



MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET SOLIDAIRE

Réhabiliter l'étang de Berre ?

Note complémentaire sur la crise d'anoxie de l'été 2018

Rapport n° 012060-01
établi par

Aline BAGUET et Nicolas FORRAY

Janvier 2019



Les auteurs attestent qu'aucun des éléments de leurs activités passées ou présentes n'a affecté leur impartialité dans la rédaction de ce rapport

Statut de communication	
<input type="checkbox"/>	Préparatoire à une décision administrative
<input type="checkbox"/>	Non communicable
<input type="checkbox"/>	Communicable (données confidentielles occultées)
<input type="checkbox"/>	Communicable

Sommaire

Introduction.....	3
1. Un écosystème très perturbé en 2018.....	4
2. - Le climat de l'année 2018.....	5
2.1. Une année un peu plus pluvieuse que la moyenne.....	5
2.2. Une année très chaude.....	5
2.3. Une année particulièrement peu ventée.....	5
3. Les dynamiques à l'œuvre dans l'étang de Berre.....	7
3.1. Une stratification saline bien marquée.....	7
3.2. L'apport d'eau de la Durance.....	8
3.3. Une anoxie exceptionnelle des eaux profondes et de moyenne profondeur.....	8
3.4. L'absence de vent n'a pas permis le brassage des eaux.....	10
3.5. L'étang de Bolmon.....	10
Conclusion.....	12

Introduction

La présente note est un complément du rapport rendu début juillet 2018 sur l'impact qu'aurait un pompage à travers le tunnel du Rove sur l'état écologique des différents milieux aquatiques récepteurs, de manière à donner une vue plus globale du phénomène.

L'étang de Berre a connu, pendant l'été 2018, un épisode d'anoxie extrêmement intense, avec mortalités quasi complètes des coquillages et invertébrés y compris à faible profondeur, des proliférations planctoniques rendant l'eau trouble, des mortalités piscicoles. Le cas n'est pas isolé, l'étang de Thau ayant connu aussi une « malaïgue » très violente cette année.

Un transfert d'eau depuis la Durance réalisé sans turbinage par EDF à partir du 10 août 2018, pour permettre des travaux sur la basse vallée, a été incriminé comme cause du phénomène. Les éléments rassemblés ci-après visent à éclairer les causes de l'anoxie observée.

1. Un écosystème très perturbé en 2018

Les dysfonctionnements écologiques de l'étang de Berre ont été perçus de manière très visible dès début août, avec des eaux blanches particulièrement intenses dans l'étang de Vaine (relativement fermé et peu profond) et l'anse de Saint-Chamas. L'anoxie y a touché des zones très peu profondes (1 m).

Si de nombreux poissons morts ont été retrouvés sur les plages dès le début d'août, puis, encore, en septembre, les espèces commerciales semblent avoir pu désertier l'étang.

La faune benthique a connu une mortalité massive dès deux-trois mètres de profondeur, d'ampleur totalement inhabituelle. À l'exception des bactéries, toute vie a disparu dans le sédiment.

La transparence de l'eau moyenne était réduite (0,5 m au disque de Secchi), et la coloration des eaux a varié en fonction des espèces d'algues microscopiques dominantes, même si les concentrations observées ont été moins fortes qu'en 2006, 2009, 2011 et 2016. La couche superficielle d'eau présente de jour des sursaturations en oxygène très importantes.

Selon le Gipreb, la crise anoxique a atteint 93 % de la surface de l'étang de Berre.

Ces symptômes ont été observés dans d'autres lagunes méditerranéennes (mortalité d'huîtres atteignant 70 % dans l'étang de Thau), ce qui conduit à analyser les singularités de l'année 2018 pour identifier les causes possibles.

2. - Le climat de l'année 2018

2.1. Une année un peu plus pluvieuse que la moyenne

Les premiers mois de l'année 2018 ont été plus pluvieux que la moyenne, sans s'écarter de la fluctuation classique (valeur inférieure à la quinquennale humide). Les années 2009 ou 2014 ont été sensiblement plus arrosées que 2018. Les précipitations locales de mi-juillet et autour du 10 août sont restées très modestes (2 puis 10 mm).

Très logiquement, les apports des trois cours d'eau se jetant dans l'étang de Berre ont été plus importants (le volume au 1er septembre était celui d'une année complète moyenne).

À mentionner, le cumul des volumes apportés par l'Arc, la Touloubre et la Cadière a été de 14,7 Mm³ entre le 1er et le 31 août 2018, avec deux épisodes de crue les 9 et 13 août. Les apports d'eau douce n'ont donc pas été négligeables dans le bilan de l'étang pendant ce mois, tant du point de vue quantitatif qu'en flux de nutriments.

2.2. Une année très chaude

L'année 2018 a été exceptionnellement chaude.

L'écart à la moyenne sur 30 ans a été nettement positif sur huit des neuf premiers mois de l'année (sauf février), avec des écarts considérables de l'ordre de 2,5 °C en plus !

La température de surface de l'étang de Berre a atteint des températures rarement rencontrées, plus de 26 °C en juillet et, un maximum à 29,8 °C début août. Ceci a eu plusieurs conséquences négatives : la quantité d'oxygène dissous dans l'eau a été faible : l'activité biologique a été favorisée en surface et pendant plusieurs mois, la consommation d'oxygène a été élevée sur toute la hauteur de la colonne d'eau, la vie bactérienne en profondeur a été intense sans que l'absence d'oxygène soit un facteur limitant.

2.3. Une année particulièrement peu ventée

Sur la période du 1^{er} mars au 15 septembre, le mistral a été particulièrement peu fréquent, et le plus souvent sa durée a été brève (20 épisodes de moins de 24 h), ne dépassant qu'exceptionnellement 24 heures (deux fois). Un seul épisode significatif a eu lieu, du 24 août au 26 août, avec une vitesse en permanence supérieure à 10 m/s pendant 46 h.

En résumé, l'année 2018 présente deux caractéristiques originales, une température de l'air très élevée et la quasi-absence de mistral (corollaire les surfaces incendiées ont été faibles dans le sud-est français).

La faiblesse du mistral serait à rapprocher de l'absence de différentiel de température marqué entre le centre et le sud de la France. Sous réserve de confirmation, ceci pourrait être une indication sur l'évolution du contexte climatique dans les Bouches-du-Rhône, pour laquelle aucune prospective ne nous avait été tracée par Météo-France lors de notre rapport initial.

3. Les dynamiques à l'œuvre dans l'étang de Berre

3.1. Une stratification saline bien marquée

Alors que les apports hivernaux d'eau douce provenant du turbinage EDF étaient plutôt élevés (933 Mm³ début avril, 970 Mm³ fin avril, soit 81 % du quota annuel autorisé), avec donc une salinité modérée en mai, l'absence de vent fort n'a pas permis de brassage de l'étang. La progression de la salinité est très régulière en surface au fil des jours, celle du fond liée aux entrées par Caronte montre le développement de la lentille d'eau de mer atteignant - 6 m début août.

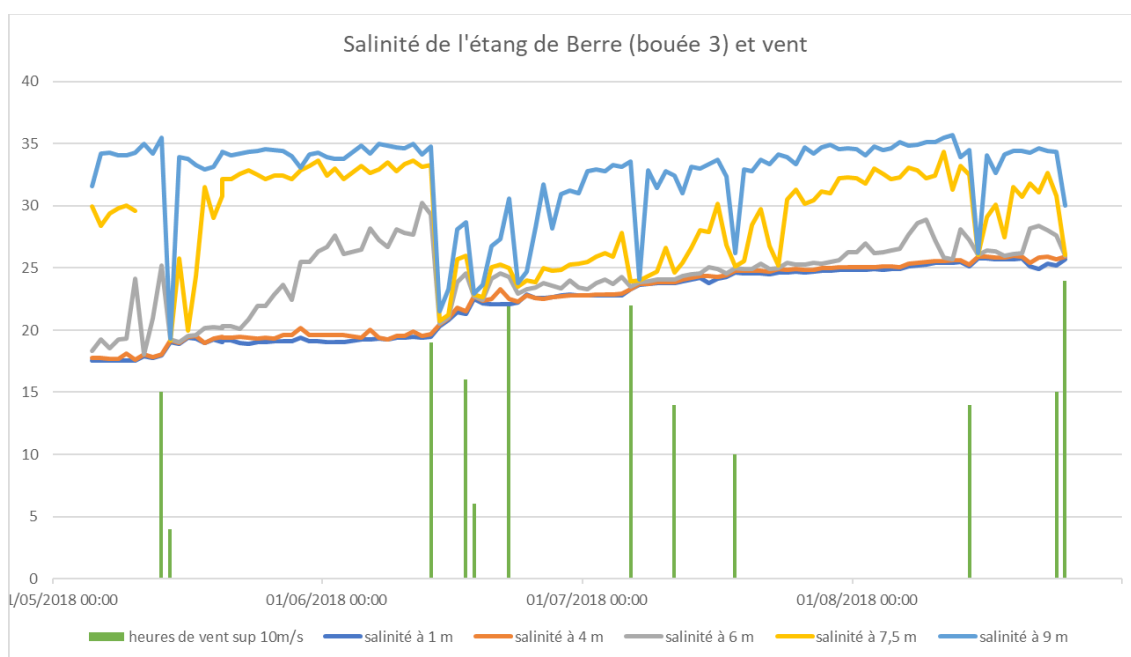


Figure 1 : Variations de salinité à diverses profondeurs et vent au centre de l'étang
Source des données : EDF - traitement et graphique : mission

L'analyse des données de la bouée centrale d'EDF de début mai à fin août met en évidence les phénomènes suivants :

Les vents de durée dépassant 15 h provoquent un mélange de faible intensité et de courte durée, même si la période du 13 au 22 juin homogénéise l'étang (teneur en sel similaire de 20 g/l).

L'alimentation en eau de mer par le chenal de Caronte génère un retour rapide d'eau salée en profondeur (à 9 m d'abord, courbe bleu ciel, puis en trente jours à 7,5 m, courbe jaune). Enfin, le phénomène gagne vers 5 m.

Une progression régulière de la salinité tout au long de la période près de la surface (courbes bleu foncé, orange et grise)

Le phénomène d'homogénéisation est plus marqué avec le coup de vent long de fin août (données incomplètes). Or, ce phénomène n'est intervenu qu'une seule fois.

L'absence de mistral dans les semaines suivantes éclaire la deuxième mise en anoxie en septembre, avec les nouvelles mortalités de poissons.

Les apports d'eau douce par le lâcher EDF coïncident avec les petites crues des 9 et 13 août. Leur effet sur la salinité des eaux de surface est peu perceptible. Le coup de mistral du 24 au 26 août provoque le premier brassage depuis mars. La figure permet de visualiser cette remontée des eaux de fonds avec très peu d'oxygène vers la surface, le 25 août, avant que le mélange complet ne soit assuré.

3.2. L'apport d'eau de la Durance

Les turbinages de 2018 ont été plus importants que la moyenne, avec un volume de 995 Mm³. Alors qu'habituellement, c'est le quota de limons qui limite le volume turbiné, ces apports ont été relativement modestes. Les apports d'eau douce pourraient, pour la première fois depuis 2006, atteindre le plafond de volume autorisé. Il en a résulté une salinité de surface assez basse en début de période estivale, le vent n'ayant pas brassé l'étang de Berre en fin de printemps.

EDF a demandé, le 4 juillet, à la DREAL, autorité en charge du suivi de la concession, l'autorisation de restitutions exceptionnelles sans turbinage depuis la Durance vers l'étang de Berre.

Deux raisons ont été avancées :

- des travaux du syndicat mixte d'aménagement de la vallée de la Durance pour le confortement des digues de la zone industrielle de Chateaurenard nécessitant la réduction du débit de la rivière ;
- la nécessité de baisser le niveau de la retenue de Serre-Ponçon, compte tenu d'une fonte tardive de la neige.

Un accord a été donné au niveau du service de la DREAL PACA, dans la limite de 6 000 t de sédiments dont au plus 5 000 t par semaine. Une demande équivalente avait été accueillie favorablement en 2014 pour des raisons similaires, sans effets signalés sur l'étang de Berre. Les volumes injectés ont été de 40 Mm³ à partir du 10 août pour un apport de 2 800 tonnes de sédiment. Cela représente 4 % du volume de l'étang de Berre, et environ 3 fois l'apport des cours d'eau aboutissant à l'étang pendant la même période. La mission ne dispose pas de données sur les apports de matière en suspension correspondants. En fait, la situation d'anoxie de l'étang était déjà catastrophique à la date du début de l'apport.

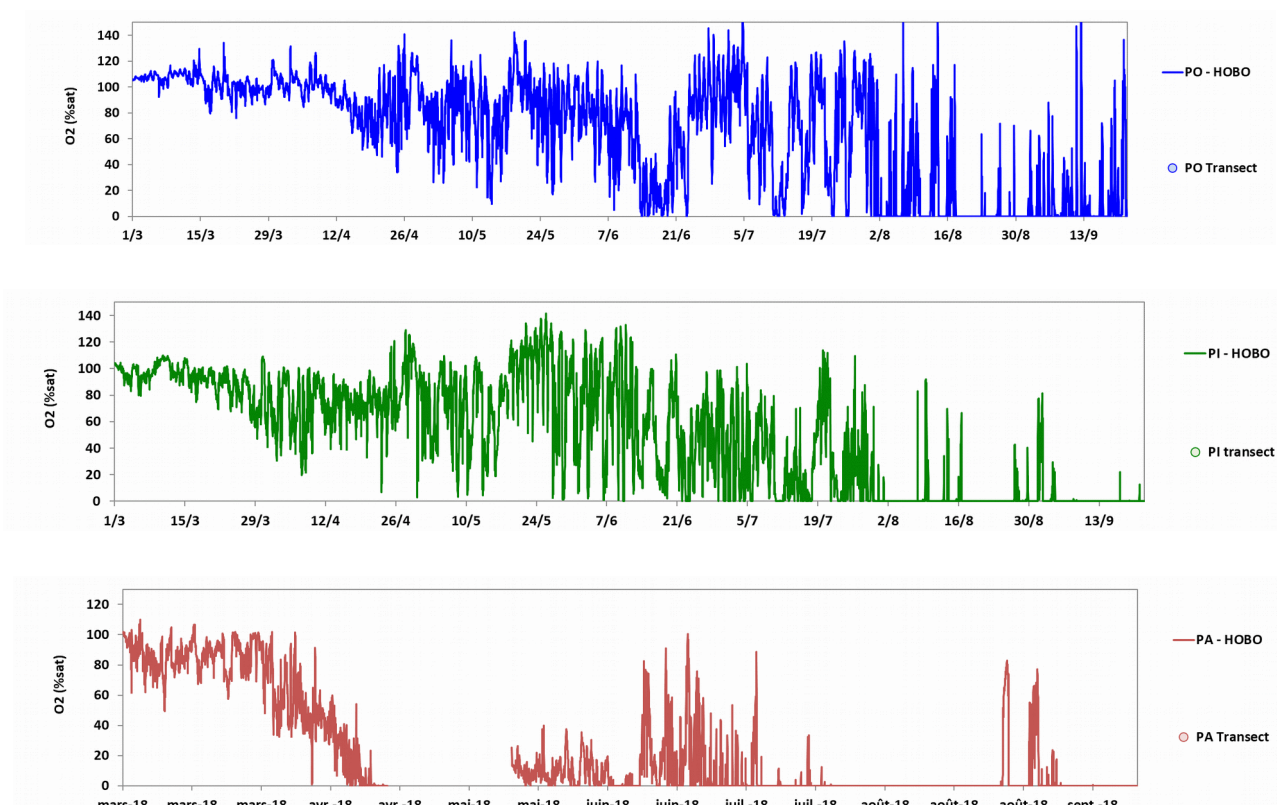
Il n'en reste pas moins qu'un effort de communication préalable aurait permis d'éviter des interprétations superficielles et qui occultent la complexité du fonctionnement de l'écosystème de l'étang de Berre.

3.3. Une anoxie exceptionnelle des eaux profondes et de moyenne profondeur

La stratification de l'eau a été très marquée pendant l'été 2018, l'eau de surface très chaude ne se mélangeant pas avec l'eau de mer entrant par le chenal de Caronte plus froide. Le gradient de salinité s'y superpose très bien.

Le volume d'eau salée et « moins chaude » n'a cessé de croître au fil des semaines. Cette masse d'eau au lieu de se limiter aux profondeurs supérieures à 6 m s'est développée jusqu'à 2,5 m. L'absence d'échange entre eaux profonde salée et eaux de

surface fait que la consommation d'oxygène due tant à la dégradation de la biomasse des fonds (accrue par la température élevée) qu'à la dégradation de la biomasse algale en suspension et tombant vers le fond de l'étang a été exceptionnellement élevée.



Figures 2 à 4 : Saturation en oxygène de l'étang de Berre à 3,5 (PO), 5 (PI) et 9 (PA) m de profondeur, du 1^{er} mars au 17 octobre 2018
Source S. Rigaud, programme PREDHYPO

À faible profondeur (graphique bleu PO), les fluctuations jour/nuit sont marquées tout au long de la période. Un premier accident a lieu mi-juin. Puis la saturation en oxygène baisse et devient régulièrement nulle à partir de début juillet, avant la période de fin août.

À profondeur moyenne (graphique vert PI), la situation est catastrophique dès les premiers jours d'août et ne se redresse pas avant la fin de la période.

Les teneurs en oxygène au fond de l'étang (graphique rouge PA) sont nulles en mai, puis dès la mi-juillet.

La zone sans oxygène a été d'ampleur remarquable, 93 % de la surface de l'étang à une profondeur d'1,5 m¹, ce qui explique la gravité des atteintes à l'écosystème.

Il est à noter que le pompage d'eau via le tunnel du Rove, dont le volume quotidien est d'un ordre de grandeur plus faible que les entrées par le chenal de Caronte aurait renforcé la stratification et n'aurait pas apporté l'oxygène nécessaire au fond de l'étang.

¹ Source Gipreb

3.4. L'absence de vent n'a pas permis le brassage des eaux

Les résultats du programme de recherche PREDHYPO² montrent que le mistral joue un rôle déterminant dans le brassage des eaux de surface et profondes de l'étang de Berre. En approche préliminaire, il convient que le vent souffle continûment à plus de 10 m/s pendant environ 48 h pour que la lentille d'eau plus lourde et salée « remonte » vers l'anse de Saint-Chamas et se mélange aux eaux de surface, homogénéisant toutes les caractéristiques physiques (température, salinité, teneur en oxygène dissous) et permettant de réoxygéner le fond de l'étang.

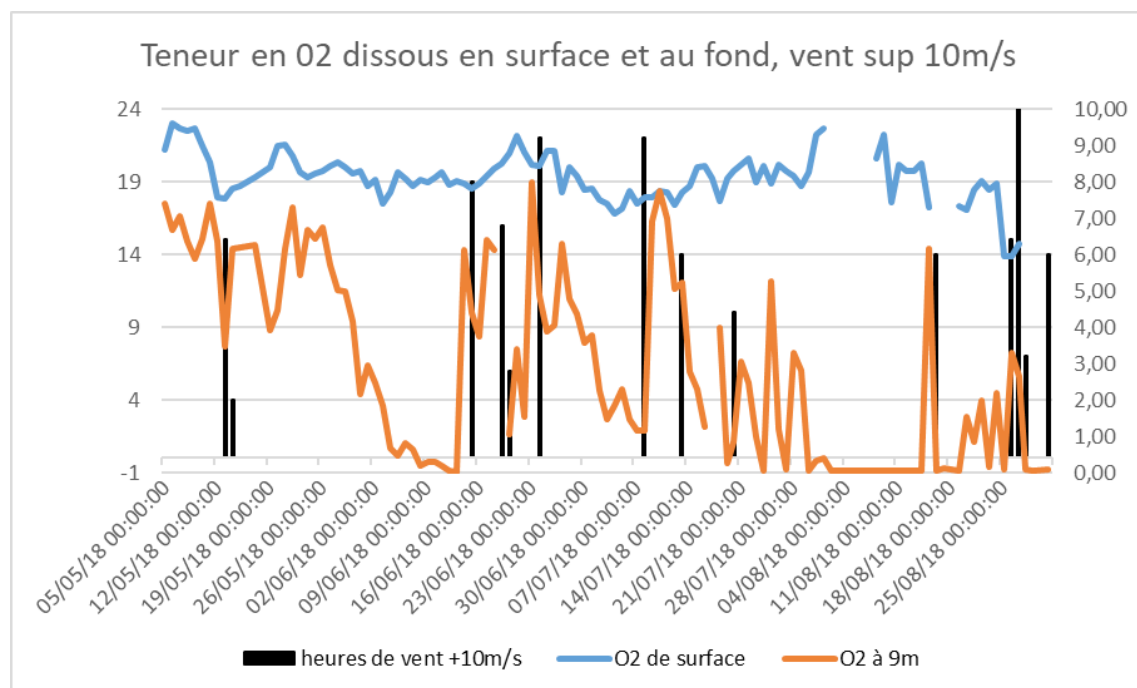


Figure 5 : Effet du vent sur l'oxygénation de l'eau dans l'étang de Berre, bouée centrale. Données EDF, Météo France - traitement et graphique mission

La teneur en oxygène varie peu³ en surface, sauf de façon spectaculaire lors du coup de vent du 24 au 26 août, où la remontée d'eau profonde fait chuter considérablement les valeurs.

L'anoxie du fond est finalement assez stable, les épisodes de vent étant générateurs d'améliorations de faible durée. En tout état de cause, la crise anoxique est bien antérieure à l'apport EDF et à la crue du 13 août.

3.5. L'étang de Bolmon

L'étang de Bolmon a une faible profondeur et ne connaît pas de stratification. Les développements algaux n'ont pas connu de singularités pendant l'été 2018.

Par contre, les pluies du mois d'août, en particulier du 13 ont provoqué des déversements d'orage vers la Cadière, et donc des nuisances olfactives et visuelles de

² Université de Nîmes.

³ Le graphique utilise les teneurs à zéro heure, pour s'affranchir des fluctuations liées à la production photosynthétique pendant le jour. Quelques valeurs manquantes ont été interpolées quand cela était possible.

pollution organique dans l'étang. Ce point confirme la nécessité d'améliorer la gestion des eaux usées et pluviales avant d'entreprendre des actions efficaces au niveau de l'étang lui-même.

Conclusion

En conclusion, la malaïgue de 2018 a bien été exceptionnelle. L'absence de vent fort semble avoir joué le rôle majeur, les températures élevées de l'eau ne faisant qu'accentuer les conditions défavorables. Le fond de l'étang a subi une anoxie complète pendant de très longues périodes, et bien avant le transfert d'eau depuis la Durance. Le rejet d'EDF à partir du 10 août 2018 a joué un rôle marginal, voire négligeable, la grande dégradation de l'écosystème étant manifeste plusieurs jours auparavant même à faible profondeur.

Les progrès observés depuis cinq ans sont-ils perdus ? Les concentrations en phytoplancton, moins fortes que lors de crises précédentes, peuvent laisser l'espoir que la situation reparte dans le sens des efforts collectifs. Un transfert d'eau au travers du tunnel du Rove n'aurait, en tout état de cause, pas permis d'empêcher cette malaïgue.

Il n'en reste pas moins que dans le contexte de contestation autour du fonctionnement de la centrale hydro-électrique de Saint-Chamas, l'absence d'échange préalable sur le transfert hydraulique envisagé avec les élus de la périphérie de l'étang, puis l'absence" d'information sont un manquement qu'il conviendra de ne plus réitérer.

Aline Baguet

A blue ink signature consisting of several overlapping loops and a long horizontal stroke at the bottom.

Ingénieure générale
des ponts, des eaux
et des forêts

Nicolas Forray

A blue ink signature with a large 'N' and 'F' followed by a long horizontal stroke.

Ingénieur général
des ponts, des eaux
et des forêts

[Site internet du CGEDD : « Les derniers rapports »](#)

PUBLIÉ