

ÉVOLUTION DE L'ÉTANG DE BERRE EN FONCTION DES GRANDS TRAVAUX D'ÉQUIPEMENT DE L'ÉLECTRICITÉ DE FRANCE SUR LA DURANCE

PAR A. KIENER *
ET R. LONGUEMARE **

Situation (fig. 1)

Situé à une trentaine de kilomètres seulement au nord-ouest de Marseille, l'étang de Berre, le plus grand de tous les étangs du littoral méditerranéen français, s'étend sur 15 000 ha et possède une capacité totale de 900 millions de m³. Il communique avec la mer par un canal de 6 km de longueur creusé dans l'étang de Caronte, entre Martigues et Port-de-Bouc.

Historique

L'étang de Berre serait resté un plan d'eau douce si l'homme, dès l'époque romaine, n'en avait décidé autrement; creusé par le général Marius, le premier canal fut au fil des siècles successivement élargi et approfondi pour l'adapter aux besoins du trafic maritime.

Travaux de l'Électricité de France sur la Durance

Le bassin de la Durance constitue, avec ceux du Rhône et du Rhin, l'un des meilleurs gisements énergétiques français. La puissance totale installée

y sera voisine de 1 million et demi de kW, fournissant une production annuelle moyenne de 6 milliards et demi de kWh.

De par leurs vocations agro-industrielles, le barrage de Serre-Ponçon et la Basse-Durance, en aval de Mirabeau, ont été liés par la loi du 5 janvier 1955 en vue d'assurer une mise en valeur harmonieuse de la vallée de la Durance.

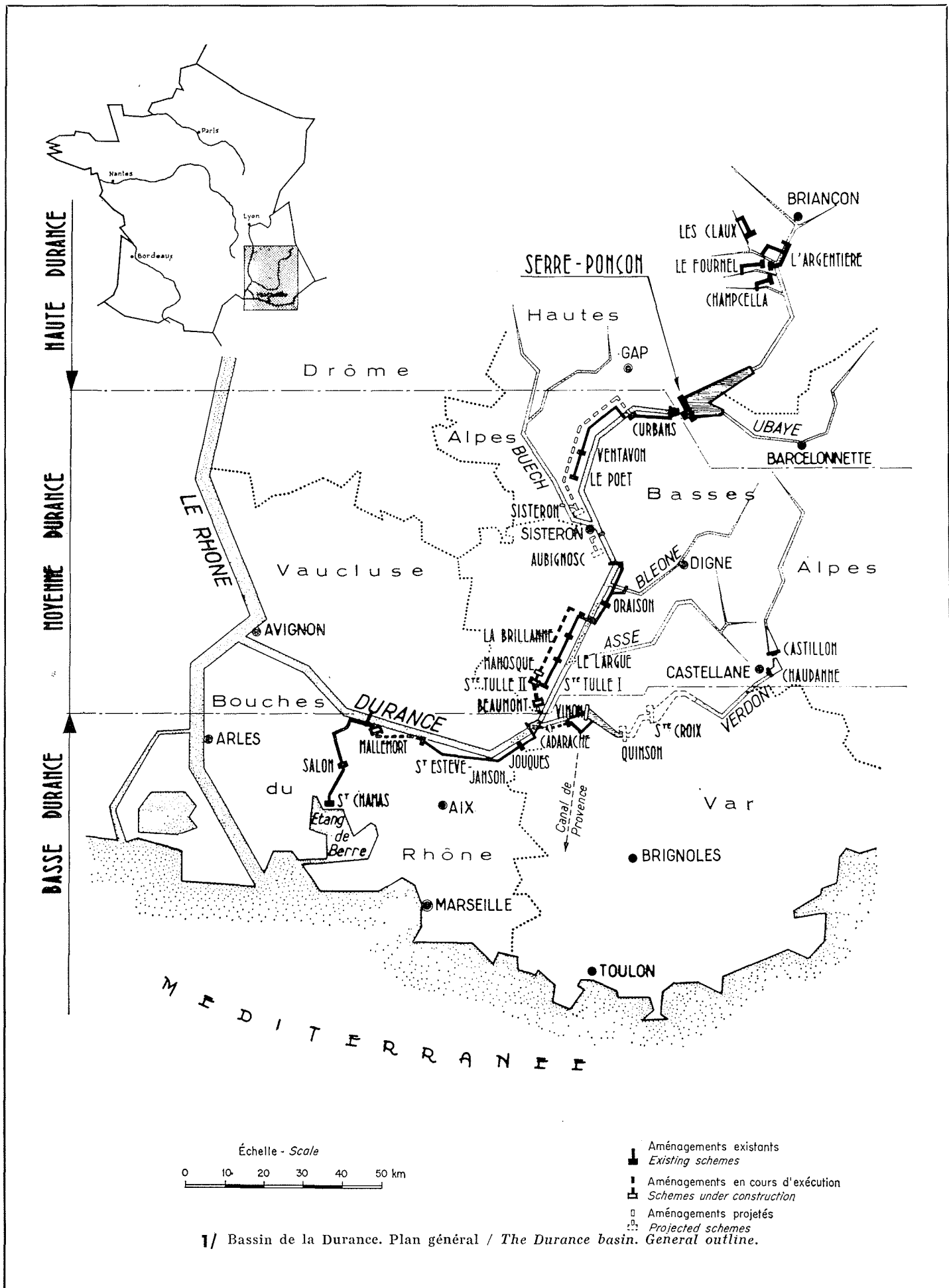
Les conditions climatiques impriment à la Durance un régime extrêmement irrégulier, faisant descendre le débit, en été, à des valeurs très faibles, alors que les crues annuelles peuvent atteindre 2 à 3 000 m³/s. La création en 1960 du réservoir de Serre-Ponçon avec 1 200 millions de m³ de capacité totale constitue l'ouvrage-clé de l'aménagement de la Durance; cet ouvrage présente un triple intérêt de par la régularisation des débits :

- pour la production d'énergie électrique de pointe : 700 millions de kWh en moyenne par an conjugués avec la régularisation des débits sur les usines aval de la moyenne et de la Basse-Durance;
- pour l'agriculture, permettant de garantir en été l'irrigation grâce à une réserve de 200 millions de m³;
- pour le « laminage » des crues atténuées par la présence d'un bassin d'accumulation en tête de la vallée.

Sur la Basse-Durance, en aval de la cluse de Mirabeau, les apports d'eau atteignent 6 milliards de m³ en moyenne par an, dont 5 sont utilisables

* C.N.R.S. Laboratoire de Biologie Générale, Faculté des Sciences Saint-Charles, Marseille.

** E.D.F. Région d'Équipement Hydraulique Alpes-Sud.



1/ Bassin de la Durance. Plan général / The Durance basin. General outline.



Usine de Saint-Chamas / *St.-Chamas plant.*

(Photo J. Duret, Marseille.)

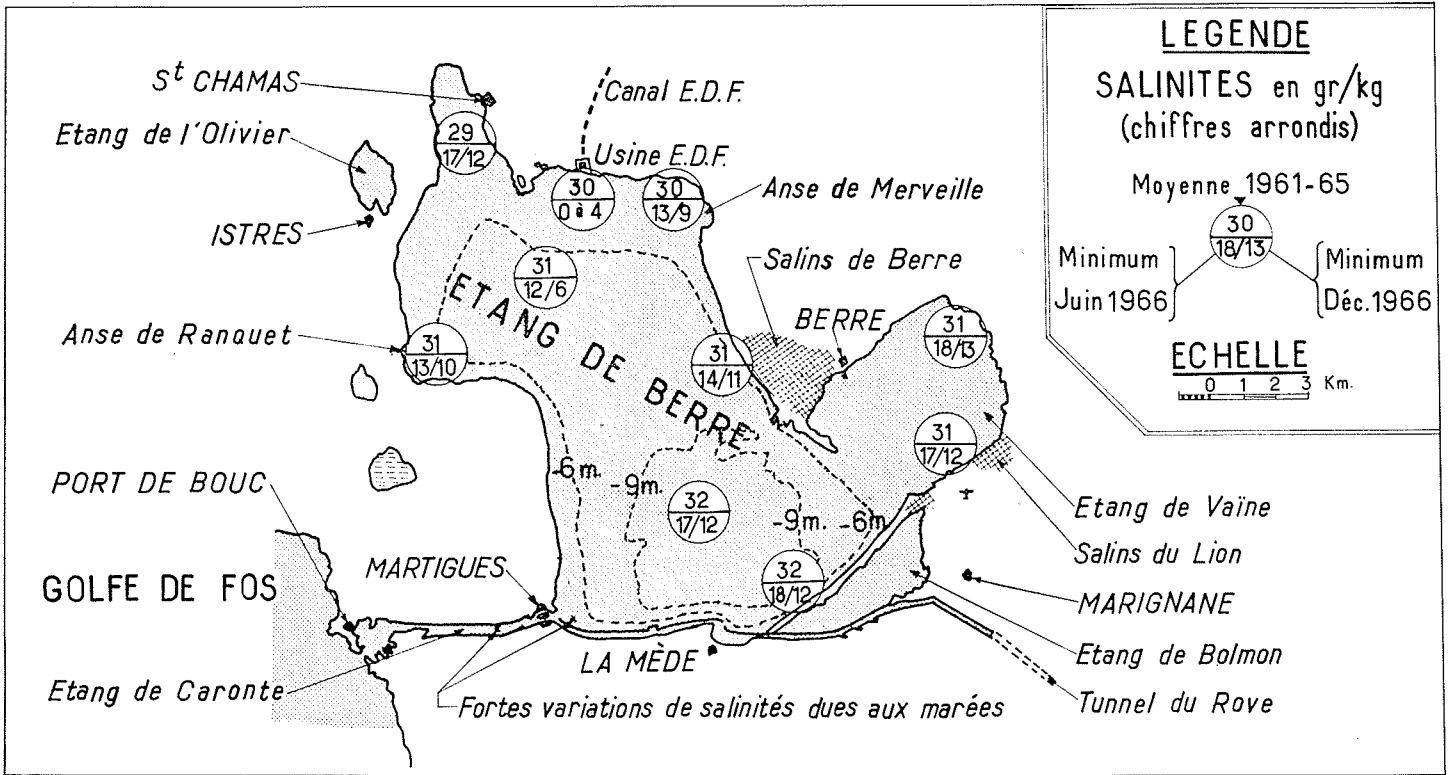
pour les besoins énergétiques et agricoles. L'étang de Berre n'est qu'à 45 km à vol d'oiseau avec une dénivellation de 256 m qui sera exploitée par cinq usines échelonnées le long d'un canal de 85 km, capable de transiter un débit de 250 m³/s. Ce canal se développe sur la rive gauche de la Durance, sur 50 km, de Cadarache à Mallemort, alimentant les usines de Jouques, Saint-Estève-Janson et Mallemort; il s'en écarte ensuite pour rejoindre, par le seuil de Lamanon, l'étang de Berre, alimentant au passage les usines de Salon et Saint-Chamas. Au total, la Basse-Durance apportera avec ses cinq usines une puissance installée de plus d'un demi-million de kW et une productivité de 2,3 milliards de kWh. Les mises en service des usines ont eu lieu, pour Jouques en 1959, pour Saint-Estève-Janson en 1963, pour Salon et Saint-Chamas en 1966; celle de Mallemort devrait intervenir en 1970.

Par ailleurs, le réseau d'irrigation, dont les canaux les plus anciens dataient du début du

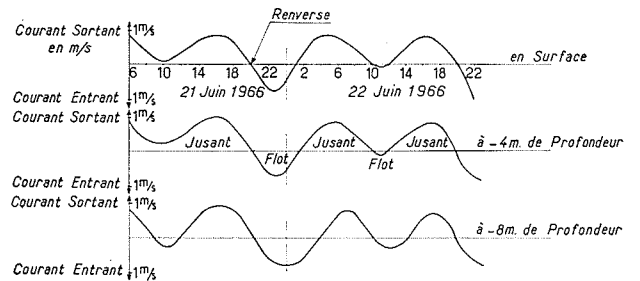
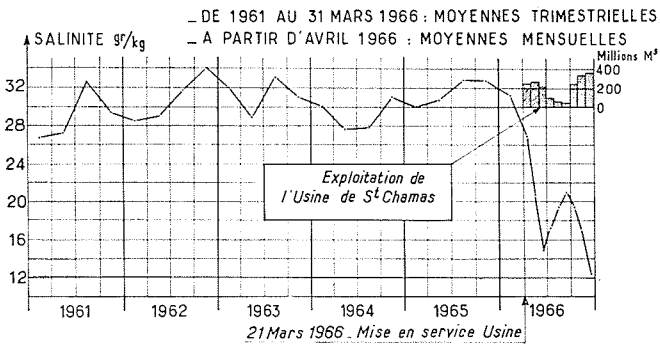
xii^e siècle, comportait quinze canaux agricoles principaux totalisant un débit maximal de 115 m³/s, permettant d'irriguer une surface totale d'environ 75 000 ha. Electricité de France a pris en charge, dans le cadre de la loi de 1955, la réalimentation de ces canaux agricoles, en supprimant de nombreuses prises anciennes, d'entretien coûteux et de rendement très médiocre en période de basses eaux, et en rénovant de nombreux tronçons vétustes.

L'usine de Saint-Chamas

Terminus de ce long canal de dérivation, l'usine de Saint-Chamas restitue les eaux douces de la Durance dans l'étang de Berre où l'eau est saumâtre. En année moyenne, l'usine turbinera un volume d'environ 3 milliards et demi de m³, soit près de quatre fois le volume de l'étang.

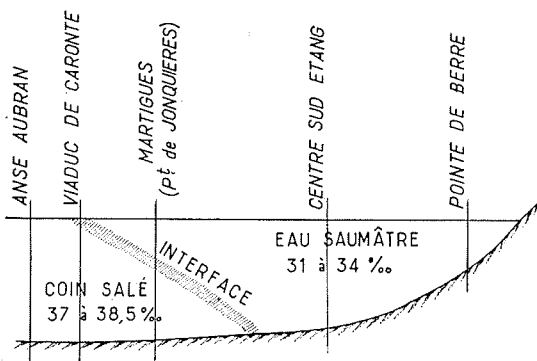


2/ Evolution schématique de la salinité des eaux superficielles en diverses zones de l'étang.
 Diagrammatic surface water salinity in various parts of the lake.



5/

3/



4/

3/ Evolution des salinités moyennes des eaux superficielles à la prise d'eau du Salin-de-Berre.
 Mean surface water salinity variation at "Salin-de-Berre" intake.

4/ Position du coin salé le 26 juin 1962 de 7 h à 10 h 20.
 Salt wedge position on 26th June 1962 from 0700 hrs. to 1020 hrs.

5/ Mesure des courants de marée dans la passe de Jonquières à Martigues les 21 et 22 juin 1966.
 Tide current measurements in the "Passe de Jonquières" at Martigues on the 21st and 22nd June 1966.

Salinité des eaux de l'étang avant la mise en service de Saint-Chamas (fig. 2)

Il faut remonter à 1912 pour trouver les premières mesures précises de la salinité des eaux de l'étang. Elles montrent que la salinité moyenne était de l'ordre de 24 g de sel par kilogramme d'eau saumâtre, avec des valeurs plus élevées près de Martigues.

A la suite de l'approfondissement à 9 m du canal de Caronte en 1925, et le percement du tunnel du Rove, il fut constaté d'importantes modifications de la faune et de la flore de l'étang dues à une hausse de la salinité de ses eaux.

Les mesures plus récentes effectuées depuis 1950 ont montré que la salinité moyenne oscillait autour de 31 g par kilogramme, avec des fluctuations saisonnières de 2 à 3 g, à l'exception des zones d'arrivées d'eau douce (Touloubre, Arc-Durançole et canaux agricoles). Par suite du régime des vents, un mélange suffisant des couches superficielles et profondes permettait de maintenir cette homogénéité avec un équilibre entre les arrivées annuelles d'eau douce (près de 500 millions de m³), les sorties d'eaux saumâtres, les pertes de sel aux salines, l'évaporation et les apports d'eaux marines.

En raison de l'importance des apports d'eau douce à Saint-Chamas et afin d'en étudier minutieusement les conséquences, Electricité de France a entrepris, à son Laboratoire de Chatou, des essais sur modèle réduit. Représentant l'étang de Berre, le canal de Caronte et le golfe de Fos, le modèle reproduisait, avec l'exploitation prévue de l'usine de Saint-Chamas, les marées et les échanges de sel entre la mer et l'étang. Les essais sur modèle ont montré que le dessalement de l'étang s'effectue assez rapidement; en cas d'arrêt de l'usine, un ressalement s'observe, mais celui-ci est lent. Par ailleurs, il a été constaté qu'en l'absence de vent une stratification très nette s'établit pour les couches de différentes densités.

Dessalement de l'étang depuis la mise en service de Saint-Chamas (fig. 3)

Après quelques essais des groupes durant l'hiver 1965-1966, la mise en service industrielle de l'usine de Saint-Chamas eut lieu le 21 mars 1966. Au 31 décembre 1966, l'usine avait restitué à l'étang un volume de 1 milliard 900 millions de m³ d'eau douce, avec un arrêt marqué pendant la période estivale d'irrigation.

Bien que l'usine n'ait fonctionné qu'une partie de l'année, le dessalement spectaculaire des eaux de l'étang constaté de mars à juin fut suivi d'un ressalement de juillet à septembre, puis à nouveau d'un dessalement à l'automne.

Des mesures faites en plusieurs points du canal de Caronte ont permis d'étudier la pénétration des eaux maritimes profondes en forme de « coin salé » sous les eaux superficielles saumâtres sortant de l'étang (fig. 4).

Courants dans le canal de Caronte (fig. 5)

Des mesures de vitesse au moulinet ont été effectuées à Martigues, afin d'étudier l'influence de l'exploitation de l'usine de l'Electricité de France sur les courants dans le canal de Caronte.

Au voisinage de l'interface qui sépare les eaux saumâtres superficielles des eaux marines profondes, les courants s'inversent. A la verticale du pont de Jonquières, cette interface se déplace entre 5 et 7 m de profondeur, selon l'heure de la marée. En profondeur, les courants entrants (ou flot) et sortants (ou jusant) suivent régulièrement le cycle des marées; par contre, en surface, un flot sur deux disparaît, traduisant la prédominance des courants sortants superficiels.

Influence de l'exploitation de l'usine de Saint-Chamas sur le niveau de l'étang de Berre

Les plus hautes eaux enregistrées sur les rives de l'étang sont dues essentiellement au vent de sud-est qui exhausse la Méditerranée le long des côtes européennes, provoquant le remplissage de l'étang. On constate également une surélévation du niveau de l'étang sur ses rives nord. Par vent de Mistral, le phénomène s'inverse et l'étang se vide partiellement.

Les essais sur modèle réduit du canal de Caronte ont montré que l'évacuation du débit maximal de 235 m³/s de l'usine vers la mer provoquerait une surélévation du niveau de l'étang de 18 mm. Lorsque les travaux prévus au IV^e Plan seront entièrement terminés sur le canal de Caronte, cette surélévation sera réduite à 10 mm.

Premières modifications biologiques observées

Il est évident que la flore et la faune vont connaître de très importantes transformations et certains faits méritent d'être déjà signalés.

La flore.

L'étude des herbiers (phanérogames) et des algues au cours de l'été et de l'automne 1966 en de nombreux points de l'étang a montré que la flore n'a pas encore été modifiée localement. Tout au plus certaines algues, et plus particulièrement les algues rouges, montrent-elles quelques signes de « fatigue ». Les herbiers proches de l'usine souffrent, bien entendu, de leur nouvelle vie en eau très desalée.

Mais, un fait curieux et spectaculaire est apparu avec le dessalement des eaux : l'algue verte de la famille des ulvacées : *Enteromorpha prolifera* s'est développée de façon extraordinaire là où elle existait déjà et elle a littéralement « colonisé » toutes les places vides : rochers et galets nus, pierres des digues de l'usine de Saint-Chamas et, près d'Istres, la partie immergée de la nouvelle digue des Heures-

Claire a été systématiquement, et en moins de trois mois, recouverte par cette entéromorphe.

Une grande partie de la flore actuelle, aux affinités essentiellement marines (zostères et algues), est vouée à disparition, sauf dans la zone de Martigues où les marées garderont une influence encore importante sur la salinité des eaux. Mais, au point de vue biologique, une partie des espèces était déjà en véritable « survie » en automne 1966, supportant pendant quelque temps un dessalement important des eaux, mais ne pouvant s'y adapter définitivement. Parmi les algues qui se maintiendront le plus longtemps en eau peu salée, resteront probablement les entéromorphes et les ulves.

La faune.

Au point de vue faune, un fait important était à signaler dès juin 1966 par la disparition quasi totale (sauf toujours dans le canal de Caronte et dans la zone profonde voisine de Martigues) des oursins, des étoiles de mer et des hippocampes. Bien que non abondantes, ces diverses espèces existaient jusque dans le nord de l'étang où nous avons encore pu en capturer, mais pour la dernière fois en mars 1966, en face des cabanes de l'Arc.

Au point de vue des moules, qui supportent une assez grande variation de salinité, leur croissance a été bien plus rapide en eau dessalée au cours de 1966 qu'au cours des années précédentes, mais malheureusement leur goût est devenu fade et leur exploitation (dont le « naissain » récolté en vue de sa revente, en particulier vers l'étang de Thau) est vouée à presque totale disparition. Sans quitter les mollusques, signalons, dès l'automne 1966, des mortalités massives de jolis petits bivalves, les « tellines », dont les coquilles blanchâtres, jaunes ou rosées, s'accumulaient en grand nombre le long de la digue du Jaï.

Quant à la pêche, l'on peut dire qu'elle n'a pratiquement pas encore été modifiée au cours de l'été et de l'automne 1966. Ceci n'a rien d'étonnant, étant donné que les principales espèces capturées sont soit des poissons très euryhalins (c'est-à-dire supportant de très fortes variations de salinité et rencontrés en mer, en eau saumâtre ou en eau douce), soit des poissons à affinités marines dominantes, mais supportant, pour un certain temps du moins, un dessalement important. Parmi les premières, signalons particulièrement les anguilles, les mullets (quatre espèces), le loup ou bar, le « joël » ou atherine, l'alose, le flet ou « larbe »,...; parmi les seconds, le sar, la daurade, la saupe, la sole, le crenilabre ou « canadelle », la blennie paon ou « bavarrelle », l'orphie ou « grande aiguille », plusieurs espèces de gobies, des espèces sans aucun intérêt économique ou même alimentaire tels les syngnathes ou « petites aiguilles » de la famille de l'hippocampe... N'oublions pas de mentionner, aussi, plusieurs espèces à affinités marines dominantes, relativement sténohalines, c'est-à-dire ne supportant pas de variation importante de la salinité, et pêchées ces dernières années essentiellement dans la zone sud de l'étang : maquereau, sardine (dont la pêche a très fortement diminué d'importance), rouget, trigle, ou « galinette », melet et melette (sprat et anchois). Avec les années à venir, ces dernières espèces vont devenir de plus en plus rares.

Avec l'adoucissement important des eaux de la zone nord voisine de l'usine, nous n'avons pas été étonnés de voir apparaître, dès l'été 1966, et amenées par le canal de Saint-Chamas, plusieurs espèces typiquement d'eau douce, en particulier des chevaines, des carpes, des tanches et des truites (qui étaient bien des truites de rivière et non de la variété « truite de mer »). L'on sait qu'une partie des poissons de petite taille peut passer indemne dans les turbines hydrauliques et les espèces nouvelles ont également été amenées par le canal de décharge qui conduit les eaux directement dans l'étang pendant l'arrêt total ou partiel des turbines.

Pêche et chasse

L'on sait qu'après plusieurs accidents de déversement de pétrole dans l'étang, le Gouvernement avait indemnisé les pêcheurs, mais une partie de ceux-ci avait eu le droit de continuer leurs captures en reversant les indemnités touchées. Si ces accidents ont été rares, dans leur ensemble, quelques-uns ont été particulièrement funestes à la pêche. Un rapport présenté à la Commission Internationale pour l'exploration scientifique de la Méditerranée, faisait état d'un déversement massif de 500 t de mazout en juin 1952 et il mettait en évidence, sur le plan biologique, les nombreuses conséquences de tels accidents.

C'est en 1969 que prendra fin théoriquement la convention des dernières autorisations de pêche, mais il est probable que le Gouvernement reviendra sur cette décision. En raison des cas exceptionnels de pollution actuelle par les hydrocarbures il serait, en effet, difficile d'admettre de ne pas continuer à mettre en valeur par la pêche un plan d'eau aussi important et de laisser en veilleuse de telles possibilités, quitte à renforcer encore les moyens déployés pour éviter tout épandage de pétrole, si minime soit-il.

Quel sera l'avenir de la pêche?

Les pêches opérées dans l'étang pendant les deux dernières années 1965-1966 portent sur les tonnages annuels moyens suivants, tenu compte des pêches effectuées dans le nord et sur la côte nord-ouest, qui ne sont généralement pas commercialisées à la Coopérative de Martigues : anguilles (145), mullets (125), loups (22), soles (13), daurades (5), espèces diverses (33), soit un total général de 343 tonnes par an. Une observation particulière doit être faite pour la sardine dont les pêches étaient particulièrement importantes il y a une vingtaine d'années et qui, par suite d'une forte rarefaction de l'espèce dans l'étang, ainsi que du fort abaissement des cours, n'est plus que très peu pêchée.

Les espèces à affinités marines dominantes disparaîtront de la plus grande partie de l'étang avec le fort abaissement de la salinité, mais les espèces euryhalines (surtout anguilles et mullets) qui sont à la base du gros tonnage capturé actuellement n'ont aucune raison de régresser et les espèces à

affinités marines seront remplacées par d'autres d'eau douce amenées par les canaux et les rivières (Arc, Touloubre, Durançole). Parmi ces nouvelles espèces n'oublions pas de mentionner, en particulier, la truite et le sandre (peuplant déjà l'étang de l'Olivier), ce dernier trouvera probablement dans ce grand plan d'eau un milieu capable de lui assurer son plein épanouissement.

Quant à la chasse, avec le développement des phanérogames d'eau douce (ou légèrement salée), nous assisterons à une réapparition importante de certains gibiers d'eau, en particulier des canards. En effet, la salinité croissante des eaux avait, dans le temps, éliminé la majorité des plantes dont les graines les nourrissaient abondamment. Parmi celles-ci nous pouvons citer « le Gramé » (Potamogeton) bien connu, autrefois, à Saint-Chamas et dont les nouveaux herbiers remplaceront, en partie du moins, les actuelles et importantes masses d'algues.

L'étang de Berre peut-il se resaler?

Après les événements du canal de Suez, le Gouvernement décida, en 1954, de posséder, à l'échelon national, des stocks importants de pétrole. Comme les hydrocarbures ne dissolvent pas le sel, il a été imaginé de créer d'énormes poches dans les épais couches de sel gemme que connaissent certaines formations géologiques et ce par simple injection d'eau sous forte pression dans la masse de sel. Le Service des Mines a pensé, entre autres, aux gisements de sel de Manosque : un pipe-line amènerait alors les produits pétroliers de l'étang de Berre et ce même pipe-line servirait, un moment du moins, à rejeter les saumures inutilisées dans l'étang. Il s'agirait de déverser, en une période échelonnée sur plusieurs années, environ 3 400 000 t de sel, ce qui représenterait une augmentation de la salinité inférieure à 4 g par kilogramme si tout était déversé en une seule fois. Dans ces conditions, la ressalure passagère ne pourrait être que faible et sans portée capitale sur les activités biologiques de l'ensemble du plan d'eau.

L'étang de Berre peut-il devenir une réserve d'eau douce?

La proximité de la région industrielle de Fos, les perspectives nouvelles d'irrigation de la Crau

et les possibilités d'adductions d'eau urbaines sont autant de facteurs qui encourageraient la transformation de l'étang en une importante réserve d'eau douce à pied-d'œuvre.

Il ne serait donc pas impensable d'envisager, dans l'avenir, l'installation, à Martigues, d'un barrage-écluse permettant l'évacuation des eaux douces excédentaires, avec une pénétration négligeable d'eau salée dans l'étang, sans interdire le trafic maritime.

Conclusions

Ces quelques considérations sur l'évolution de l'étang de Berre découlent du bilan dressé à la fin de la première année d'exploitation partielle de l'usine de l'Electricité de France à Saint-Chamas.

Pour le biologiste comme pour l'ingénieur, des transformations de cette envergure sont d'un intérêt tout particulier et l'évolution de l'étang, loin d'être terminée, présentera de nouveaux aspects non moins intéressants.

Bibliographie

- E.D.F.-CENTRE DE RECHERCHES ET D'ESSAIS DE CHATOU. — Rapports 1 à 4 relatifs aux essais sur modèle réduit de l'Etang de Berre, et résultats (1963-1964).
- FEBRE (J. et P.). — Données nouvelles sur l'hydrologie de l'Etang de Berre. *C.I.E.S.M.M. Rap. et Trav.*, 18 (3), (mars 1965), 669-672.
- KIENER (A.). — Premières données relatives à l'évolution hydrobiologique de l'Etang de Berre avec la mise en service du nouveau canal de la Durance : Mallemort - Saint-Chamas, (note résumée Colloque Bucarest 1966). *C.I.E.S.M.M. Rap. et Trav.* (sous presse).
- LONGUEMARE (R.) et PUGNET (L.). — Considérations sur les déchargeurs en exploitation et en projet des usines de la Basse-Durance. *La Houille Blanche*, n° 4, (1965) 83-92.
- MINAS (H.J.). — Quelques données hydrologiques sur l'Etang de Berre. *Rec. Trav. St. Mar. Endoume*, Bull. 23 Fasc. 37, (1961), 5-17.
- PETIT (C.) et SCHACHTER (D.). — Notes sur l'Etang de Berre et sa faune ichthyologique. *Bull. Inst. Océanogr.* n° 1053 (1955), 9 p. et 2 pl.
- SCHACHTER (D.). — Contribution à l'étude hydrographique et hydrologique de l'Etang de Berre. *Bull. Inst. Océanogr.* n° 1048 (1954), 20 p. et 7 pl.