. C'est elle qui a laissé la terrasse de 9 mètres visible près des Martigues, à La Mède, avec *Cardium edule* et des Palustrines. Cette transgression faisait, plus au Sud, une île du volcan d'Agde.

La régression préflandrienne fut importante. Elle se manifesta jusqu'à — 30 sous la mer actuelle. A Sète une vallée submergée à — 25 servait de débouché à l'étang de Thau (G. DENIZOT).

Enfin, une transgression flandrienne amène l'ascension de la mer de — 25 à 0 et a créé le littoral actuel.

Des accidents nombreux caractérisent le rivage de Menton au cap Couronne. On peut dire qu'ils prennent fin dans la partie occidentale du Golfe. Cependant, la montagne de Sète s'amortit dans la mer; plus loin c'est le volcan d'Agde et le pilier basaltique du cap du même nom, qui date du quaternaire ancien; plus loin encore c'est l'âpre avancée du cap Leucate... Ainsi, dans le grand axe du golfe du Lion se trouvent dessinés une série d'arcs secondaires sur lesquels s'appuie le cordon littoral ou lido. Ce cordon littoral ou des cordons littoraux successifs ont isolé de la Méditerranée des baies ou des golfes ayant pour origine le relèvement flandrien et qui constituent le chapelet des étangs riverains.

LE CORDON LITTORAL OU LIDO

L'histoire des cordons littoraux est donc très importante à connaître. Ceux qui ont contribué à constituer le delta du Rhône ont été bien étudiés (DUMAS, 1860; M. PAULUS, 1949; DENIZOT, 1951). C'est un premier cordon littoral se situant entre Trinquetaille (faubourg d'Arles) et Saint-Gilles, qui a provoqué la bifurcation du fleuve (Grand Rhône et Petit Rhône). Tous les anciens bras du Rhône, dont on connaît bien l'emplacement, ayant divagué dans ce que nous appelons aujourd'hui la Grande et Petite Camargue, ont pour origine la formation d'un cordon. Et ces cordons successifs délimitaient des étangs peu à peu colmatés.

DUMAS rattache le cordon littoral qui, actuellement encore, forme la ligne de rivage entre Agde et Sète aux cordons littoraux de la région d'Aigues-Mortes et le suit même à l'est du Grand Rhône.

Il y a en réalité plusieurs cordons de composition différente et situés à des distances variables du littoral actuel...

Et il ne faut pas oublier le rôle des bourrelets alluviaux édifiés par diverses diramations du fleuve, aujourd'hui disparues.

Un bon exemple de lagunes éloignées de la mer, dues à des séquestrations d'étendues d'eaux salées ou saumâtres, est fourni par l'étang de Capestang (*Caput stagni*), dans l'Hérault, reste attardé du golfe quaternaire cerné par les collines tertiaires et se prolongeant vers le Sud pour se confondre avec les étangs de Bages et de Gruissan. L'emplacement de cet étang est actuellement à 14 kilomètres de la mer. Sous le règne de Saint Louis il y avait encore des salines sur ses rives.

Dans la plaine du Roussillon, J. FREIXE reconnaît la présence de trois lignes de cordons littoraux, le lido actuel y compris, ayant séquestré des étendues lagunaires. Des restes de ces étangs subsistaient encore au Moyen âge. Selon cet auteur le rivage actuel aurait commencé à se constituer vers 400 avant J.-C.

Le nom du village de Cabestany, au sud de Perpignan, a la même étymologie que le Capestang de l'Hérault et traduit un moment de l'histoire de l'étang actuel du Canet.

L'étang de Bages, dont il n'est pas certain qu'il ait été salé, a été drainé par un canal creusé par les Templiers du Mas Deu, au XII^e siècle. Il aboutit à l'étang du Canet. C'est l'Agulla de la Mar. L'étang de Ville-neuve de la Raho, asséché par un canal souterrain (1), était salé comme l'indique une flore halophile résiduelle et le confirme JALABERT (1819) : lors des grandes chaleurs de l'été le fond de l'étang n'était qu'une couche de sel (en 1782, 1817 et 1818, par exemple).

LES FLEUVES

Les fleuves qui se jetaient ou se jettent dans les étangs situés en arrière des cordons littoraux ont amené l'alluvionnement de la zone littorale et le colmatage progressif des étendues lagunaires.

Certains ont changé de cours à une époque relativement récente. Par exemple le Vidourle était tributaire de l'Étang de l'Or. En 1863, on estimait que son arrivée dans l'étang du Repausset, plus à l'Est, avait contribué à le transformer en un marais pestilentiel.

La branche N.E. de l'Hérault traversait la partie de l'étang de Thau correspondant à l'étang du Bagnas et se jetait sans doute dans la mer à l'ancien grau d'Ambone.

(1) G. PETIT et C. DELAMARE DEBOUTTEVILLE. — Remarques sur le peuplement du tunnel de Villeneuve de la Raho. *Vie et Milieu*, I, 4, p. 474-476.

Mais outre la branche actuelle, qui a peu varié, l'Hérault, au XIII^e puis au XV^e siècles, écoulait une partie de ses eaux dans une dépression, l'Ardailho, le Dardaillon actuel. Elle représentait, en quelque sorte, une troisième branche du fleuve à l'embouchure de laquelle se situait le port d'Avias (Vias). Ainsi Ptolémée pouvait parler des Bouches de l'Hérault d'une part, de l'île d'Agde de l'autre.

L'Aude, l'Atax de Strabon, formait de part et d'autre de la montagne crétaée de la Clape, un vaste delta dont le sommet correspondait au village actuel de Sallèles-d'Aude (1). Une branche orientale se jetait dans l'étang de Vendres, plus étendu qu'aujourd'hui; l'autre bras du fleuve aboutissait entre la Clape et les derniers contreforts des Corbières, peut-être dans l'anse profonde que représente aujourd'hui l'étang de la Gourgue (2). C'est cette branche dont les alluvions ont formé la plaine de Narbonne et ont colmaté cette mer intérieure que représentait le golfe de Narbonne (*Mare narbonense, sinus narbonensis*). Ce golfe, qui fut qualifié de « mer », le fut aussi de « lac ». On conçoit bien l'appellation de *lacus rubresus* quand les eaux de cette vaste étendue, soulevées par le vent, brasaient les alluvions colorés de l'Atax (3).

Quand, du haut du village de Bages, on contemple vers l'Est l'admirable paysage fait du complexe des étangs et des îles, cependant que vers le Nord, tout près du fond marécageux de l'étang de Capeille, et par delà des vignes, émerge la nef de la cathédrale de Narbonne, on ne peut s'empêcher de penser que le paysage s'est relativement peu modifié depuis l'époque romaine. Dès cette époque le colmatage des étangs était certainement avancé. S'il en était autrement, si la navigation avait été libre et facile, les romains n'auraient point édifié, par le travers de la lagune, depuis la mer jusqu'au port de Narbo, le canal dont on reconnaît encore le tracé et qu'on dénomme : canal romain.

Selon LENTHÉRIC, c'est la branche sud de l'Atax lui-même qui aurait été canalisée (4).

Tout le golfe serait actuellement atterri, si le fleuve n'avait dévié toute la masse de ses eaux dans la branche Nord, en 1320, cependant qu'en 1875, à la suite d'une énorme crue, le fleuve reflua dans l'étang de Capestang.

(1) D'après H. CONS (1882), cité par G. JOURDANNE (1892), une des toutes premières embouchures de l'Aude (*Vicus atax* d'Eusèbe) se situait dans la région de Sallèles-d'Aude. Une ville devait s'élever au fond du golfe avant la fondation de Narbonne par les Ibères.

(2) C'est à peu de chose près l'opinion de JOURDANNE qui fait déboucher l'Aude à Mandirac (Mandirat), ce qui correspond à l'embouchure indiquée par H. CONS : près du château de Monfort, en face de Bages. Il y avait là une petite crique dite Port des Galères.

(3) Selon G. JOURDANNE (*op. cit.*) le *Lacus rubresus* comprenait non seulement les étangs entre La Nouvelle et Narbonne, mais celui de Vendres et celui de Capestang. Il englobait d'après Mela, la plus grande partie du golfe narbonnais, de Vendres à Leucate. Nous reviendrons nous-même sur cette question dans un travail ultérieur.

(4) G. JOURDANNE écrit, d'après les documents de Marca (*Marca Hispanica*) que les Romains avaient construit un canal le long de la côte septentrionale de l'île Sainte-Lucie. « Les navires l'utilisaient au commencement du siècle et les cartes de l'époque l'appellent : rivière de l'Aude. » De là les navires qui venaient de Narbonne par l'étang de Bages, pénétraient dans l'étang de Gruissan et aboutissaient à la mer par le grau de la Vieille-Nouvelle. En outre, Marca aurait reconnu les traces d'un second canal qui, partant de l'île Sainte-Lucie aurait rejoint La Nouvelle. Sans doute, le grau de la Nouvelle figurait-il une des embouchures de l'Aude, mais celui de la Vieille-Nouvelle constituait, toujours d'après JOURDANNE, le principal accès des navires romains, dans les étangs et à destination du port de Narbonne.

Plus au sud, l'Agly (= *Vernodubrum* de Pline) (1) se jetait dans la mer, vers 1887, au Barcarès. Ce petit fleuve a été artificiellement dévié plus au sud et son cours inférieur a été canalisé. Mais il est bien évident qu'il formait un vaste delta et drainait autrefois la partie S.-O. de l'étang de Salses. Il semble bien que les cailloux roulés qui forment les îlots du Grand et du Petit Dosse et qui, à la pointe de Coudouleyre, s'enfoncent sous des sables récents, représentent des apports du fleuve. D'autre part nous avons retrouvé la trace d'un cordon littoral, dans la région du Grau Saint-Ange, à environ 800 mètres en arrière du lido actuel et nous avons pu y recueillir une faune malacologique surtout remarquable par le nombre des formes de *Nassa* (M. PAULUS, 1951).

La rivière de Perpignan, la Têt, baignait, au Nord, la colline allongée qui sépare le bassin narbonnais du bassin du Réart-Tech et sur laquelle s'élevait l'antique Ruscino. Il est probable que les débordements de l'Agly se mêlaient à ceux de la Têt, qui, d'autre part, tout à fait au Sud, mêlait à son tour ses eaux à celles de l'étang du Canet. Un ancien cours de la Têt a laissé une nappe d'eau, profonde, qu'un étroit lido sépare de la mer : le gouffre du Canet (2).

Le petit fleuve côtier, le Réart (3) a joué un grand rôle dans le colmatage d'une vaste zone lagunaire, peu à peu rétrécie, dont l'étang du Canet ou de Saint-Nazaire, nous donne une image actuelle amoindrie.

Canalisé dans sa partie inférieure, presque toujours à sec, même en hiver, il a cependant déposé dans la partie Sud-Ouest de cet étang une vaste pointe alluvionnaire prolongée par des hauts fonds n'ayant que quelques centimètres d'eau; elle tend à scinder l'étang en deux parties.

Au Sud de l'étang de Canet, celui de Saint-Cyprien se mélangeait avec lui et se mêlait à son tour aux eaux du Tech qui, après avoir longé la base Sud de la colline d'Elne, débouchait à 4 kilomètres au Nord de son embouchure actuelle. Le marais de l'Aygoual représente encore de nos jours l'ancien étang de Saint-Cyprien. En 1849 il avait une superficie de 176 hectares (BAUDE). Actuellement il compte quelques points d'eau permanents; sa périphérie a été utilisée pour la culture du riz.

Lors des années pluvieuses l'Aygoual est inondé. Le petit ruisseau de Saint-Cyprien déborde, joint ses eaux à celles du ruisseau de la Tour Bas-Elne et une nappe d'eau de plusieurs hectares s'étale entre las Routes et le Mas des Capellans, nous donnant une idée amenuisée de l'aspect du pays vers le v^e siècle avant notre ère; et si les prairies basses du Sud-Ouest du Canet s'inondent à leur tour, voici modestement et temporairement reconstitué le *marais Sordicen* de Festus Avienus (4).

(1) L'appellation de *Vernodubrum* revit dans le Verdobre (ou encore, autrefois, Verdobre), qui n'est en réalité qu'un affluent de l'Agly. Il faut penser que les anciens géographes ont confondu l'affluent et le fleuve lui-même. Nous estimons, pour diverses raisons que nous indiquerons ailleurs, que l'Agly ne peut correspondre au fleuve Sordus de Festus Avienus.

(2) La Têt est le *Tetum* (ou encore *Tecum*) de Pline, le *Tilis* de Méla; FESTUS AVIENUS parle de *Roschinus* (= le Roscino) et PTOLÉMÉE du *Ruscio*. Il nous paraît que le nom de *Roscinus* peut s'appliquer à la Têt.

(3) Avec FREIXE, notamment, nous pensons qu'il faut voir, dans le Réart, le *Sordus*.

(4) Au début de décembre 1953 de fortes pluies dans les hautes vallées et les montagnes du Roussillon ont amené des crues soudaines et violentes. Le Réart, ainsi que l'Agouille ont déversé dans l'étang du Canet, un volume d'eau considérable et le tableau que nous brossions ci-dessus s'est trouvé à nouveau réalisé. Du Sud-Ouest de l'étang du Canet on pouvait presque atteindre en barque à fond plat le village de Saint-Cyprien (4 kilomètres à vol d'oiseau). Pour écouler cette vaste étendue d'eau qui coupait les routes, inondait les champs et les mas,

Du reste, les divagations du Tech s'étendaient jusqu'à Argelès-plage. A proximité du village et de sa plage, les marais de la Riberette, très riches en faune, sont désignés encore sous le nom de Vieux Tech. Il doit s'agir, selon nous, plutôt d'une branche du fleuve que de son lit principal.

Quoi qu'il en soit, la plupart des fleuves cités, qui aboutissaient dans les étangs, débouchent directement dans la Méditerranée : le Vidourle, au Grau-du-Roi; l'Hérault, au grau d'Agde; l'Aude, au grau de Vendres; l'Agly à la nouvelle embouchure qui porte le nom de ce fleuve.

Ainsi le Vidourle et l'Hérault ne comprennent plus, dans leurs bassins, les étangs qui désormais s'étendent entre leur nouveau cours : celui de Thau, celui de Vic, celui de Mauguio ou de l'Or.

L'Aude, débouchant au nord de Narbonne a, de ce fait, rattaché l'étang de Sigean au complexe qui s'étend entre la montagne de la Clape et l'Agly : étangs de la région de la Nouvelle (Gruissan, l'Ayrolle, Bages, Sigean), étangs de la Palme, de Leucate ou de Salses. Ainsi, ces étangs ne sont plus alimentés que par des cours d'eau à faible débit (1), souvent à sec en été et qui transportent peu d'alluvions. Leur régime est torrentiel.

L'alluvionnement par les fleuves, dont l'intensité maxima a dû coïncider avec les périodes qui ont suivi les grandes destructions de la couverture végétale, contemporaines des invasions des Wisigoths, des Burgondes et surtout des Arabes (718), a progressivement diminué d'intensité.

Le colmatage provenant de l'entraînement par les vents des sables littoraux ou des fines particules des sols alluvionnaires cultivés revêt une importance plus grande qu'on ne pourrait le penser, du moins pour certains étangs. Cet entraînement est efficace par coups de vent d'Est ou de Sud-Est. Mais un violent mistral soulève dans la plaine du Roussillon, surtout après les labours, un immense nuage de sable fin, qui obscurcit l'horizon. Ce phénomène n'a pas seulement une influence sur le colmatage des étangs, mais a certainement son rôle dans la sédimentation marine au voisinage du littoral.

Le transport des troubles se fait aussi avec les vagues qui franchissent le lido. Comme le fait justement remarquer KUNHOLTZ-LORDAT (1923) l'obstacle au franchissement n'est pas la dune elle-même, mais l'épaisseur verticale du lido, le socle de l'appareil dunal. Ainsi « le lido peut contribuer lui-même par des exhaussements successifs, après chaque incursion marine, au comblement des lagunes qu'il délimite ».

on a ouvert le cordon littoral et rétabli le grau de l'étang. Ce fut un fleuve au cours très bref, brisant le lido sur une largeur de plus de 100 mètres, qui s'établit en définitive. L'étang se vida de la plus grande partie de sa faune ichthyologique. On dut renoncer à tendre des barrages sur les bords du canal pour tenter de capturer une partie de cette population emportée vers la mer.

(1) La résurgence de Font-Estramer, à l'ouest de l'étang de Salses lui apporte un débit de 300.000 mètres cubes par jour (G. LAURENT) d'une eau courante et presque toujours limpide. L'apport en eau douce des sources voisines, de Font-Dame est d'environ 200.000 m³.

On a essayé de chiffrer l'importance des alluvionnements.

Par exemple E. DERANCOURT (1935) écrit qu'en moins de 13.000 ans les alluvions de l'Aude ont conquis sur les eaux une superficie qui peut être évaluée à 1.250 hectares, soit presque un hectare par an, ce qui est sans doute inférieur à la réalité.

En ce qui concerne l'étang du Canet, le rôle du Réart est actuellement insignifiant. Les troubles apportés par l'Agouille et les petits ruisseaux des abords de Saint-Nazaire, sont pour ainsi dire nuls.

G. LAURENT (1932), reprend les données des auteurs sur les superficies successives de l'étang : 941 hectares en 1817 (JALABERT); 785 hectares en 1849 (BAUDE); 576 hectares en 1923 (MASSOT); en trente-deux ans la terre ferme a donc gagné 156 hectares, soit une moyenne approximative de 4,8 hectares; en soixante-quatorze ans elle a gagné 209 hectares, soit environ 2,8 hectares par an.

De tels gains, dans certains cas, ne sont pas essentiellement dus à l'apport des alluvions fluviales. Pour un étang comme celui du Canet, où ces apports sont aujourd'hui réduits à très peu de chose, étang peu profond, privé d'une manière semi-permanente de tout apport d'eau de mer, les longues périodes de sécheresse, au cours desquelles l'évaporation est intense, mettent à découvert de grandes plages. Ces plages sont rapidement colonisées par la végétation halophile de leurs abords déjà atterris. Les plantes font barrage à tout ce que l'étang charrie l'hiver par coup de vent du Sud-Est et stoppent les sables et la vase en suspension. Toute une zone littorale passe à l'état de salobres inondables en hiver, avant d'être définitivement conquise par le sol.

En trois ans nous avons assisté à la conquête d'environ 50 m², dans la partie méridionale de l'étang de Canet, par suite de l'assèchement estival et de l'extension d'un rideau de Phragmites.

D'autre part, sur l'épais matelas des *Ruppia* en décomposition s'installent, en bordure des parties asséchées, les rameaux d'un vert clair des *Kochia hirsuta*. En arrière de ces pionniers, c'est-à-dire plus près du rivage fixé, poussent également *Crucianella maritima* et *Sal-sola soda*.

Nous avons de même assisté, de 1940 à 1950, au recul de l'étang du Vaccarès dans la région de la Capelière, par la progression des Phragmites durant les périodes estivales. Plusieurs hectares constituent un gain du sol sur la surface de l'étang.

Sur le bord des étangs s'accumulent sur une épaisseur variable pouvant atteindre 1 mètre, les coquilles de *Cardium*s.

Parfois, ce sont uniquement des coquilles d'Hydrobiidés, mêlées de quelques valves de *Syndosmya*, qui s'accumulent sur plusieurs centimètres d'épaisseur dans les petites criques où le vent les a poussées. Dans la partie sud de l'étang du Canet on peut estimer qu'un carré de 12,5 cm × 9,5 cm, sur une épaisseur de 1,5 cm contient environ 31.000 coquilles.

De même sur tous les rivages lagunaires s'entassent, sous forme de cordons bruns, les restes de *Ruppia* ou de *Zostères*. Dans certains cas

l'accumulation de ces feuilles mortes flottées et poussées par les vents est si grande et si compacte, que les bords de l'étang ou d'une île gagnent ainsi nettement sur les eaux.

Ce phénomène, dès lors remarquable, a été constaté par nous dans l'étang de Sigean et notamment dans la partie méridionale de l'étang de Bages qui lui fait directement suite.

Les Oulous qui, en 1897, constituaient une île, se trouvent aujourd'hui rattachés au littoral par une accumulation de *Ruppia* et de Zostères. Sur ce sol végétal, humide et décomposé, s'est installée une Sansouire à Salicornes et *Obione*, sur laquelle on circule.

Ces « falaises végétales » ont jusqu'à 80 cm et 1 m de hauteur (1).

Le même étang nous a fourni un autre processus intéressant qui équivalait à un gain progressif du sol.

Sur la côte sud de l'étang et dans ses parties directement opposées à la tramontane, on constate la présence d'amas brunis de Zostères sur 50 ou 60 cm d'épaisseur, découpées par les flots en de micro et molles falaises, avec leurs petits saillants et leurs creux. Contre elles viennent s'accumuler à leur tour les Zostères fraîchement arrachées et dont le beau vert tranche avec la couleur sombre des débris anciens. Mais l'eau imbibe la masse et la vague bute par-dessus l'obstacle végétal. En arrière de cette manière de cordon, entre lui et la terre ferme, se constitue une véritable petite lagune, parfois assez profonde, que les Salicornes, inondées en hiver, colonisent l'été par son pourtour. Ces lagunes miniatures d'une origine bien spéciale sont parfois utilisées pour accrocher des barques à fond plat.

Par tout ce qui précède, nous voyons entrer en jeu un des facteurs déterminant de l'évolution du complexe auquel on peut donner le nom d'*appareil littoral*. Car, si certains auteurs restreignent ce qualificatif au seul cordon littoral ou lido, il est plus conforme à la réalité de comprendre avec lui, comme le veut KUNHOLTZ-LORDAT, les étangs eux-mêmes.

Formation du cordon littoral et étangs qu'il séquestre sont deux éléments intimement liés, auxquels s'ajoute le fleuve porteur d'alluvions prêts à redevenir terre...

A son tour, en liaison étroite avec ces éléments d'une topographie changeante, voici un nouveau facteur essentiel de l'évolution littorale et même de son rôle historique : les graus.

(1) Dans un travail récent R. MOLINIER et J. PICARD, ont noté et figuré un phénomène identique, mais revêtant une plus grande ampleur, en Sicile. Il s'agit de « banquettes » émergées, faites de feuilles mortes de Posidonies, et qui peuvent atteindre 2 mètres de haut et 50 mètres de large (Punta d'Alga, Marsala, par exemple; *Ann. Inst. Oc.*, XXVIII, 4, 1953, pl. IV).

LES GRAUS

Les graus (du latin *gradus*, qui signifie passage; *graou*, *graos* en Languedoc et en Provence), sont les seuls accidents qui interrompent la continuité du cordon littoral.

Ces graus correspondent soit aux embouchures des fleuves, on les nomme alors *graus fluviaux*, soit à des communications entre la mer et les étangs. Ce sont les *graus marins*. S'ils communiquent en permanence avec la mer ils sont dits *graus ouverts*; si la communication ne s'établit qu'au cours des tempêtes, ce sont des *graus intermittents*; si toute communication est définitivement supprimée, nous avons à faire à un *grau fermé*. Par rapport aux étangs, le grau ouvert correspond au stade de la lagune vive. Le grau intermittent ou fermé correspond à divers états de la lagune morte.

Les graus ont joué un rôle historique et économique qui paraît aujourd'hui bien oublié. Cependant, les problèmes et les préoccupations que suscitaient au XIII^e siècle leur présence et leurs modifications, se retrouvent de nos jours, à certains points de vue, presque identiques.

En effet, dès le XII^e siècle on constatait l'exhaussement du fond des étangs et l'encombrement des graus. Ce phénomène devait aller en s'accroissant.

Parmi les noms de lieux qui sont liés à l'histoire des graus du littoral du département de l'Hérault, domine celui de Maguelone.

C'était à l'origine une île volcanique, très voisine de la côte, comme l'îlot Brescou, à Agde; le cordon littoral l'isole dans une lagune (l'étang de Prévost), avant de l'englober dans ses sables. Maguelone, comptoir de Tyr, qui avait reçu le nom de Port Sarrasin, fut complètement détruite en 757 par Charles Martel, qui auparavant, avait incendié Nîmes, Agde et Béziers.

Son grau fut rouvert en 757, avant la restauration de la ville insulaire, qui eût lieu dans le courant du XI^e siècle. Une jetée, coupée de ponts en bois, réunissait, à travers l'étang, l'île au petit village de Villeneuve. L'ancien grau fut à nouveau fermé par ordre de l'Évêque Arnaud, qui le remplaça par une ouverture artificielle, pratiquée à l'Est de l'Église de Maguelone. Ce fut le grau Neuf.

De là, les marchandises, chargées à bord de barques à voile et d'allèges se rendaient à Lattes qui était le port de Montpellier (1).

Une enquête entreprise sur l'ordre de Philippe le Bel, nous apprend qu'au XIII^e siècle, les étangs voisins de Montpellier communiquaient alors avec la mer par les graus dits : grau Neuf, Maguelone, Cauquillouse, Vic. Ces deux derniers fonctionnèrent simultanément. Le premier fut formé « par le hasard de la mer », vers 1268, et remplaça avantageusement le grau Neuf et celui de Maguelone. Il devait son importance primordiale à sa profondeur. Il fut question d'y établir un port qui se serait avantageusement substitué à celui d'Aigues-Mortes (2). Le grau de Vic fut moins fréquenté.

(1) Elles pouvaient s'y rendre grâce à l'aménagement d'un canal, d'une *robine* qui recevait les eaux du Lez et où l'on pouvait circuler en tout temps. Ces embarcations avaient un faible tirant d'eau. Un devis établi en 1635, pour des réparations à la « robine » de Lattes, indique une largeur d'environ 6 mètres et une profondeur d'environ un mètre.

(2) Il y avait ce qu'on pourrait appeler la « rivalité » ou la « querelle » des graus. Le port d'Aigues-Mortes avait été fondé par Saint-Louis au milieu du XIII^e siècle. Il fixa un impôt sur la valeur des marchandises qui y seraient débar-

Le chevalier de Clerville (1665) a bien indiqué le rôle économique joué au XVI^e et XVII^e siècle par les graus de Frontignan et de Palavas. Ils étaient fréquentés par de nombreux bateaux marchands qui accédaient aux ports de l'étang de Thau : Méze, Marseillan, Bouzigues. Les graus qui établissaient la communication entre la mer et l'étang de Mauguio étaient franchis non seulement par des embarcations commerciales, mais aussi par des embarcations de guerre. Peu à peu le rôle de ces passages dans la navigation, s'estompait en raison de leur encombrement ou de leur obstruction totale par les sédiments. Le chevalier de Clerville se préoccupait déjà de la fermeture de ces graus que Vauban devait qualifier d'incorrigibles. « Les graus des estangs, écrit le Chevalier, s'entretiennent par le commerce de leurs eauës, et par celuy de celles de la mer, qui y entrent et qui en sortent, selon que les vents du dehors et du dedans les poussent. Toutefois, comme une chose établie sur des fondements si mobiles et sur un ordre si mal asseuré, n'est pas toujours de longue durée, il arrive quelquefois que les mesmes moyens qui conservent ces graus les détruisent, et que d'une part, les eauës des estangs y charrient tant de limon dans les grands desbordements, que les vents se trouvant parfois opposés à sa sortie, le retiennent au-devant-des-dites ouvertures ».

Ainsi, d'après le chevalier de Clerville, trois causes, toujours actuelles, amènent la fermeture d'un grau : d'abord la barre, formée à l'embouchure par l'action des débordements lagunaires et des vents du large qui s'opposent à la sortie des eaux. En second lieu les sables, que les tempêtes poussent dans le grau et dans l'étang.

RÉGY a bien indiqué les viscissitudes du grau de Melgueil, situé en face du port de Melgueil, lui-même établi à l'embouchure d'une rivière, la Salaison (1).

quées; bien plus, tout navire marchand entré dans le rayon du phare établi sur la tour de Constance devait obligatoirement mouiller au port de Saint-Louis, où il acquittait « le tribut du denier par livre ». Protestations des commerçants de Montpellier, d'autant plus puissantes que le Port d'Aigues-Mortes ne tardait pas à devenir difficilement praticable. Aussi Philippe de Valois fut-il contraint à autoriser la réparation de la robine de Lattes (1333). En 1338, il accorda aux navires la faculté d'utiliser les graus qui desservaient Montpellier, jusqu'au rétablissement du port d'Aigues-Mortes. Mais ces navires devaient acquitter les redevances qu'ils eussent versé à Aigues-Mortes même ! En 1346, le même souverain autorise le curage et l'entretien du grau de Melgueil (Mauguio), cependant que les habitants d'Aigues-Mortes voulaient l'embouteiller en y coulant un navire chargé de pierres. Cependant, en 1360, réaction du roi Jean qui décrétait qu'il n'y aurait en Languedoc qu'un seul port : Aigues-Mortes. Les habitants de Narbonne se virent interdire la continuation du « rétablissement » de leur port (ils voulaient semble-t-il aménager le grau de Leucate). Même interdiction par Charles V qui, d'autre part, avait fait planter des pieux dans le grau de Mauguio pour restreindre son accès aux seules barques de pêche. Nouvelle protestation des commerçants de Montpellier qui obtinrent l'éphémère autorisation (1364) de faire passer par le grau de Cauquillouse et Lattes les marchandises nécessaires à leur cité. Cette tolérance fut supprimée la même année à l'avènement de Charles V.

D'ailleurs toute marchandise passant par les graus était taxée selon un barème et d'autres droits de payage les attendaient entre le port et Montpellier. Les évêques de Maguelone avaient eux-mêmes établi les tarifs. Les gens aussi étaient soumis à ces droits. Ainsi, Juifs et Sarrazins, hommes et femmes, passant par le grau de Melgueil devaient payer chacun trois sous. Mais les femmes enceintes « payaient pour deux » c'est-à-dire six sous. Voir pour cela et toute la note : A. GERMAIN. *Histoire de commerce de Montpellier*, t. I, Montpellier 1861. — Voir aussi : F. DOUMENGE. Un type méditerranéen de colonisation côtière. Palavas. *Bull. Soc. Languedoc. Géographie*, XXII, fasc. 1, 1951.

(1) Fermé vers 1340; se rouvrit vers 1346, pour se refermer et se rouvrir encore. En 1589 il avait environ cent vingt ans d'existence lorsqu'il se ferma à nouveau. Quelques années plus tard, il se rouvrit plus à l'est et s'obstrua encore !

Au XVII^e siècle, à l'Ouest de Maguelone, le grau de Frontignan desservait à la fois le port de cette ville et ceux de l'étang de Thau : Méze, Bouzigues, Mar-seillan. Les embarcations attachées à ces ports, faisaient, en moyenne, quatre voyages par an. Ce grau fut fermé en 1623, quand s'ouvrit le grau de Palavas. Rouvert en 1856, il se combla encore en 1863. Le grau de Palavas s'obstruait à son tour vers 1663, alors que s'ouvrait le grau de Balestras (1).

D'une manière générale, dans la deuxième moitié du XVII^e siècle, l'embarquement et le débarquement des marchandises en raison du colmatage des graus se faisait surtout en mer.

Une raison de plus pour que les travaux en vue de l'ouverture du canal ou grau de Sète fussent hâtés. Ils débutèrent en 1669, s'achevèrent en 1680. Le canal, œuvre de P. RIQUET, devait remplacer tous les anciens graus impropres à la navigation.

Notons encore, cependant, qu'au XIX^e siècle, cinq graus s'ouvrirent sur l'étang de Vic et un sixième à l'est de Frontignan; par suite de pluies torrentielles, le niveau des étangs avait monté de plus d'un mètre et les eaux ne pouvaient s'écouler par les canaux de Sète, le grau du Lez et le grau de Pérols, les seuls existants sur 55 kilomètres, depuis le Gard jusqu'à l'ouest de l'étang de Thau (RÉGY, 1863).

La même année quatre des cinq graus de l'étang de Vic se fermèrent, le cinquième devant persister jusqu'en 1860.

La troisième cause est intéressante à mentionner parce qu'elle témoigne d'un passé bien révolu : il s'agit du lest dont les patrons des barques se débarrassent en traversant les graus.

La mer se comporte avec les embouchures des fleuves comme avec l'embouchure d'un étang. Le grau qu'un fleuve ouvre sous la poussée d'une crue, la houle et les courants le referment inexorablement dès que la cause de la rupture a cessé. Et quand l'homme rétablit artificiellement un grau fermé, les courants et les vents l'obstruent dans un délai extrêmement court (2).

Pour n'être plus navigables, les graus n'en ont pas moins continué à assurer pendant des périodes assez longues, mais toujours par intermittence, la communication entre les étangs et la mer. Et pour les chroniqueurs l'intérêt de leur persistance réside dans l'empoisonnement des étangs et le maintien de la salubrité publique.

M. RÉGY décrit de la manière suivante l'aspect du littoral de la Méditerranée entre l'étang de Thau et la limite orientale du département de l'Hérault (1863) : « Sur les bords des étangs, des eaux divisées, des îlots, des parties d'étangs sans profondeur, des bas-fonds, des fossés à moitié desséchés pendant les fortes chaleurs, des plages à pente douce, qu'on peut voir, pendant les longs jours d'été abandonnées par les eaux, et couvertes de plantes en putréfaction, des terrains marécageux à eaux saumâtres couverts d'une végétation de diverses plantes

(1) C'est sans doute le grau que le Chevalier de Clerville a désigné sous le nom de grau de Mauguio. D'après F. DOUMENGE, le Grau de Balestras est bien le grau actuel de Palavas.

(2) De nos jours, d'Aigues-Mortes à Sète, nous avons des graus entretenus et se continuant par des canaux servant de port : Grau du Roi, Grau de Carnon, Grau de Palavas (embouchure du Lez canalisé).

D'autre part la fluctuation des graus en ce qui concerne la largeur et la profondeur était très rapide. Ils passaient en quelques semaines d'une profondeur de 1,50 à 2 mètres, par exemple, à une obstruction presque totale et inversement. F. DOUMENGE (1951) a mentionné la largeur et la profondeur de trois graus de la région de Palavas au cours de l'année 1755. Grau de Maguelone : largeur 19,50 m.; profondeur 2,35 m. — Grau de Palavas : largeur 23,40 m.; profondeur 0,32 m. — Grau de Pérols : largeur 87,60 m.; profondeur 1,30 m.

palustres, de joncs, de triangles, de roseaux qui trompent l'œil; on les prendrait pour de vastes prairies, si les odeurs nauséabondes qui en émanent ne vous avertissaient que c'est là le foyer des miasmes qui portent avec eux la fièvre et la mort ».

A l'exception de la dernière ligne, une telle description reste encore parfaitement valable quand il s'agit, surtout, d'un étang dont le grau est définitivement fermé. Les progrès de l'hygiène, la lutte contre le paludisme par la quinine, l'assèchement des marais, le développement des cultures, et notamment de la vigne, ont de nos jours, supprimé l'endémie palustre et réduit les épidémies à des cas tout à fait exceptionnels.

Il est d'autant plus intéressant de noter l'importance qui était autrefois attribuée, du point de vue sanitaire, à la circulation des eaux dans les graus.

Le rétablissement fortuit des graus de l'étang de Frontignan a suffi, selon le maire de cette localité, pour amener une amélioration de la santé pendant toute la durée de l'ouverture.

Le maire de Pérols écrivait au Préfet de l'Hérault après l'ensablement du grau (1859) que sa commune a joui d'une salubrité parfaite tant que le grau a été ouvert : depuis sa fermeture, et pendant le mois de septembre, le nombre des cas de fièvre a triplé...

Si l'on en croit les historiens régionaux, on suit le développement des maladies et des épidémies sur le littoral du Languedoc, avec la régression progressive des graus. Dès le XII^e siècle on se plaignait de l'état du littoral, avec ses lagunes sans issues ou presque. Importantes au XIII^e siècle, les épidémies devaient encore s'accroître par la suite. On signale des fièvres, des pestes que, suivant BOUDIN, on aurait volontiers attribué à des importations d'outre-mer, quand elles naissaient de la source infectée des marais et des eaux stagnantes... (RÉGY, 1863). Selon BOUDIN, c'est l'union des eaux salées et des eaux douces qui, pendant les fortes chaleurs amène une extrême insalubrité, car ce sont les régions des marais d'eau saumâtre qui sont le plus touchées par les fièvres, en été et au début de l'automne.

Bien plus, à l'extension des marais, du au recul des étangs et à la séquestration des eaux saumâtres, on attribue la décadence de villes qui avaient encore au Moyen âge, une grande importance sur le littoral : Arles, Aigues-Mortes, Saint-Gilles, Frontignan et bien d'autres localités, telles que Mauguio, Pérols, Mireval, Vic, Villeneuve...

Les préoccupations qu'a fait naître l'obstruction des graus s'étendent, nous l'avons indiqué, aux pêcheurs.

La pêche était certainement dans les temps les plus anciens beaucoup plus importante que de nos jours. Son exercice est facile et productif. Sa technique convient à une catégorie de population méditerranéenne plus terrienne que maritime.

Nous empruntons à RÉGY l'extrait d'un mémoire, datant du XVII^e siècle, intéressant à plus d'un titre, conservé dans les Archives de la Commune de Mauguio et concernant le grau du même nom (dit aussi grau de Melgueil).

« Il souloit avoir un grau aux plages dudit Mauguio, lequel dura environ cent vingt ans, s'étant fermé et entassé par des sables en l'année 1659, ce qui arriva d'un côté à cause de la guerre, appréhendant que les étrangers n'entrassent par le dit grau venant par mer, et de l'autre que les rentiers de la Manigueire du travers fermoient les trous et canals par où les eaux de la mer et de l'étang entroient et sortoient, qui entretenoient ledit grau. Quelques années après, se fit un nouveau grau du côté du levant, lequel dura quelques années, et après se ferma et entassa de sable, comme le précédent. La perte de ces graus a causé de grands préjudices et intérêts aux habitants dudit Mauguio, desquels une bonne partie se prévaloit par moyen de la pêcherie des étangs, lesquels étoient grandement peuplés de

poissons, par moyen du grau où maintenant ne se pêchent que des carpes et autres mauvais poissons et peu de bons, étant la pêche quasi du tout perdue audit Mauguio (1). »

Les poissons des eaux saumâtres sont, pour la plupart, des espèces marines qui entrent dans les étangs de Mars au début de juin pour y effectuer leur croissance. Beaucoup ressortent d'août-septembre à fin octobre et même décembre, le plus souvent pour se reproduire en mer (Mulets, Anguilles, Loups, etc...). Ces deux mouvements migratoires n'excluent pas, entre temps, des allées et venues, déterminées le plus souvent par la température, et si, naturellement, l'état du grau le permet. Mais le départ massif des Muges et des Anguilles à des époques bien déterminées permet parfois des captures considérables.

La libre circulation des eaux dans les deux sens a une influence décisive sur le taux de salinité, la température; elle permet un certain équilibre des facteurs physico-chimique et un certain équilibre aussi dans la population ichthyologique, notamment, du point de vue qualitatif et quantitatif; elle joue un rôle essentiel dans la biologie de l'étang en général.

VÉGÉTATION HALOPHILE ET CULTURES

La végétation suit, du côté continental des étangs, une évolution en relation avec la situation de la lagune, elle-même dépendant de l'état du grau. Nous l'avons indiqué : une végétation halophile s'installe sur les alluvions d'un delta fluvial ou sur le fond d'un étang asséché et réalise les formations dites souillères et sansouires.

Une végétation moins halophile ou non halophile, formée d'*Arundo* et de Phragmites, notamment, contribue à former un sol de plus en plus apte aux cultures. Celles-ci apparaissent enfin... Dans bien des cas, elles forment une enclave entre les sansouires ou les phragmitaies, elles empiètent sur les marais, elles affluent aux rives même de l'étang. Ainsi, les éten-

(1) Les Archives départementales de l'Hérault (A.46) possèdent un curieux procès-verbal d'une inspection du Grau de Palavas et du Grau de Granatel, effectuée l'an 1617 et le 7^e jour du mois d'avril, par Claude DU VERGIER, évêque de Lavaur. Le Grau de Palavas se trouvait situé « au milieu de la plaine entre Magalone et Frontignan ». Le canal avait une longueur de 160 mètres et une largeur de 39,70 m. « Patrons, marinières et autres » ont déclaré que ce grau permettrait la libre circulation des vaisseaux chargés moyennant son approfondissement. « La navigation et la province en recevra de très grandz profitz et comodités ». Le lendemain a eu lieu la visite du grau de Granatel (Frontignan). Un vaisseau, l'*Anunciade*, appartenant à un marchand de Frontignan portant deux mille quintaux et « retournant de Levant » se trouvait échoué sur la plage. Le grau de Granatel étant aménagé, on pourrait entrer dans l'étang de Palavas parvenir à Maguelone, Lattes, Aigues-Mortes... Les barques pourraient venir de la mer toutes chargées « jusques aux murailles du dit Frontignan et là estre en seurtté des Coursaires et Pirates... » (document communiqué par F. DOUMENGE).

dues lagunaires sont-elles plus nettement délimitées du côté de la mer que du côté continental. Et nous faisons nôtre la définition que Kunholtz-Lordat donne de l'appareil littoral, en la reproduisant à peu près textuellement : l'appareil littoral du golfe du Lion est un ensemble complexe de sables et d'étangs en voie d'évolution ; il est limité vers le large par la mer et vers le continent par les terres qui se sont progressivement affranchies de toute influence marine.

Une telle extension des cultures entretient un vieil antagonisme entre le cultivateur et le pêcheur. Bien plus, dans certains cas, elle conduit à envisager l'assèchement pur et simple d'un étang. En ce qui concerne l'étang de Salses, selon ROSSIN (1892) cité par G. LAURENT (1932), sur « 8.100 hectares, 5.800 sont submergés continuellement et 2.300... sont alternativement couverts par les eaux de la mer et celles de l'étang suivant que soufflent les vents du S.E. ou les vents du N.O. »

Par vent de S.E. en effet, les lames déferlent par dessus le cordon littoral et l'eau de mer parvient à l'étang par la surface et par infiltration (1). Comme la tempête de S.E. est accompagnée de pluie, l'étang déborde envahissant les terres basses voisines, souvent patiemment cultivées.

Par fort vent de N.W., les eaux sont refoulées vers le S.E. de l'étang ; elles débordent sur les territoires de Saint-Hippolyte, de Saint-Laurent de la Salanque (Étang de Salses).

Les cultivateurs souhaitent voir les étangs se vider dans la mer, quand leurs eaux sont hautes et par vent de N.W. En 1951 les planteurs de riz ont voulu ouvrir le grau de l'étang du Canet pour en faire baisser le niveau ; les pêcheurs s'y sont opposés. Comme ceux de l'étang de Salses, si la tempête ouvre le grau, ils le barrent surtout pour empêcher le poisson de regagner la mer.

De tout temps il y a eu les promoteurs de l'assèchement. DUPONCHEL écrit en 1880, qu'on ne saurait « pour le moment songer à dessaler et à livrer à la culture l'étang de Thau » ; mais il ne le fait pas moins figurer dans son tableau des terrains à mettre en culture ! RÉGY s'opposait par contre, à la mise en culture des étangs, non seulement comme celui de Thau, mais d'autres beaucoup moins importants, toutes les fois qu'on pourra les assainir et les repeupler en les faisant communiquer avec la mer.

La question de l'abaissement du niveau des étangs a pris en Camargue, notamment, une acuité nouvelle depuis l'aménagement accru des terres incultes par la riziculture. Les rizières s'édifient, en bonne part, aux dépens des enganes et des steppes de plantes halophiles étendues au voisinage des étangs. Or, ce sont les étangs qui reçoivent la plupart des écoulements des rizières et nous verrons ci-dessous quelle en est la conséquence biologique.

(1) Il est certain que les étangs peuvent recevoir des formes marines emportées par les vagues franchissant un cordon littoral étroit. Nous pouvons confirmer que des poissons franchissent ainsi le lido. Si la vague se brise avant d'avoir atteint le bord de l'étang, des poissons peuvent se déplacer dans la nappe d'eau très mince qui s'écoule sur le flanc de la dune tourné vers l'étang. En mars 1953 une tempête du S.E. apportait sur le cordon littoral de la région du Barcarès et de Canet-Plage des milliers d'alevins de poissons, des larves de Soleiformes, notamment, que certains pêcheurs ont recueilli « à la pelle », dans des récipients pleins d'eau et transporté dans les étangs voisins.

Mais le niveau des étangs, maintenu très haut, amène la remontée du sel dans les terres cultivées. Et en Camargue le niveau trop élevé des eaux lagunaires peut mettre les salines à la merci d'un coup de vent qui pousserait une masse d'eau très diluée dans les installations.

Déjà, au XVII^e et XVIII^e siècle les propriétaires des salins redoutaient que les eaux douces de colature des marais ne vinssent inonder leurs tables salantes.

En 1952 et 1953 l'arrivée des eaux presque douces du Vaccarès a entraîné des pertes importantes dans la production du sel aux Salins de Giraud et une digue perpendiculaire à la côte a été construite pour éloigner ces eaux des salines (1).

Lorsque la mer communiquait largement avec les étangs du sud de la Camargue et remontait jusqu'au niveau où se trouve actuellement le Vaccarès, les préoccupations des agriculteurs riverains vis-à-vis du sel étaient très vives; par contre cette circulation d'eau entre la mer et les étangs favorisait la pêche.

En 1856, on construisit parallèlement au rivage, des Salins de Giraud aux Saintes-Maries-de-la-Mer, une digue, la Digue à la Mer, percée de vannes (martelières). Elles se manoeuvrent très régulièrement surtout depuis 1936. Elles sont ouvertes par vent du secteur nord, lorsque les eaux du Vaccarès, poussées par le vent, se vident dans le Fournelet et les étangs du Sud, qui se trouvent du reste remblayés par les sédiments transportés. Ces vannes sont fermées par coups de vent du large, afin que les eaux salées n'envahissent plus les étangs et que les terres voisines, cultivées, soient protégées du sel.

On a obtenu ainsi un abaissement du niveau des étangs. On a considérablement entravé sinon supprimé l'apport d'une faune marine et d'une manière générale les échanges entre les eaux saumâtres et la mer. Nous indiquerons ci-dessous quelles furent pour les étangs de Camargue, les conséquences de l'utilisation de ces vannes et, d'autre part, pour le Vaccarès notamment, le nouvel état qu'entraîne l'extension des rizières.

UNE DIGRESSION NÉCESSAIRE : DU LANGAGE ÉCOLOGIQUE ET DE LA NÉCESSITÉ DE DÉFINIR SES TERMES USUELS

Le mot « écologie » a été créé par HÆCKEL en 1866 et accompagné d'une définition brève mais parfaite, qu'on a souvent, et bien à tort,

(1) A tout cela se rattache l'idée d'évacuer les étangs et notamment le Vaccarès par un énorme canal qui passerait par les Bois des Rièges et aboutirait à la mer. Ce projet anéantirait à tout jamais l'admirable réserve ornithologique que constitue la Camargue.

oubliée (1). Ce mot s'appliquait du reste à des tendances, à des conceptions qui s'étaient fait jour avant que le terme lui-même soit apparu.

Avec l'essor de la manière de penser écologique, le langage est venu, inventif et abusif. Une des conséquences du développement de l'écologie en dehors de la recherche des données physico-chimiques sur la constitution de tel ou tel milieu, c'est l'analyse détaillée de la manière dont il se présente, dont il peut se subdiviser, c'est-à-dire de sa structure morphologique. Mais une telle analyse écologique qui cherche à caractériser l'intimité d'un milieu doit nécessairement se matérialiser par des qualifications (2). Précisément, ce désir, ou ce besoin, de qualification se transforme en logomachie. L'écologie, en effet, se trouve à l'heure actuelle encombrée d'un vocabulaire presque justiciable d'un lexique. Si l'on n'y prenait garde le langage écologique deviendrait un langage de secte, un peu comme celui des phyto-sociologues (3).

Il y a peut-être plus grave que la manie de faire des mots. Il y a celle qui, pour certains auteurs, consiste à utiliser des termes selon leur goût ou leur fantaisie, sans se soucier du sens qui peut leur avoir été donné auparavant.

Il est vrai qu'aucune définition de ces vocables, tout à la fois les plus élémentaires et les plus fondamentaux de l'écologie, n'a jamais été sanctionnée.

L'exemple le plus étonnant d'un tel état de choses concerne les termes qui nous intéressent particulièrement ici, ceux de biotope, de territoire, d'habitat, et qui ont été les uns et les autres tour à tour confondus.

Pour GISIN on doit réserver le terme de biotope à une station pouvant être reportée sur une carte à grande échelle. Cette définition nous paraît par trop vague et pourrait laisser croire que biotope et station sont synonymes. Nous

(1) Il s'agit surtout ici d'une première définition représentant l'écologie comme « la Science des relations des organismes avec le monde extérieur environnant ». Autrement dit l'écologie est la science des conditions d'existence. Plus tard (1869) HÆCKEL a le mérite de distinguer le milieu inorganique ou abiotique et le milieu organique ou biotique. Il considère que l'écologie donne l'image de l'économie générale de la Nature au sein de laquelle les animaux font leur « ménage ». Et il brouille sa pensée première, car il englobe désormais, la préservation de l'individu, la manière de vivre, la concurrence, le parasitisme, la vie de famille, les soins donnés aux jeunes... HÆCKEL confond alors l'écologie avec l'éthologie, définie par Isidore GEOFFROY-SAINT-HILAIRE en 1859, et qui englobait elle-même « le comportement, les instincts, les relations des êtres vivants avec le milieu ».

(2) Une autre conséquence de l'essor de l'écologie, c'est la nécessité de remettre à l'honneur la systématique. Les jeunes naturalistes de ma génération avaient vu leurs premiers pas environnés d'une atmosphère généralement méprisante pour cette discipline de base... Sans une systématique précise, sans le « fignotage » qui permet d'apprécier les éléments, souvent subtils, qui distinguent une sous-espèce, une race (morpha) d'une espèce, l'écologie se perd elle-même et reste sans efficacité.

(3) Ce n'est point ici le lieu de donner des exemples qui sont chaque jour plus nombreux.

avons retrouvé ailleurs une telle assimilation qui constitue, selon nous, une erreur. Pour DE PEYERIMHOFF, le biotope doit être considéré comme un territoire biogéographique. Le Sahara constitue un énorme biotope. L'auteur ajoute que ses limites sont indéfinies parce qu'on ne peut établir une définition globale du milieu saharien et parce qu'il y a plusieurs Sahara.

Depuis, A. RAYMOND a distingué, dans le Sahara, le biotope des Djebels, celui des Ergs, celui des Hammadas, du Reg, des Oueds, biotopes que l'auteur subdivise.

Pour d'autres écologistes, par contre, le biotope peut être considérablement réduit spatialement : le nid, le terrier constituent un biotope.

Certains sont même tentés d'admettre que l'animal parasite constitue pour les parasites un biotope, biotope qui devrait dès lors se fragmenter selon la localisation du parasite (sang, viscères, cavités sous-élytrales des insectes, etc...).

Nous rejetons ces deux dernières assimilations.

Pour nous le biotope correspond à un élément important du paysage ; il exprime une réalité géographique : une forêt, une vallée, un lac, un étang, constituent chacun un biotope. Il est une unité formant un tout, et non un éparpillement. Il se trouve placé sous l'influence d'un ensemble de facteurs généraux toujours renouvelés, propres à la région où il se situe ou propres à lui-même. Le biotope offre ainsi un damier de caractères qui s'incluent chacun dans un gradient et qui servent à sa caractérisation. Du point de vue biotique un biotope couvre toute une gamme ménagée d'espaces et d'ensembles vitaux.

On ne pourra pas parler du biotope des eaux saumâtres, mais du biotope que constituent tel ou tel étang saumâtre, tout en reconnaissant comme possible, que plusieurs étangs, ou plusieurs étendues saumâtres, géographiquement séparés, puissent être, par l'analyse de leurs divers caractères (température, salinité, nature du substratum, profondeur...) et de leur constitution biotique, des biotopes très semblables. Inversement, des étendues saumâtres voisines pourront avoir des caractères qui en font des biotopes différents.

Le biotope est donc une notion géographique globale ; mais l'écologiste ne saurait le considérer uniquement comme tel. Le biotope en effet est une notion synécologique. Et si, comme nous l'indiquons ci-dessus, la constitution d'un biotope, de par sa morphologie et ses caractères physico-chimiques, peut conduire à se faire une idée de la composition des êtres vivants qui le peuplent, de même les éléments généraux de la faune et de la flore permettent d'inférer quelles seront la nature ou le type des constituants morphologiques et abiotiques.

Dans ces conditions, nous ne pouvons adopter la définition courante qui représente le biotope comme une région ou « un espace qualitativement uniforme » où les facteurs écologiques sont identiques les uns aux autres et « invariables de place en place » (BACKLUND, 1943). Cette définition ne correspond point à la réalité dans le cas qui nous occupe. Elle ne saurait s'appliquer à aucun étang vraiment saumâtre du littoral méditerranéen ; elle correspondrait à la fragmentation d'une étendue lagunaire, même restreinte, en une série de biotopes. D'autre part la définition de

MORZER BRUIJNS (1947), beaucoup plus large, apparaît du même coup trop générale, sinon trop vague. Pour cet auteur le biotope est une aire qui, en opposition avec les aires voisines, se trouve placée sous l'influence d'un même ensemble de facteurs.

On pourra peut-être objecter que la notion de biotope que nous avons fait nôtre se rapproche de celle du *biome*. Pour TANSLEY, créateur du terme, le biome constitue une unité biologique, un écosystème embrassant la végétation et la faune. Mais le biome englobe de très grands complexes. Sa conception s'étend à la fois dans l'espace et dans le temps. Elle implique donc d'envisager la succession des biocoenoses dans de vastes régions sans connexions actuelles, mais en évoquant jusqu'à leur passé géologique. Par exemple, la forêt tropicale humide qui se trouve représentée en aires discontinues en Afrique Orientale, à Madagascar, en Australie, en Amérique centrale et en Amérique du Sud, constitue un biome.

Nous dirons que les eaux saumâtres, situées dans des parties du globe très éloignées, constituent dans leur ensemble un biome dont la réalité et les caractères apparaîtront plus nettement quand les recherches seront approfondies et coordonnées.

D'autre part, pour STRAMEK HUSEK (1946), lequel est cité par JORDANI SOÏKA (1949), chaque espèce aurait son biotope, c'est-à-dire un territoire qu'elle occupe effectivement ou potentiellement sans discontinuité. JORDANI SOÏKA utilise le terme d'*aire écologique*. Or ceci nous paraît correspondre à la notion d'*écotope*, qui a bien besoin d'être précisée et que nous allons définir.

Nous proposons de considérer l'écotope, non pas comme l'espace vital d'un ensemble faunistique, ce qui l'identifierait avec le biotope, mais comme tout espace vital à l'échelle individuelle ou spécifique, ce qui ramène la notion de l'écotope à une notion autoécologique. Il y a donc inclusion des écotopes dans un biotope.

Cette définition n'implique pas qu'une aire écologique ou un écotope puisse être propre à une seule espèce, comme l'indiquent les deux auteurs précédents. Il n'est pas un écotope qui ne soit partagé par d'autres espèces, et sans doute par un très grand nombre d'autres espèces, si on considère les Protistes et les Bactéries, par exemple. En d'autres termes et pour les eaux saumâtres, on définit un biotope par la considération de gradients concernant la salinité, la température, la nature du substratum, biotope, que représente tel ou tel étang. Si nous nous référons par exemple, à l'étang du Canet, on peut considérer à l'intérieur de ce biotope, la prairie des *Ruppias*, écotope de certaines espèces d'*Hydrobia*, ou une zone de sable, de grosseur déterminée, piqueté de Cyanophycées, qui sera l'écotope d'une autre espèce ou d'autres espèces du même genre.

Mais le premier de ces deux écotopes sera également et notamment celui des *Corophium* qui vont même jusqu'à inclure dans la paroi de leurs tubes de vase fine, les *Hydrobia* vivantes; et le second celui des *Protohydra Leuckarti* ou de telle ou telle espèce caractéristique de Turbellarié.

Ainsi l'écotope comprend les divers éléments du complexe spatial où s'écoule non seulement la vie quotidienne des individus de l'espèce, mais leur cycle vital. L'écotope, pour beaucoup d'espèces, peut être très restreint (*espèces monotopes*).

Mais la conception s'élargit considérablement si l'on considère que pour d'autres espèces (*espèces pleiotopes*), les diverses phases du cycle peuvent ou doivent s'accomplir dans des lieux très distants les uns des autres.

Le mot *territoire* est assez peu utilisé dans le langage écologique. Nous pensons qu'on peut assimiler l'écotope au territoire. Il est question en effet de territoire de nourriture, de reproduction, d'hibernation (1).

D'autre part, les termes de *territoire* et d'*habitat* sont assez fréquemment confondus. EIDMANN (1942) donne de l'habitat la définition que nous avons réservé à l'écotope : c'est l'espace vital spécifique ou individuel « l'environnement », propre à une espèce ou à un individu. De même pour ELTON l'habitat est l'environnement total effectif à l'échelle individuelle ou spécifique.

TISCHLER (1947), se référant à FRIEDERICH (1930), considère l'habitat comme un lieu (on pourrait dire : une station) inclus dans un biotope où se rencontre une espèce animale dans des conditions de vie favorables pour elle. Si cette définition n'est pas satisfaisante, elle comporte du moins un élément intéressant que l'on peut retrouver, du reste, dans d'autres définitions de l'habitat : l'idée de protection.

KROGERUS (1932) remplace le terme habitat par celui de *biochore* (*biochorion*), assez peu élégant et inutilement hermétique. Il le définit à son tour comme un espace à l'intérieur d'un biotope, mais cet espace il le compare, et même l'assimile, à une « niche écologique », ce qui est un contre-sens par rapport à la conception réelle, mais assez singulière, d'ELTON, créateur de l'expression.

Pour VITÉ, enfin, l'habitat s'inscrit à l'intérieur de l'espace vital spécifique dont il est une partie. Du point de vue spatial, l'habitat est donc plus restreint que l'écotope, lui-même parcelle intégrale, à l'échelle spécifique, de l'ensemble et du complexe biotope.

Tel doit être compris selon nous le terme habitat, qui évoque même l'habitation, avec cette idée de protection, de sécurité, qui émerge timidement de certaines définitions, et dont l'animal bénéficie contre les accidents abiotiques ou biotiques.

LES FACTEURS ÉCOLOGIQUES

La salinité. — Le facteur écologique auquel on pense en premier lieu quand on veut étudier les eaux saumâtres, c'est le taux de salinité qu'elles offrent. C'est sur cette teneur en sel qu'ont été basées comme nous l'indiquerons, toutes les classifications et les définitions qu'on a cherché à donner de ces eaux.

(1) Le terme *hibernaculum* désigne un espace plus restreint, celui où s'accomplit la diapause, le sommeil hivernal...

Mais au point de vue salinité, l'évolution d'un certain nombre d'étangs du littoral méditerranéen français, permet des constatations intéressantes.

L'histoire de l'étang de Berre, le plus grand étang français (15.000 hectares) doit être considérée dans ses grandes lignes à ce point de vue.

Avant l'invasion romaine, l'étang de Berre était relié à la mer par des lagunes peu profondes. Le général romain Marius fit creuser un canal permettant le passage de ses embarcations. Ce canal fut rapidement colmaté et pendant les siècles seules les quilles des navires ont, par leur va-et-vient continu, entretenu un étroit chenal entre Martigues et Port-de-Bouc, au milieu des étendues marécageuses qui constituaient l'étang de Caronte.

En 1880 MARION, et un peu plus tard GOURRET, constataient que les eaux de l'étang étaient dans l'ensemble, très peu salées et dans certaines régions presque douces (Saint-Chamas, Bolmon; Vaine). Entre 1863 et 1885, l'étang de Caronte fut creusé d'un canal maritime, approfondi à 9 mètres en 1925. D'autre part, le canal du Rove qui franchit la chaîne de la Nerthe par un tunnel et relie l'Estaque à l'étang de Berre a été ouvert à la navigation en 1926. Ces entreprises dues à l'Homme ont amené une augmentation sensible de la salinité. Aujourd'hui l'étang offre une salinité de 28 à 30 ‰ et l'ensemble de la faune s'en trouve affecté au profit de l'installation et de l'extension de formes marines (1).

L'étude de la faune malacologique permet d'indiquer, pour ce seul groupe, ce qui se passe pour l'ensemble des espèces : extension à partir d'une zone d'étroite localisation, réapparition d'espèces autrefois communes et considérées comme disparues, introductions récentes. Sur 100 espèces de Mollusques signalées dans l'étang, 40 l'ont été pour la première fois récemment et si la moitié n'offre qu'un intérêt limité par leur rareté, une vingtaine marquent nettement le sens de l'orientation de la faune ». (P. MARS, 1948, 1949; voir aussi : G. PETIT et M. PAULUS, 1947).

L'exemple des Oursins est également très caractéristique. Les *Psammechinus* et les *Paracentrotus* étaient autrefois localisés dans les régions les plus salées (canal de Caronte, Martigues). Ils se sont peu à peu répandus dans l'étang et nous avons des indications sur leur progression. Aujourd'hui on rencontre, et on consomme, sur tout le pourtour de l'étang, *Paracentrotus lividus*. Il se trouve que l'extension de cette espèce s'est faite sous une forme naine, reconnue par nous en 1942.

Et cette phase actuelle de l'évolution de l'étang est d'autant plus intéressante à saisir que le projet d'un canal Rhône-Durance-Berre amènerait le déversement dans l'étang de millions de mètres cubes d'eau douce.

Un phénomène inverse a lieu pour le Vaccarès. Avant le fonctionnement régulier des « martelières », selon le rythme indiqué ci-dessus, la pêche dans

(1) SVEN G. SEGERSTRALE a signalé à plusieurs reprises (1951, 1952) l'augmentation de la salinité des eaux sur les côtes de Finlande durant les trente dernières années. Dans la période comprise entre 1927 et 1937 et 1938 et 1949, la salinité s'est accrue de 0,45 à 0,52 ‰. Cet accroissement s'est traduit par une extension vers l'Est de certaines espèces et notamment de la Méduse *Aurelia aurita*, dont l'apparition à Tvarmine, en 1938, coïncide avec le début de l'augmentation de la salinité. On trouve maintenant des exemplaires de cette espèce à 120 km à l'est d'Helsingfors.

Les causes de cet accroissement sont tout à fait différentes de celles que nous avons indiquées pour l'étang de Berre. Il s'agit vraisemblablement d'un facteur météorologique, la dominance inhabituelle des vents du secteur ouest, en relation elle-même avec le changement climatique constaté en Europe septentrionale durant ces dernières dix années. Les vents d'ouest poussent les eaux salées de la mer du Nord dans le Kattegat et dans la Baltique.

l'étang était très fructueuse (Loups, Mulets, Dorades, Turbots, Soles). Depuis, le niveau de l'étang demeurerait assez bas. En été d'immenses plages découvriraient sur lesquelles s'accumuleraient des cordons desséchés de *Ruppia* et des *Chaetomorpha*. Le Fournelet, les étangs du Sud, par les étés très secs, étaient transformés en salines. La concentration était très grande dans les eaux du Vaccarès. La pêche était nulle ou presque. Elle se limitait aux Anguilles sujettes parfois à une mortalité intense. Les Oiseaux aquatiques se raréfiaient. Gammarets et *Corophiums* succombaient par milliers.

Un tel état s'est radicalement transformé au fur et à mesure de l'extension des rizières. Ces rizières qui en 1942 couvraient 350 hectares, en couvraient 18.000 en 1951. Cette extension a nécessité la transformation du réseau hydraulique d'irrigation. Il s'agit, en effet, d'amener l'eau douce dans les champs de riz, de la maintenir à hauteur convenable, puis de l'éliminer. Pour cela des stations de pompage ont été installées. Il n'en est pas moins vrai que malgré cet effort d'équipement moderne, le Vaccarès a reçu, de mai à septembre 1952, 2.000.000 de m³ d'eau douce [G. PETIT et D. SCHACHTER, 1953 (1954)]. Malgré un été chaud et sec l'étang a conservé à peu de chose près son niveau hivernal et les étangs du Sud ne se sont point asséchés. Des recherches sur les modifications de la végétation et de la faune sont en cours. Les plus spectaculaires concernent les Poissons. Les Muges ont reparu en quantité importante; on prend à nouveau des Plies, mais aussi, désormais, des Brochets, des Perches ordinaires (*Perca fluviatilis*), des Perches-soleil (*Eupomotis gibbosus* L.), des Poissons-chats (*Ameiurus nebulosus* Les.), le Black-bass (*Micropterus salmoides* Lac.), le Sandre (*Sander lucioperca* L.). Le Vaccarès apparaît colonisé par toute une faune ichthyologique d'eau douce. Même phénomène dans le petit étang du Canet ou de Saint-Nazaire (P.-O.). En 1951, les pluies exceptionnelles et l'extension prise par les rizières avaient amené un abaissement net de la salinité. La chlorinité est passée, dans certaines stations, entre 1950 et 1951, de 15,3 à 6,9 ‰. Du point de vue faunistique il faut noter la disparition des *Corophiums* (*C. insidiosum*, notamment), particulièrement nombreux, l'apparition d'Hémiptères et de Coléoptères aquatiques. Plus frappante est la profonde modification subie par la végétation (grande extension du *Potamogeton pectinatus*, comme dans le Vaccarès), et surtout de la végétation algale : développement de *Cladophora fracta*, introduction d'une espèce de *Spirogyra* (A.-A. ALEEM 1951), régression des *Ceramium*, raréfaction des *Chondria* (*Ch. tenuissima*), etc... (G. PETIT et A.-A. ALEEM, 1952).

Ainsi, des travaux dus à l'activité humaine ont provoqué tantôt l'augmentation de la salinité des eaux d'un étang littoral (Berre), tantôt un abaissement très net de la teneur en sel (Vaccarès, Canet). Ce sont là des expériences naturelles qui se déroulent sur une grande échelle et que les écologistes se doivent d'enregistrer avec toutes les conséquences qu'elles entraînent.

Ajoutons que dans les étangs peu profonds, qui sont nombreux le long de notre littoral méditerranéen, la répartition horizontale de la salinité est plus importante à considérer que la répartition verticale. Ceci apparaît notamment dans l'étang du Canet où l'on constate que les régions les plus salées sont les plus éloignées du cordon littoral.

Nous possédons plusieurs classifications des eaux saumâtres.

La comparaison des données fournies par différents auteurs ayant travaillé sous différentes latitudes est souvent malaisée parce que, si la majorité expriment la salinité totale, d'autres expriment la chlorinité. On a du reste actuellement tendance à indiquer la chlorinité d'une eau sau-

mâtre, en raison du fait que le Cl est l'élément qui offre le plus de stabilité. Si pour l'eau de mer, quand on a la valeur du Cl, par exemple, il suffit de se servir des tables de Knudsen pour établir le taux de la totalité des sels ou celui d'un des sels constituants, ceci n'est point valable pour une eau saumâtre, contrairement à ce que l'on pourrait croire (I. VALIKANGAS, 1933, par exemple), étant donné la variabilité quantitative de ses constituants (D. SCHACHTER, 1950).

Quoi qu'il en soit, pour plus de commodité, nous suivrons ici les auteurs qui ont établi leur classification des eaux saumâtres d'après la salinité totale.

Il nous a été donné d'écrire que ces classifications valaient surtout pour les régions où elles avaient été effectuées (G. PETIT et D. SCHACHTER, 1950). Cependant, au fur et à mesure qu'avancent les recherches sur les étangs méditerranéens français, une telle observation peut paraître excessive et il semble qu'on puisse aboutir à une échelle de salinité qui va de l'eau de mer à l'eau douce et qui s'apparente à la classification de A. REMANE, pour la Baltique, et à celle de BRUNELLI pour les lagunes italiennes.

En partant de l'eau de mer, la première catégorie distinguée par les auteurs concerne des eaux dites *polyhalines*. Elles sont comprises entre 30 et 16,5 g de sel par litre (K. MÖLDER), entre 30 et 18,5 g (REDEKE) et, pour BRUNELLI, entre 36 et 18 pour mille.

Pour nous, c'est sur le critère faunistique qu'on doit se baser pour établir la limite inférieure de ces eaux. C'est dire qu'il s'agit de savoir jusqu'à quel degré de salinité pourra vivre un ensemble d'espèces marines.

Il se trouve, en effet, que beaucoup de ces espèces peuvent supporter une eau de mer diluée, à la condition, d'une part, que le passage de l'eau de mer à une eau moins salée se fasse assez progressivement et d'autre part que le taux de salinité se maintienne à un niveau à peu près constant.

Nous remarquerons à ce sujet que ces conditions sont plus habituellement réalisées pour un étang en communication avec la mer par un grau permanent, naturel ou aménagé.

D'après nos propres observations, des animaux authentiquement marins peuvent s'installer et prospérer à une limite inférieure de salinité plus basse que celle indiquée pour les eaux polyhalines par les auteurs précédents et pouvant aller jusqu'à 15 ‰. REMANE fixe le gradient entre 35 et 15 ou 14 g de sel ‰. Il ajoute qu'aux environs de la salinité la plus basse, le nombre des espèces marines commence à décroître. D'après notre expérience cette diminution se manifeste à partir de 20 g ‰.

Quoi qu'il en soit, un étang dont les eaux offrent un tel gradient de salinité (36 à 15 ‰) ne peut être qualifié de « saumâtre ». On ne peut dire non plus, nous allons le voir, qu'il représente un *milieu intermédiaire* entre la mer et l'eau saumâtre. Une telle étendue, nous la qualifions de *sub-marine* et cela nous paraît plus conforme à la réalité du point de vue salinité et du point de vue biotique.

La catégorie immédiatement inférieure à la précédente comprend des eaux dites *pléiohalines* ou *mésahalines* α (K. MÖLDER) ou *mésahalines* tout court (REDEKE). Pour le premier auteur, elles correspondent à un gradient compris entre 16,5 et 8; pour le second (eaux *mésahalines*) entre 18,5 et 1,8. Or, les eaux comprises à l'intérieur de ces vastes limites correspondent aux eaux saumâtres proprement dites. De même, pour BRUNELLI, il n'y a qu'une catégorie d'eaux *mésahalines*; elle est comprise entre 18 et 9 ‰.

Pour A. REMANE, entre 15-14 et 10-8, se classent des eaux gardant encore des formes marines, mais offrant une prédominance de formes saumâtres.

Notre deuxième catégorie est conforme à celle de A. REMANE, tant en ce qui concerne la salinité qu'en ce qui concerne la composition faunistique. Nous dirons qu'entre 15 et 9 (9,5 ‰), nous avons un milieu annonçant, au double point de vue que nous venons d'indiquer, le milieu saumâtre proprement dit; nous le qualifierons de *milieu présaumâtre*. Outre les eaux *pléiohalines*, K. MÖLDER considère les eaux *méiohalines*, ou *mésahalines* β : de 8 à 2 (3) ‰. Elles représenteraient les eaux saumâtres caractéristiques de la Baltique.

Elles sont comprises dans les *mésahalines* de REDEKE (18-1,8), qui, pour BRUNELLI vont de 18-9 ‰.

Or pour A. REMANE, c'est entre 10 (8) et 5 ‰ que nous avons les eaux saumâtres caractéristiques. C'est notre *milieu saumâtre proprement dit*, qui s'établit pour nous entre 9,5 et 4,5 ‰.

Enfin, la catégorie des eaux *oligohalines* est distinguée par K. MÖLDER (2 à 0,2), par REDEKE (1,85 à 0,185), par BRUNELLI (9 et au-dessous). Elles correspondent aux eaux *saumâtres limniques* de REMANE (de 5 à 3 ‰) et au milieu pour lequel nous proposerons le terme de *pré-limnique*, en parallèle avec le milieu *pré-saumâtre* indiqué tout à l'heure. Ce sont des eaux comprises entre 5 et 3 ou 2,5 ‰.

En résumé, au point où nous en sommes de nos observations sur les étangs méditerranéens, nous pensons pouvoir distinguer :

- un milieu sub-marin : 36 (38) à 15 ‰;
- pré-saumâtre : 15 à 9 (9,5) ‰;
- saumâtre proprement dit : 9 (9,5) à 5 ‰;
- pré-limnique : 5 à 3 (2,5) ‰.

Il apparaît que dans nos régions méditerranéennes les limites qui caractérisent les eaux saumâtres proprement dites sont plus élevées que celles indiquées par la plupart des auteurs.

D'autre part, dans un étang fermé d'une manière permanente ou du moins dont les communications avec la mer sont toujours temporaires et précaires, on peut trouver des zones d'eaux polyhalines ou *mésahalines* ou *oligohalines*. Les vents dominants amènent, surtout dans des étangs peu profonds, l'intrusion, par une manière de transgression, des eaux plus salées d'une zone, dans une zone à eau plus diluée. Et la mer franchit

aussi le cordon littoral, les vagues s'écoulant directement dans l'étang. Il semble bien précisément, que la salinité de la plupart de nos étangs sans communication avec la mer, soit beaucoup plus instable que la salinité d'une région du Zuyderzée ou de la Baltique. Dans une station voisine de l'étang du Canet (station 101), que nous considérons comme l'une des plus typiquement saumâtre de cet étang, 9 prélèvements effectués de février à novembre 1952, 2 prélèvements effectués en mars 1953 et un en janvier 1954, nous ont fourni une moyenne de 8,1 g de sel ‰ ce qui correspond à la salinité normale de cette Station. Cependant, en avril 1953, à la suite d'un fort coup de vent de Sud-Est, les vagues ont pu atteindre cette Station et d'avril à août la salinité est passée de 17,2 (avril) à 11,5 (juillet), portant la moyenne générale de la station à 9,2 g ‰.

Il est certainement d'autres stations de l'étang du Canet, correspondant plutôt à des stations pré-saumâtres, qui offriraient des montées brusques de salinité d'une ampleur plus grande encore.

Ces variations locales de la salinité sont de nature à accentuer le triage faunistique qui conduit à la pauvreté en espèces des milieux saumâtres les plus caractérisés.

Aux divisions que nous avons indiqué tout à l'heure, il faut ajouter avec BRUNELLI, la distinction des *eaux hyperhalines*, c'est-à-dire des eaux dont la salinité est supérieure à celle de l'eau de mer.

Les eaux hyperhalines sont fréquentes dans les étangs méditerranéens français, dont certains sont, en été, parfois beaucoup plus salés que l'eau de mer. Il s'agit de l'ensemble d'un étang (par exemple le Vaccarès, le Fournelet, avant l'extension des rizières; en août 1953, l'étang de Vic; la région occidentale de l'étang du Canet); il s'agit aussi de mares, de diverticules isolés des étangs.

La distinction des eaux hyperhalines est également importante par le fait que dans cette catégorie peuvent entrer, au moins par période, les eaux des flaques supra-littorales qui offrent, du point de vue faunistique, un très grand intérêt. On y a trouvé, dans une eau sursalée, nombre d'espèces que l'on considérerait auparavant, comme spécifiquement saumâtres.

D'une manière générale l'écologie des étendues hyperhalines ou à évolution hyperhaline (marais salants exclus) est à peine esquissée et offrira sans nul doute un réel intérêt.

D'autre part, on a jusqu'ici seulement et essentiellement considéré la salinité totale ou la chlorinité; c'est la constitution d'ensemble des eaux saumâtres qu'il serait nécessaire d'envisager et le rapport des divers éléments. D'après les quelques données qui ont pu être recueillies jusqu'ici (D. SCHACHTER 1949), il semble bien que la diversité, et dans une certaine mesure l'instabilité, qu'on peut constater dans certains étangs, concernant la teneur en Na Cl, peut se manifester également

dans les étangs de même type, pour certains constituants : calcium, phosphates, nitrates. D'une manière générale, les variations du couple phosphates-nitrates, paraissent particulièrement intéressantes à considérer.

De l'examen des analyses qui ont été faites à ce jour dans 4 étangs par nos collaborateurs, il semble résulter déjà que chaque étendue lagunaire doit avoir son individualité chimique. On conçoit dès lors la contribution essentielle que de telles recherches, qui sont des recherches de longue haleine, apporteront à l'écologie et à la physiologie des eaux saumâtres (voir plus loin : « Conclusions »).

Il y a enfin un fait remarquable que la classification de REMANE, comme la nôtre, met en évidence : c'est que les eaux saumâtres proprement dites, que l'on considère, par simplification extrême, comme un milieu intermédiaire entre la mer et les eaux douces, sont beaucoup plus voisines du milieu limnique. Il y a en effet beaucoup moins d'écart à combler pour qu'une eau saumâtre devienne une eau douce que pour qu'elle devienne une eau marine. Et la faune typiquement saumâtre elle-même qui, par sa composition, est d'origine marine (on dit que ses espèces sont thalassogènes) se trouve côtoyer, pour ainsi dire, la faune dulcaquicole et nous avons vu bien souvent les éléments typiquement limniques empiéter dans le milieu saumâtre proprement dit.

La température. — Comme la salinité, la température offre de grandes variations dans les étangs, surtout en surface; en plein été elle peut être très élevée (jusqu'à 36°). BRUNELLI a attiré avec raison l'attention sur le fait que les oscillations thermiques brusques peuvent constituer un facteur limitant pour les espèces d'origine marine et de préférence pour certaines espèces qui trouvent dans la Méditerranée une certaine constance thermique ou y supportent de moins brusques perturbations de température. Toutefois, abstraction faite des variations brusques, il est certain que beaucoup d'espèces peuvent supporter dans les eaux saumâtres méditerranéennes une température beaucoup plus élevée que dans les eaux marines dont elles sont originaires.

D'une manière générale, la température moyenne des eaux lagunaires est, en été, beaucoup plus élevée que celle de la mer voisine et, en hiver, sensiblement plus basse.

AUTRES FACTEURS ÉCOLOGIQUES

Le pH. — La vogue qu'a connue l'étude du pH a donné lieu à de nombreuses publications sur le pH de l'eau de mer, de l'eau douce également; cette vogue a à peine effleuré les eaux saumâtres.

On conçoit que dans un milieu aussi instable, les variations du pH doivent être importantes; ces fluctuations gagneraient à être étudiées parallèlement à la composition qualitative de ces eaux : une teneur

élevée en sel de calcium va de pair avec des valeurs alcalines plus ou moins accusées du pH; à une faible teneur en acide minéraux correspond une eau à réaction acide (D. SCHACHTER, 1950).

La végétation, et surtout l'état de luxuriance ou de décomposition qu'elle offre à diverses périodes de l'année, a un rôle important dans la valeur du pH.

En Camargue D. SCHACHTER (*loc. cit*) a noté que le pH des eaux oligohalines variait de 7 à 7,7 et celui des eaux méso- et polyhalines, de 8 à 8,4. Dans une eau hyperhaline, on a pu noter un pH égal à 9.

Dans certains étangs du Languedoc et du Roussillon examinés par nous, nous avons pu constater des fluctuations plus accusées. Par exemple, dans l'étang du Canet le pH, selon les stations et aussi selon l'époque de l'année, marque de 7,8 à 8,2-8,6.

L'action du pH peut se manifester dans certaines collections d'eau d'étendue limitée et agir surtout sur la microfaune (Cladocères notamment) et la microflore.

A. ALEEM (1952) attribue à un changement dans la teneur du pH la cause des successions qu'on peut observer dans des cultures de Périidiniens. Par exemple, avec un pH tombant à 6,6, nous assistons à la disparition d'*Amphidinium rhynchocephalum* (de l'étang du Canet) et à la reproduction massive d'un autre Périidiniien : *Oxyratis maxima*.

Toutefois, dans la vie générale d'un étang, l'influence du pH est beaucoup moins importante que celle de la salinité et de la température et elle est, de plus, souvent indirecte. Les variations du pH sont en tout cas liées à toute une gamme de facteurs, dont le facteur bactériologique est l'un des plus importants.

Le substratum. — Il s'agit de la pellicule supérieure de la vase et plus encore du sable et de sa constitution granulométrique. Toute étude de la microfaune des sédiments dans les eaux saumâtres doit être accompagnée d'une étude granulométrique. Il faut tenir aussi le plus grand compte de la microflore (Diatomées, Cyanophycées) qui mettent sur les grains de sable comme un léger enduit coloré. La constitution du substratum intervient aussi dans la présence des Protistes dont se nourrit la microfaune, et ce facteur accentue encore l'importance écologique du substratum. Et c'est, précisément, par l'inventaire de la microfaune que les affinités faunistiques des étangs méditerranéens français avec des eaux saumâtres très septentrionales (Baltique notamment), apparaissent avec le plus de netteté.

En définitive, la salinité, la nature et la constitution des fonds sont les facteurs écologiques les plus importants qui régissent la composition faunistique du benthos saumâtre et la répartition générale de ses espèces.

Matières organiques. — Oxygène dissous. — Le dosage des matières organiques est important au point de vue écologique, bien que la relation entre les organismes et le taux des matières organiques soit assez difficile à préciser.

La teneur en oxygène dissous dépend évidemment de l'abondance des substances organiques en décomposition. Cette teneur offre d'ailleurs de grandes variations journalières. Mais au printemps, au moment du renouveau de la végétation phanérogame, l'oxygène dissous augmente dans de grandes proportions.

HÉCATOMBES

« *La Malaïgue* » et les recherches bactériologiques. — Nous avons indiqué dans les premières pages de ce travail, les conséquences de l'obstruction ou de la fermeture des graus sur l'évolution des étangs et l'état sanitaire des agglomérations voisines. Et nous avons cité quelques lignes empruntées à REGY qui nous offrent, endémie palustre mise à part, un tableau encore actuel.

En juillet-août, le niveau des étangs baisse considérablement. Sur les sables ou les vases délaissés, *Ruppia* et *Zostères* desséchés maintiennent par place, sous leurs amas, des zones encore humides. A la surface, de vastes étendues donnent de loin l'apparence de prairies d'un vert clair ou d'un vert jaunâtre : Ulves crespelées, Enteromorphes, raidies par un dépôt de calcium, s'entassent en tapis gorgés d'une eau putride. Dans les parties plus profondes de l'étang, sous cette couche tiède, s'amassent des *Chaetomorpha*. Parfois, sous les pieds enfonçant dans une vase noire que recouvre une pellicule plus claire de substratum, glissent des Anguilles ; en surface grouillent des Gammarets et des Sphaeromes. Sur les rives règne une odeur accusée d'hydrogène sulfuré. Des cadavres d'Anguilles, de Muges, se décomposent sur les bords. Il arrive, en effet, que les poissons des étangs meurent par milliers, le corps cyanosé, les branchies noirâtres. Ceux qui vivent encore cherchent à échapper, en nombre, à ce vaste milieu délétaire, à gagner l'eau plus pure de canaux ou d'étangs plus profonds, à salinité plus élevée et plus stable. On peut les prendre alors en très grande quantité. A ce phénomène on donne, dans le Languedoc, le nom de *Malaïgue* (mauvaise eau).

En 1952, les Muges et les Anguilles de l'Olivier (Bouches-du-Rhône), milieu prélimnique, se pressaient en foule dans l'étroit canal qui relie ce petit étang à l'étang de Berre. Les bordigues en roseaux établies sur le canal ployaient, et les nasses craquaient, sous la poussée de ces Poissons. Les Muges étaient pour la plupart couverts d'un duvet mycélien dû sans doute à une Saprolognée. En août 1949, la malaïgue se fit particulièrement sentir dans l'étang du Canet, les pêcheurs mettant à tort la mortalité de leurs poissons sur le compte de substances toxiques déversées dans l'Agouille par une distillerie.

En août 1953, le même phénomène sévissait à Palavas, dans l'étang du Prévost.

Un bactériologiste, le Dr SENEZ (Marseille) a bien voulu se livrer à une étude destinée à déterminer la cause des mortalités qui, fréquemment, à la même époque, sévissent sur les poissons de l'étang du Canet.

Cette mortalité est liée à la présence de bactéries anaérobies sulfato-réductrices qui libèrent de l'hydrogène sulfuré. Des cultures de ces bactéries ont permis d'identifier le *Sporovibrio desulfuricans* variété *æstuari* (van Delden-Baars) Prévot 1940, dont l'histoire systématique est complexe.

En outre, à cette flore réductrice se trouvent associées des bactéries aérobies sulfo-oxydantes, qui réoxydent l'H²S à l'état de soufre métalloïdique. Il s'agit cette fois de *Thiobacillus thioparus* (Beijerinck) [J. SENEZ, 1951].

D'autres micro-organismes entrent en jeu, dans nos étangs, d'une manière extrêmement active. Par exemple les germes cellulolytiques. Dans la vase du « liman » de Kujolmizki, on a constaté la présence simultanée des bactéries sulfato-réductrices et de germes détruisant la cellulose. Et il semble que par une action complémentaire « les produits de dégradation de la cellulose fournissent aux *Sporovibrio* les sources énergétiques qui leur sont nécessaires pour effectuer la réduction des sulfates » (J. SENEZ, *loc. cit.*).

De même le bactériologiste s'occupant des eaux saumâtres aura un beau champ de recherches écologiques avec les ferro-bactéries.

Nous avons insisté sur les premières données que les travaux du Dr SENEZ nous ont apporté sur la bactériologie d'un étang saumâtre méditerranéen, parce que les activités successives des flores sulfato-réductrices, cellulolytiques et sulfo-oxydantes jouent sans conteste un rôle essentiel dans la vie de nos étendues lagunaires et parce que c'est à l'action des *Sporovibrio* qu'est liée l'apparition saisonnière de la « malaïgue », c'est-à-dire la mortalité estivale massive qui sévit dans la population ichthyologique des étangs saumâtres.

Nous pensons, en outre, que les phénomènes d'ordre bactériologique que nous venons d'indiquer ont une très grande généralité et peuvent s'observer dans certaines étendues saumâtres de pays tropicaux (Madagascar, par exemple) où se constatent également, avec dégagement abondant d'H²S, des mortalités, souvent importantes, de poissons (1).

D'autre part LAMY a signalé dans le Vaccarès la présence d'Entéromorphes imprégnées de calcium. Nous avons retrouvé le phénomène avec une grande netteté dans l'étang du Canet ou de Saint-Nazaire.

(1) On connaît les mortalités massives d'animaux marins, Poissons, Céphalopodes, Lamellibranches, qui se manifestent périodiquement dans la région de la baie de Walvis (Afrique du Sud). Ces mortalités ont pu atteindre jusqu'à des milliers de tonnes de Poissons. On est revenu récemment sur le phénomène (W.-J. COPENHAGEN, *Investig. Rep.*, n° 14 ; *Div. of Fish.*, Pretoria, 1953) ; il peut être attribué à trois causes distinctes ou au contraire conjuguées : manque d'oxygène dissous dans les eaux profondes, dégagement d'H²S, présence d'un plancton toxique à Dinoflagellés (*Gymnodium*, *Gonyaulax*).

Il est très vraisemblable que nous nous trouvons en présence d'une précipitation calcique déterminée par les Bactéries. Et cette action paraît être liée à la production d'ammoniaque. Il se trouve qu'une analyse totale des eaux de l'étang du Canet, effectuée par D. SCHACHTER, a mis en évidence une proportion importante d'ammoniaque (31 mg/m³). La précipitation de CO³Ca se produit surtout dans les eaux stagnantes peu profondes et riches en matières organiques (J. SENEZ, 1951). Ceci confirme à nouveau l'intérêt que présentent les recherches bactériologiques dans les étangs littoraux méditerranéens.

Les Martégades. — Nous ne pouvons passer sous silence un autre type d' « hécatombes », qui se présente d'une manière peut-être moins fréquente et dont la cause est toute différente.

Les naturalistes ont parfois noté les conséquences sur la faune aquatique de températures exceptionnellement basses. Par exemple, M. CAULLERY (1929), a bien indiqué comment les grèves de la Manche se sont trouvées momentanément dépeuplées d'espèces communes, les grandes marées de février 1929 ayant coïncidé avec des températures de — 14 à — 16° C. De même, pour la Mer Noire, BORCÉA (1931) avait noté qu'au cours de l'hiver 1928-1929, le froid avait fait périr de nombreuses espèces littorales. D'autre part, l'eau de la côte s'étant réchauffée plus tardivement, les formes de printemps se sont approchées également plus tardivement du rivage. Mais il faut surtout citer l'excellent travail de E.-L.-B. SMIDT (1944) dans lequel sont examinés, sur plusieurs espèces d'invertébrés, notamment *Cardium edule*, les effets des grands froids persistants dans les mers danoises (région de Skalling)(1). D'intéressantes observations pourraient être faites, du même point de vue, dans les étangs saumâtres de notre Midi méditerranéen.

Il se trouve que celles que nous possédons concernent les Poissons dont il n'est pas question dans les travaux précédemment cités. Il arrive, en effet, qu'en hiver les étangs peu profonds peuvent geler complètement et une énorme quantité de poissons, engourdis par le froid, se laissent facilement capturer. Ils meurent parfois saisis dans la glace. A ce phénomène les Provençaux donnent le nom de *martégades*.

Celles du Vaccarès sont célèbres; les habitants des villages ou villes voisines de la Camargue (Saintes-Maries-de-la-Mer, Saint-Gilles, Arles) se rendent en foule sur les bords de l'étang. GOURRET écrit encore qu'en 1892 on chargeait des charrettes entières de poissons; il y avait des « milliers de quintaux de Muges, de Labres, d'Atherines... ». Selon H. LOMONT et d'après les pêcheurs, il y aurait des « martégades » sans que l'eau soit prise par la glace. Le 31 décembre 1953, par une température de — 0,1 sous abri, on a pu prendre plusieurs kilos de Muges à Beauduc dans un trou d'eau isolé d'un canal. Toujours pour le Vaccarès, et d'après H. LOMONT (*in litt.*), des martégades ayant donné lieu à des ramassages de poissons se répartissent comme suit, avec indications des minima de température : janvier 1935 (23 jours au-dessous de zéro); décembre 1939 (8 jours de gel); janvier 1940 (20 jours de gel); décembre 1940 (21 jours de gel); janvier 1941 (17 jours de gel); décembre 1941 (12 jours de gel); janvier 1942, janvier 1945 (25 jours de gel); décembre 1946 (12 jours de gel); janvier 1947 (13 jours de gel); décembre 1950 (15 jours de gel).

(1) SMIDT (E.-L.-B.). — The effects of ice winters on marine littoral faunas. *Fol. Geog. Danica*, II, 3, 1944, p. 1-36.

Il semble évident que le phénomène ne se produit que dans des zones peu profondes, jusqu'à 60 cm environ. Toute la faune ichthyologique peut être victime du gel. En 1950, plusieurs tonnes de Muges ont été ramassées au Vaccarès. H. LOMONT a observé que les Muges perdaient le sens de l'équilibre. Ils se débattaient dans l'eau, lentement, sans force, tournant en tout sens, tantôt nageant sur le côté, tantôt le ventre en l'air. De temps à autre un coup de queue leur faisait gagner quelques mètres, puis ils reprenaient sur place une agitation désordonnée. En cassant la glace on les prenait à la main. Comme on l'a remarqué pour divers invertébrés marins, les poissons sur le point de mourir peuvent reprendre une vie normale si le froid cesse ou si on les plonge dans de l'eau moins froide.

De même qu'en Camargue, une mortalité intense de Poissons, causée par le froid, s'est manifestée en décembre 1953, mais surtout en février 1954, dans les étangs de Salses et du Canet. Dans ce premier étang sur lequel nous avons circulé en barque le 18 janvier, des milliers de Poissons (Muges et Loups, notamment), gisaient sur le fond. Nous avons pu nous rendre compte d'un phénomène qui tient au comportement du Poisson sous l'influence du froid et qui s'ajoute à son action pour entraîner leur mort, surtout lorsque le vent souffle en tempête. C'est le fait que les Poissons s'immobilisent au contact du fond dont le sédiment est soulevé par le clapotis des eaux peu profondes, ou se tiennent même plus ou moins enfoncés dans la vase. Dès lors la vase en suspension colmate leurs branchies. Tous les Poissons morts, ramassés encore frais par les pêcheurs qui procédaient à leur conservation par le fumage, avaient leurs branchies enduites d'un fin limon qui s'y était déposé non point depuis la mort, mais bien pendant qu'ils vivaient encore.

De tels phénomènes loin d'être réguliers et périodiques entrent dans la catégorie de ce que nous pourrions appeler « les incidents » qui viennent pour un temps, bouleverser le milieu. Ces incidents d'origine diverse sont fréquents dans les étangs méditerranéens et ont une portée écologique.

Nous avons indiqué ci-dessus la mortalité subie par la faune du Vaccarès lors de l'assèchement d'une partie de sa cuvette, durant les mois d'été et antérieurement à l'établissement des rizières. D'autres causes peuvent l'accentuer : par exemple, toujours pour le Vaccarès, un puissant et durable mistral qui refoule vers le Sud une eau déjà réduite par l'évaporation. Nous avons observé en septembre 1946, des *Cardium*s émergeant de la vase par milliers, sur les plages nord du Vaccarès (région de la Méjeanne), découvertes par le mistral.

Si nous considérons de tels faits comme des incidents, c'est que leur cause, qui n'est pas fortuite, n'a d'autre part rien de rythmique; son ampleur et sa durée sont variables. Il n'en est pas moins vrai qu'un tel élément météorologique, déterminant l'incident, fait partie des conditions écologiques auxquelles les animaux sont soumis dans cette région qu'est la Camargue. Dans l'exemple précédent la mortalité la plus spectaculaire porte sur une espèce (*C. edule*) bien adaptée aux variations de salinité; la nature du substratum lui convient; la nourriture est abondante.

Sans doute suffirait-il à cette espèce de s'enfoncer de quelques centimètres pour pouvoir subsister d'une manière précaire en attendant le retour normal de l'eau. Non point en captant l'eau interstitielle avec son court siphon, comme le font les très jeunes coquilles qui, s'insinuant

entre les grains de sable, perdent contact avec la surface, mais en fermant leurs valves. Cependant les *Cardiums* du Vaccarès remontent et viennent dessécher leurs tissus en surface, à l'orée de leur menu terrier.

Il se trouve que sur les bords de l'étang de Salses (La Pointe), nous avons recueilli de nombreux *Cardiums* parfaitement vivants, 10 jours après une forte tempête de mistral qui les avait roulés en même temps que des amas de *Ruppia* et de *Zostera nana*. Ils vivaient là, à 4 ou 5 mètres de l'eau, sur un sable très humide et sous ces cordons de feuilles imbibées d'humidité, à une température de 12°.

Nous n'avons malheureusement pas vérifié si, sous de tels amas végétaux, des *Cardiums* pouvaient subsister sur cette plage découverte du Vaccarès, où leurs congénères étaient morts par milliers.

LA CONCEPTION DE BIOCOENOSE ET LES BIOCOENOSSES LAGUNAIRES

La notion de biocoenose est devenue confuse — et le terme est devenu lui-même suspect — en raison des significations qu'on lui prête. Pour s'en rendre compte, il est nécessaire de se reporter au mémoire fondamental de MÖBIUS, où se trouve décrit cet ensemble vivant, et tout à la fois cohérent et changeant, qui peut être qualifié par ce mot.

Ce qui n'est pas le plus grave c'est qu'on ait souvent confondu écologie et cette discipline dont les travaux de MÖBIUS ont jeté les bases et qu'on nomme la biocoenotique.

L'écologiste ne fait pas fi des êtres vivants qui peuplent un milieu, mais place l'accent sur le milieu lui-même. La biocoenotique n'ignore certes pas le milieu, mais se préoccupe essentiellement des rapports qui s'établissent entre la totalité des êtres vivants rassemblés dans ce milieu donné.

Ce qui est grave c'est qu'on ait déformé le sens du terme et la pensée même de MÖBIUS et que sous la poussée des phytosociologues, et des phytosociologues américains notamment, on en soit arrivé à confondre d'une manière plus ou moins avouée, biocœnose et société. De ce faux sens est venu tout le mal !

MÖBIUS a abouti à la notion de biocoenose en étudiant la vie d'un banc d'Huîtres, sur les côtes du Schleswigs-Holstein, par dragages successifs et méthodiques. Ainsi, il a saisi l'ensemble des êtres vivants, espèces et individus, formant une « communauté », qui vivent et se reproduisent dans un espace défini (1). Chaque variation de l'un des facteurs importants influe sur d'autres facteurs dont il amène le changement. Si les conditions du milieu où vit la biocoenose diffèrent de leur état habituel, toute la biocoenose change également. Elle se transformera encore si les individus

(1) En effet, MÖBIUS se sert aussi de l'expression *communauté*, considérée comme synonyme de *biocoenose*. L'un et l'autre terme sont devenus à leur tour synonymes d'*association*.

d'une espèce s'accroissent quantitativement ou diminuent du fait de l'Homme, par exemple, ou si une espèce est éliminée et si une autre espèce s'incorpore à l'ensemble.

Le terme de *biocoenose* (étymologiquement : vie en commun) correspond au mot *Lebensgemeinde* (communauté de vie) et à l'expression *biotic community* des auteurs anglo-saxons.

Telle est la façon dont MÖBIUS a jeté sans équivoque les bases de la biocoenotique. A aucun moment il n'est question d'une « société » fondée par le banc d'Huîtres. S'il y a « communauté » d'êtres vivants, à aucun moment l'auteur ne fait pressentir que ce qu'il décrit se présente comme ayant un caractère social. A aucun moment il n'évoque une inter-attraction (1).

MÖBIUS, par contre, insiste sur le caractère d'inter-dépendance, de dépendance réciproque, qui lie les divers constituants, animaux et végétaux, de la biocoenose.

Il semble qu'on ait peu cherché à analyser les modalités de cette inter-dépendance. Ce n'est évidemment pas simple et ce n'est point ici le lieu de tenter de le faire. Cependant, il est possible d'indiquer qu'il y a, en gros, une inter-dépendance de nature écologique, une inter-dépendance de nature éthologique et une inter-dépendance physiologique. Au surplus, nous pensons qu'il ne faut pas exagérer la portée, du moins les conséquences de ce phénomène. WAUTIER l'a bien indiqué quand il caractérise la biocoenose de la manière suivante : structure spécifique hétérogène, absence d'interattraction, interdépendance générale, *nuancée*, résultant d'un certain équilibre entre les faits de coopération et de compétition qui s'exercent au sein du groupement (J. WAUTIER, 1949).

Quoi qu'il en soit, nous considérons une biocoenose à l'échelle du biotope dont nous avons donné une définition très large et elle constitue plus précisément les ensembles vitaux que nous y avons inclus. On conçoit qu'une étude basée sur ces principes est infiniment complexe. C'est précisément en raison de cette complexité qu'on a été amené à découper une biocoenose en biocoenoses secondaires ou unités, et encore sous-unités biocoenotiques.

On dira qu'il est difficile de faire autrement. Mais l'extrême fragmentation d'une biocoenose dépasse, selon nous, tout besoin de commodité ou toute nécessité elle-même. Ici se reproduit la même exagération que celle qui amène la pulvérisation de la notion du biotope. Ainsi

(1) Le petit ouvrage de K. MÖBIUS (Berlin, 1877, 126 p., 9 fig., 1 carte) s'intitule : « Die Auster und die Austernwirthschaft ». C'est le chapitre 10 qui a pour titre : « Eine Austernbank ist eine Biocönose oder Lebensgemeinde » (p. 72-87). Le mot *Lebensgemeinde* peut être traduit par vie en commun ou encore, mot à mot, par « communauté de vie ».

Or, F.-T. CLEMENTS et V.-E. SHELFORD (Bio-Ecology, édit. 1946) traduisent à leur tour le titre du chapitre de la manière suivante : « An Oyster Bank is a Biocenose or a social community ». Nous pensons qu'attacher un sens social au mot *Lebensgemeinde* est abusif du point de vue linguistique, mais trahit aussi la pensée de MÖBIUS.

TISCHLER aboutit à la plus petite unité biocoenotique, la *mérocoenose*, qui correspond au mérotape. Il s'agit, pour un végétal par exemple, du peuplement des racines, des fleurs, des fruits. Si une mérocoenose se place sous une surface quelconque, elle devient *hypocoenose*, une *épicoenose* si elle s'installe sur cette surface, si elle occupe une cavité une *endocoenose* (M. BRUIJNS, 1947).

S'il en est ainsi on se rend compte de ce qui advient de la biocoenose d'un banc d'Huîtres telle que la concevait MÖBIUS. Il y aura l'épicoenose et l'endocoenose des coquilles, la coenose des interstices existant entre les coquilles, la coenose des algues poussant alentour et celle de la couche de vase, etc...

En définitive, un tel éclatement pulvérise l'objet lui-même. C'est bien le cas de dire que le buisson risque d'empêcher de voir la forêt, car cette fragmentation peut conduire à un oubli de l'ensemble et faire perdre de vue, à son tour, la dynamique de la biocoenose.

En tout cas, ces ultra-divisions ne sont pas en faveur de la réalité de cet autre concept qui fait de la biocoenose une unité vitale d'un niveau supérieur, qui porte en elle une « organicité » (CLEMETS) ou une quasi « organicité » (TANSLEY) ou qui correspond encore à un super-organisme (EMERSON).

Certes, le fonctionnement de chacune des mérocoenoses propres à un fragment du biotope général s'inscrit dans le dynamisme de l'ensemble. Il n'en est pas moins vrai que chacun de ces multiples rouages fonctionne pour son propre compte et qu'à aucun moment on ne peut entrevoir l'esquisse d'un super-fonctionnement. Cependant, s'il est des ensembles vitaux qui peuvent évoquer une inter-dépendance émanant de leur existence et agissant sur leur destinée même, ensembles qui, dès lors, peuvent faire figure d'organisme ou de super-organisme, ce sont bien, précisément, les étendues saumâtres qui nous en fournissent l'exemple, surtout lorsqu'on examine les perturbations biotiques ou les dystrophies qui s'y manifestent.

Nous avons indiqué ci-dessus l'importance du rythme et des enchaînements des actions bactériologiques dans la vie d'un étang (exemple : l'étang du Canet, dans le Roussillon); nous avons fait allusion aussi aux dérèglements des relations phyto-zooplancton, amenant une dystrophie générale, plus particulièrement un état de déficience et une mortalité intense au sein de la population ichthyologique (étang de l'Olivier).

Mais un tel enchaînement, qui, ayant pour point de départ la Bactérie, aboutit au Vertébré, se trouve déclenché, dominé, stoppé, par les conditions accidentelles, réitérées et fluctuantes du milieu abiotique, sur lequel agissent à leur tour, les phénomènes biotiques que ces conditions ont engendré ou modifié.

La biocoenose est un ensemble dynamique qui a ses phases favorables et défavorables déterminées par les conditions du milieu et leurs variations... Mais rien dans tout cela ne peut évoquer les rouages synchronisés d'un

super-organisme. Dans la vie d'une biocoenose il ne saurait y avoir ni émergence, ni dépassement. S'il y a évolution, elle ne saurait être à l'échelle de l'ensemble. Admettre que la biocoenose est l'image d'un fonctionnement collectif est une concession très grave à ceux qui considèrent que biocoenose et société sont synonymes.

Les biocoenoses lagunaires ont donné lieu à des travaux infiniment moins importants que les communautés marines et tout particulièrement les communautés benthiques (PETERSEN et ses collaborateurs, MOLANDER, A. VATOVA pour l'Adriatique, etc...). BRUNELLI, qui a tant fait pour caractériser les eaux saumâtres italiennes, a tenté, à plusieurs reprises (1930, 1933), de préciser la notion des biocoenoses qui leurs seraient propres et N. APOLLONI, pour qualifier les biocoenoses lagunaires, a créé le mot d'*halmirobiocoenose* (1931).

VATOVA, pour certaines étendues saumâtres italiennes (par exemple l'étang du Palu, près de Rovigno) a également défini les biocoenoses selon les conventions habituelles; le même auteur et JORDANI SOÏKA se sont penchés sur les « zoocénoses » et les « holocoenoses » de la lagune de Venise. Et U. D'ANCONA a insisté sur tous les problèmes hydrobiologiques de la même lagune et, d'une manière générale, des « valli » italiennes.

Ce sont là, pour la Méditerranée, des travaux indispensables à connaître par l'écologiste qui s'intéresse au milieu saumâtre.

Nous ne pouvons entreprendre ici leur analyse critique. Qu'il nous suffise de formuler les remarques suivantes :

1^o Il est bien entendu que le terme *biocoenose* n'est acceptable que s'il est dégagé de toute signification *sociale*, même nuancée. Aucune concession ne peut et ne doit être faite à ce sujet. Or nous sommes encore très loin de voir l'unanimité s'établir sur ce point. Dans de telles conditions, pour éviter toute équivoque, nous avons tendance à préférer au terme de biocoenose, le terme de *groupement* (voir Pierre P. GRASSÉ, 1929, 1952).

2^o La notion statique des biocoenoses, comme leur analyse, réclame une certaine stabilité du milieu, une permanence, au moins relative. Cette conception devient bien fragile quand il s'agit d'un milieu changeant, instable, qui favorise les modifications rapides, brutales et les fluctuations de ses peuplements. Tel est précisément le cas des eaux saumâtres proprement dites, dans presque toute l'étendue du domaine que nous avons jusqu'ici considéré. Des biocoenoses s'y font et s'y défont avec une grande rapidité; en l'espace de quelques mois, en des stations données et régulièrement contrôlées, la faune peut varier d'une telle manière que le spécialiste de tel ou tel groupe arrive à douter de l'exactitude des localités indiquées, d'une période à l'autre.

3^o Très franchement, il faut dire que la caractérisation des biocoenoses par des abréviations indiquant les espèces dominantes, en se servant

d'un nom de genre auquel on accole le nom d'une espèce d'un autre genre, nous paraît dépourvue d'intérêt. Ici nous préférons la phrase à la formule.

La caractérisation des biocoenoses d'un étang comme celui du Canet, par exemple, différerait selon la station et, conformément à ce que nous avons indiqué tout à l'heure, offrirait un schéma totalement différent en 1954 de ce qu'il était en 1950.

4^o Ce qui est surtout intéressant à considérer et qui commence à peine à pouvoir être réalisé, c'est la confrontation de la structure des biocoenoses ou des groupements d'un milieu saumâtre avec celle de milieux saumâtres situés à des latitudes différentes, en se basant naturellement sur les caractéristiques du milieu et les conditions qu'il offre aux êtres vivants. Une telle étude permettra de se rendre compte des réalités qui créent les conditions d'établissement d'une biocoenose et qui ont une influence décisive sur les caractères du groupement. Elle permettra aussi d'entrevoir l'histoire même du peuplement des eaux saumâtres et apportera des données pleines d'intérêt sur les différents aspects des problèmes écologiques et physiologiques que nous présente le milieu saumâtre en général.

CONCLUSIONS

Ces problèmes, dont nous avons d'ailleurs fourni une esquisse (G. PETIT et D. SCHACHTER, 1952) nous ne pouvons les reprendre ici. L'un des éléments les plus caractéristiques qui s'impose à l'attention du naturaliste, constitue, selon certains auteurs, « le paradoxe des eaux saumâtres ». Il s'agit de la pauvreté en espèces que compense une très grande richesse en individus. C'est là, en vérité, le fait non seulement des eaux saumâtres, mais, en général, de tous les milieux extrêmes ou soumis à des régimes destructeurs, des milieux où quelques espèces seulement (animales ou végétales) peuvent subsister et se multiplier sans le freinage d'une concurrence interspécifique, ici fatalement très atténuée.

Les espèces saumâtres sont essentiellement des formes littorales marines, appartenant à des groupes euryhalins et eurythermes; c'est en partie cela qui confère, du point de vue faunistique, au milieu qui nous occupe, une homogénéité et comme une monotonie, évoquant, dans le temps, l'influence de faits géographiques et de facteurs écologiques communs. Ecologistes et biogéographes doivent méditer ce fait qu'il y a souvent plus de rapport entre les faunes de milieux saumâtres géographiquement très éloignés qu'entre les faunes saumâtres d'une région donnée et celles de la mer voisine.

Les auteurs qui ont abordé le problème des eaux saumâtres ont encore attiré l'attention sur le nanisme dont semblent être frappées certaines espèces vivant dans ce milieu. Les données les plus nombreuses

ont été fournies pour des animaux munis d'un test; mais on cite, classiquement, pour la Baltique, le cas d'un Crustacés (*Mysis mixta*), celui du Hareng et du *Cottus*, qui offrent dans cette mer une très nette diminution de taille.

Nous avons fait allusion ici même au *Paracentrotus lividus* envahissant sous une forme naine l'étang de Berre, au fur et à mesure de l'élévation de la salinité.

Par contre, dans des eaux saumâtres du littoral méditerranéen nous avons pu constater la présence de Gammarus (*Gammarus locusta*) dont la longueur dépassait d'une manière frappante, la plus grande longueur connue, de même que les Crevettes (*Crangon crangon*) du Vaccarès.

Tous les pêcheurs, d'autre part, et des biologistes, savent que dans les étangs les poissons grandissent avec une rapidité extrême. Il y a là un autre aspect du « paradoxe des eaux saumâtres », nous dirions, plus précisément, des apparentes « contradictions biologiques » qu'on y peut discerner.

Voici donc un milieu rendu instable par la variabilité des facteurs physico-chimiques, un milieu où sévissent des hécatombes parfois périodiques et dont les à-coups semblent hâter la fin d'une faune déjà réduite à quelques espèces. Cependant, même dans les phases les plus critiques de son évolution, ce milieu est incontestablement le siège d'intenses et complexes activités biologiques.

Si la croissance, et aussi le comportement, sont bien sous la dépendance de l'état neuro-endocrinien, cet état doit se trouver lui-même influencé et modifié par les fluctuations des divers facteurs du milieu; et l'on sait précisément que ces fluctuations sont une des caractéristiques les plus marquantes des eaux saumâtres.

On voit l'intérêt nouveau qui découle désormais de l'étude des conditions physico-chimiques des étendues lagunaires, en considérant les conséquences physiologiques et biologiques qu'elles peuvent entraîner chez les poissons, par le relais d'un système neuro-endocrinien affecté par elles (M. FONTAINE, 1953).

Plus que jamais, et sans doute plus que partout ailleurs, le milieu dont il a été question ici met en valeur l'étroite inter-dépendance de la physiologie et de l'écologie.

Cette « Introduction » permettra peut-être de se rendre compte combien les eaux saumâtres méditerranéennes offrent de possibilités pour des chercheurs appartenant à des disciplines très diverses de la biologie générale. Nous souhaitons qu'elle apporte une vue d'ensemble suffisante sur les étendues lagunaires de nos côtes. L'écologiste qui prendra de l'intérêt à de telles études trouvera peut-être dans les lignes qui précèdent quelque inspiration et quelque point de départ.