



OBSERVATOIRE DU MILIEU BILAN ANNUEL DES OPERATIONS 2013

A-35	Observatoire du milieu		
Volet A	Retrouver un fonctionnement équilibré des écosystèmes	Mesure	5B03-5G01
Thème	Améliorer les connaissances	Maître d'ouvrage	
		GIPREB	

GENERALITES

Contexte/Problématique

La surveillance des communautés aquatiques de l'écosystème est une des missions fondatrices du Gipreb, au travers de l'Observatoire du milieu. L'étang de Berre fait ainsi l'objet, depuis 1994, d'un suivi écologique annuel reconnu pour la qualité et la diversité des données acquises, avec les objectifs suivants :

- Témoigner de l'état de vitalité de l'écosystème et mieux connaître sa dynamique ;
- Fournir un outil d'aide à la décision permettant d'orienter les décisions de gestion en fonction de la réponse des milieux ;
- Informer les acteurs locaux et le public sur l'évolution du système.

Le Gipreb est maître d'ouvrage d'études plus spécifiques ou de développements méthodologiques qui viennent compléter les données acquises dans le cadre du suivi écologique. L'Observatoire permet de centraliser les données, œuvre à la mutualisation des efforts de connaissance et d'acquisition des données, met à disposition la base de données constituée et travaille à la définition d'indicateurs écologiques (indicateurs d'état) et d'indicateurs de pression.

Depuis 2006, le suivi écologique mis en œuvre par le Gipreb contribue et alimente le contrôle de surveillance/contrôle opérationnel réalisé pour la Directive Cadre sur l'Eau.

Descriptif de l'action

Le suivi écologique de l'étang de Berre réalisé par le Gipreb dans le cadre de l'Observatoire du milieu répond aux quatre grandes problématiques que sont le contrôle des apports par les bassins versants, le contrôle de l'eutrophisation, la contamination et le niveau de réponse des biocénoses et habitats. L'Observatoire a vocation à intégrer de nouveaux indicateurs, en particulier les indicateurs de pression (apports telluriques, fréquentation, prélèvement de ressources, etc.).

Dans la continuité des années précédentes, le suivi écologique (dont les premières campagnes remontent à 1994) permet d'appréhender l'évolution de la qualité du milieu au cours du temps. Il porte sur 6 compartiments :

1. Le suivi des paramètres hydrologiques apporte la connaissance sur la qualité de l'eau en général, en particulier la salinité et les paramètres de l'eutrophisation.
2. Le suivi de la qualité des sédiments renseigne sur le niveau de contamination organique et métallique qui subsiste dans la couche superficielle des sédiments, ainsi que sur le stock de nutriments.
3. Le suivi des macrophytes et des moulières littorales permet d'appréhender chaque année l'évolution des peuplements d'algues, de phanérogames marines et de moules le long de transects répartis sur le pourtour de l'étang : détermination des espèces accompagnée d'une approche quantitative (recouvrement et abondance).
4. Le suivi des herbiers de zostères renseigne sur l'évolution des surfaces couvertes par les herbiers et leur vitalité sur deux sites témoins, l'Arc et la Pointe de Berre.

5. Le suivi de la macrofaune benthique des substrats meubles renseigne sur le niveau de colonisation des fonds de l'étang, et en particulier de la zone centrale profonde, azoïque jusqu'en 2004.
6. Le suivi patrimonial de la qualité sanitaire des eaux apporte une image globale de la qualité de l'étang vis-à-vis des contaminations microbiologiques. Les 21 points de mesure sont les 10 stations du suivi hydrologique et 11 stations de la bordure littorale à proximité des zones de mise à l'eau des clubs nautiques.

De manière complémentaire au suivi écologique du milieu, le Gipreb est maître d'ouvrage d'études et de développements méthodologiques qui permettent d'améliorer la connaissance des processus physique et biologiques en jeu.

Le Gipreb encadre et participe au financement de travaux de Doctorat qui permettent d'améliorer la connaissance sur le fonctionnement de l'écosystème.

OPERATION 1 – SUIVI ECOLOGIQUE

Le suivi écologique porte sur 6 compartiments : la qualité hydrologique de l'eau de l'étang de Berre, la qualité des sédiments, les macrophytes (algues et phanérogames) et peuplements de moules, les herbiers de zostères, la macrofaune benthique de substrat meuble et la qualité bactériologique des eaux de l'étang de Berre :

VOLET	ECHANTILLONNAGE	DETAIL DES ACQUISITIONS
Hydrologie	12 campagnes mensuelles sur 10 stations	▪ Profils : S, T, O₂, NTU, pH, eH, chl-a ▪ Prélèvements surface et fond : nutriments, chl-a, MeS, MO ▪ Prélèvements surface 2 stations : phytoplancton (détermination et comptage)
Qualité des sédiments	1 campagne sur 21 stations tous les 5 ans	Composition granulométrique, matière organique, nutriments, métaux lourds, composés organiques
Macrophytes et peuplements de moules	1 campagne annuelle sur 31 stations	relevés in situ, détermination spécifique, analyse semi quantitative (recouvrement et abondance)
Herbiers de Zostères	1 campagne sur 2 sites témoins et sur l'ensemble de l'étang tous les 5 ans	Photographies aériennes : surfaces couvertes Relevés in situ des paramètres de vitalité et de la dynamique de colonisation
Macrofaune benthique	12 campagnes – 3 stations centrales 2 campagnes – 12 stations côtières	détermination et comptage : richesse spécifique et densité
Qualité bactériologique	12 campagnes pour 21 stations	E. Coli, entérocoques

Hydrologie

Comme pour tout milieu lagunaire, l'écosystème de l'étang de Berre est largement conditionné par la nature et la quantité des apports en provenance de son bassin versant : eau douce, limons, nutriments, contaminants. Les apports d'eau douce proviennent à la fois des eaux de pluies qui arrivent jusqu'à l'étang via le bassin versant et ses tributaires mais aussi des apports de la Durance via le canal usinier EDF. Dans sa partie sud, l'étang est alimenté en eau marine par le golfe de Fos via le canal de Caronte.

Les 540 mm de précipitations annuelles cumulées en 2013, rapportées à la surface de l'étang, équivalent à des apports en eau douce de 84 millions de m³.

Les apports en eau des tributaires naturels en 2013, totalisent 180 millions de m³, dont 85 millions de m³ pour l'Arc, 75 millions de m³ pour la Touloubre et 20 millions de m³ pour la Cadière. Les apports en eau douce par le canal usinier de la centrale hydro-électrique de St-Chamas ont été de 1 266 millions de m³ de janvier à décembre 2013.

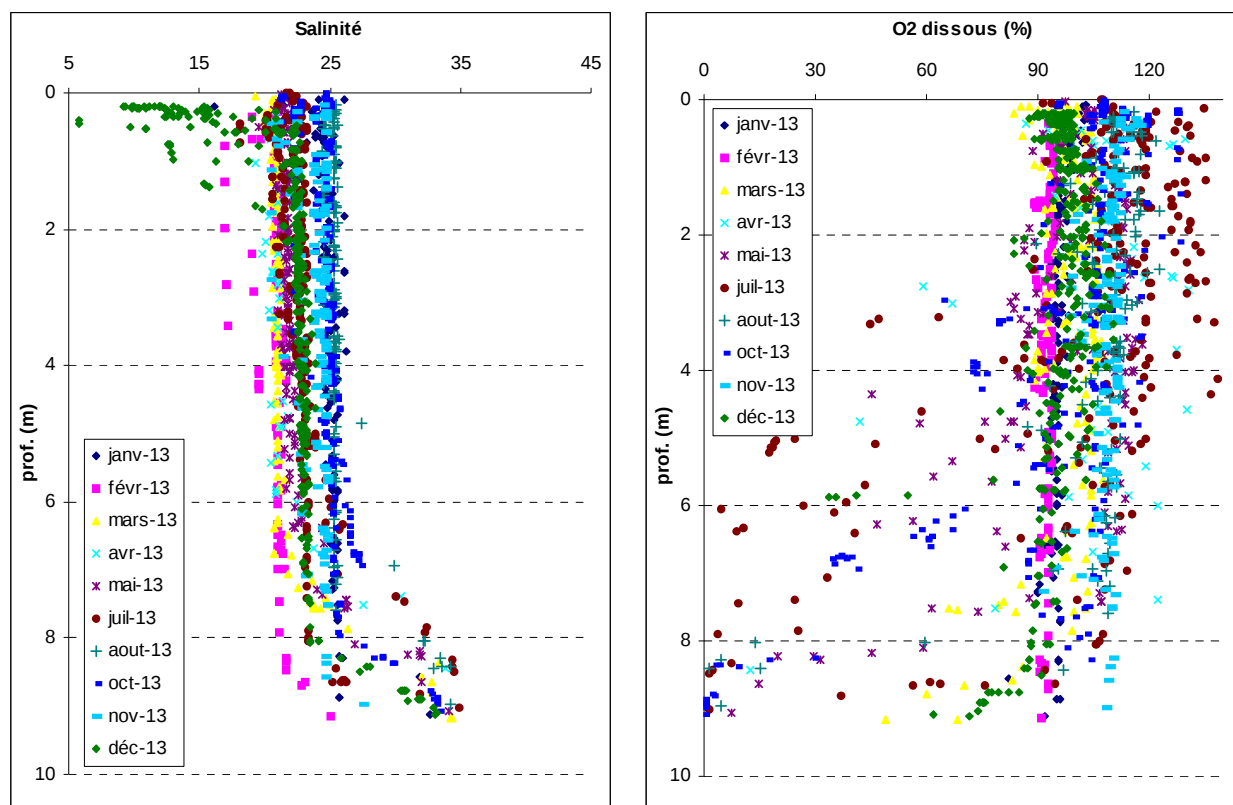
Les apports solides (matières particulaires) par les tributaires naturels dépendent de l'hydraulicité et sont donc très variables d'une année à l'autre. Ils varient de 2 000 à 80 000 tonnes par an, sans toutefois prendre en compte les épisodes de crues. Ces dernières peuvent contribuer jusqu'à 99 % des flux de matière en suspension. Comme pour les apports en eau, les apports en limons par le canal usinier de Saint-Chamas sont régulés. En 2013, les apports solides ont été de 60 047 tonnes.

Les apports en sels nutritifs, azote et phosphore suivent globalement les tendances des apports d'eau douce et de matière en suspension par les tributaires. Ainsi en se basant sur les dernières données fournies par l'Agence de l'Eau, de l'année 2010 à 2011, les apports en azote total et en phosphore total par les tributaires naturels (Arc, Touloubre et Cadière) étaient respectivement compris entre 988 et 680 tonnes d'azote et entre 31 et 29 tonnes de phosphore. Les nitrates apportés à l'étang de Berre par le canal usinier de Saint-Chamas représentent environ 50 % des apports totaux en nitrate et 15 % des apports en phosphore total. Les apports à l'étang concernent également les apports atmosphériques, les eaux de ruissellement, les apports industriels et ceux des stations d'épuration. A titre estimatif, les apports diffus en nitrates par la nappe fluviale de l'Arc avaient été estimés à 40 t de N-NO₃ en 2001.

La caractérisation fine des apports diffus par le ruissellement du bassin versant direct et par voie atmosphérique fera l'objet d'une étude spécifique menée par le Gipreb en 2014 (Action A-37 du Contrat d'étang de Berre).

La répartition spatiale et temporelle de la salinité dans l'étang de Berre montre le maintien d'une stratification entre la couche d'eau de surface moins salée et la couche de fond.

Figure 1. Répartition verticale de la salinité et des teneurs en oxygène dissous (% de saturation) pour les 10 stations du suivi hydrologique au cours de l'année 2013.



La salinité est très homogène entre 1 et 8 m de profondeur au cours de l'année avec une salinité comprise entre 20 et 26 g/l, selon la saison, la profondeur et les apports en eau douce. On note ainsi des dessalures importantes de la couche de surface (entre la surface et 1m de profondeur) au mois de décembre 2013, avec des valeurs de salinité comprises entre 5 et 15 selon la localisation. Au-delà de 7 à 8 m de profondeur la stratification haline isole la couche de fond plus salée (salinité de 36 au maximum en profondeur) réduisant ainsi les échanges diffus d'oxygène. En conditions estivales les phénomènes d'anoxie s'observent jusque dans les petits fonds (5 m de profondeur au mois de juillet).

L'étang de Berre constitue un milieu globalement eutrophe, avec de fréquentes efflorescences algales (phytoplanctons et macroalgues) et des phénomènes d'appauvrissement en oxygène de ses eaux.

Le suivi réalisé depuis plusieurs années dans l'étang de Berre, confirme l'importance des flux d'eau douce (par la centrale EDF et les tributaires naturels) dans l'enrichissement en azote, notamment par des apports en nitrate qui ont lieu principalement en période hivernale alors que la production primaire est faible. L'azote minéral composé des nitrate, nitrite et ammonium, en concentrations importantes, constitue le stock de nutriments susceptible d'être assimilé par le phytoplancton.

Comme les années précédentes, en 2013, les teneurs en nitrates montrent une forte variabilité saisonnière : elles sont comprises entre 0.1 μM et 20 μM . Les valeurs les plus élevées sont observées en hiver, la concentration maximale a été relevée en mars 2013 à 50 μM . Ce genre de pic de concentration est observé régulièrement depuis 2009. Les teneurs en nitrites et ammonium suivent la même tendance saisonnière avec des valeurs respectivement comprises entre 0,1 et 1,6 μM et 0,1 et 6 μM , les concentrations les plus élevées sont observées en hiver. Pour l'ammonium, elles sont également plus fortes dans les couches d'eau profondes ce qui indique que le sédiment, siège de la reminéralisation, est une source d'ammonium importante. Les concentrations en phosphate restent globalement faibles (de l'ordre de 0,3 μM) avec une certaine homogénéité dans l'ensemble de l'étang, toutefois des valeurs plus élevées étaient observées en été de 0,5 à 1 μM , sur toutes les stations, en surface et au fond. Les concentrations élevées en phosphate témoignent du caractère anoxique des eaux à cette période. En effet, la diffusion dans l'eau du phosphate stocké dans le sédiment est facilitée par les faibles niveaux d'oxygène dissous. Enfin, les teneurs en chlorophylle-a représentatives

de l'abondance du phytoplancton sont également rythmées par la saison, les valeurs étaient faibles en hiver ($< 5 \mu\text{g/l}$) et plus élevées du printemps jusqu'à l'automne (jusqu'à $24 \mu\text{g/l}$).

Malgré une diminution des concentrations en sels nutritifs dans l'étang amorcée au début des années 2000, l'étang de Berre est classé en terme d'eutrophisation pour l'année 2012 (campagne DCE la plus récente) dans un état « bon » en surface et « médiocre » au fond, sur la base des indices retenus par la DCE (source IFREMER). Comme les années précédentes, les principaux paramètres déclassants sont la biomasse chlorophyllienne, les teneurs en oxygène dissous et les concentrations en phosphore. La transparence de l'eau, directement conditionnée par la charge en matière particulaire (phytoplancton notamment) reste faible dans l'étang. La couche euphotique (où parvient seulement 1 % de la lumière incidente de surface) était atteinte à moins de 6 m de profondeur en moyenne pour l'année 2013.

Qualité des sédiments

Les campagnes d'analyse de la contamination des sédiments sont réalisées à une fréquence de 5 ans. En 2011, les sédiments se caractérisaient par des niveaux de contamination faible (As, Ni, Zn) à modéré (Cd, Cu, Cr, Pb, Hg). Les niveaux de contamination les plus élevés (Cd, Cr, Pb, Hg) se retrouvaient dans l'étang de Vaïne et la zone Sud-ouest du Grand Etang à l'embouchure du chenal de Caronte et le long de la digue du Rove probablement attribués à des rejets récents en ETM (éléments traces métalliques) par les industries du pourtour de l'étang. Les concentrations en ETM des sédiments de surface actuels de l'étang de Berre sont ainsi les plus faibles observés depuis plusieurs décennies. Cependant si les ETM sont majoritairement piégés dans les sédiments, des flux « dissous » vers la colonne d'eau ont pu être mis en évidence, favorisés notamment par les conditions anoxiques dans la zone sud du grand étang. Le rôle de tels apports sur la dégradation de la qualité des eaux et de l'écosystème de l'étang reste à confirmer et évaluer.

Macrophytes et peuplements de moules

31 stations littorales sont suivies en plongée sous-marine annuellement au mois de juin (période de plus forte végétation) et un indice d'abondance est calculé pour chacune des espèces de macrophytes présentes. En 2013, en ce qui concerne les phanérogames, l'espèce *Ruppia cirrhosa* est observée de façon ponctuelle sur une station (étang du Batidou), *Potamogeton pectinatus* n'est plus présent et *Zostera noltii* est observée sur 3 stations (delta de l'Arc, Pointe de Berre, étang de Vaïne). La représentation des herbiers de *Zostera* demeure extrêmement faible au regard de l'ensemble de l'étang de Berre. Par ailleurs, les herbiers restent cantonnés au proche rivage, généralement à moins de 50 m de distance de la côte.

Les Chlorobiontes, sont représentées dans l'étang de Berre par les espèces du genre *Ulva* en lames (« laitues de mer ») et en tubes (ex. *Enteromorpha*) et *Cladophora* dont les populations se sont globalement développées depuis le début des années 1990. Les ulves en particulier ont montré des proliférations maximum dans les années 2002-2004 et se maintiennent depuis à des hauts niveaux de recouvrement (IAM moyen de 110 pour *Ulva* en 2013). Notons que les échouages massifs d'ulves sur les rivages et dans les faibles profondeurs, outre les nuisances qu'elles génèrent, constituent une contrainte supplémentaire à la croissance des herbiers de phanérogames.

Les Rhodobiontes *Gracilaria* et les Ceramiales (*Polysiphonia*, *Callithamnion*) sont également bien représentés le long du rivage. Depuis 2006, leur abondance cumulée a augmenté et se maintient à des niveaux élevés en 2013 (IAM moyens respectifs de 81 et 38). Elles restent le deuxième groupe d'espèces le plus abondant, après les Ulves, au sein de l'étang de Berre. Ces algues rouges, les

Gracilaires en particulier, s'accumulent également dans les faibles profondeurs et le long du rivage, sous l'action du vent et des courants et s'échouent sur les plages.

Les peuplements littoraux de moules de méditerranée, *Mytilus galloprovincialis*, ont été observés sur l'ensemble des 30 stations suivies dans le grand étang et dans Vaïne. Ils se développent dès les premiers mètres du rivage, juste en dessous de la surface de l'eau, pour la majorité des stations. En 2013, l'Indice d'Abondance Moyen (IAM) de *M. galloprovincialis* s'échelonne de 0 à 500 en fonction de la localisation des peuplements, selon un schéma de répartition qui reste globalement identique depuis 2006 : les plus fortes abondances (IAM supérieur à 300) sont observées à proximité de la Mède, de Martigues et du canal de Caronte, à l'embouchure de l'Arc et dans l'anse du Ranquet.

La moule introduite *Musculista senhousia* a été observée en 2013 sur 24 des 29 stations suivies dans le grand étang et dans Vaïne. La encore, le schéma de répartition des deux espèces a peu varié depuis 2006, *M. senhousia* étant minoritaire dans les plus faibles profondeurs (entre le rivage et 20-30 m du bord), tandis qu'elle est plus abondante en s'éloignant vers le large. En 2013, les indices d'abondance de *M. senhousia* s'échelonnaient de 0 à 340 (soit des IAM plus faibles que ceux observés pour *M. galloprovincialis*) les plus fortes abondances étant relevées vers le delta de l'Arc et dans le nord du Grand étang. Les peuplements de *Musculista senhousia* montrent des évolutions spatiale et temporelle relativement marquées d'une année à l'autre, ce qui confirme le caractère opportuniste accordé à cette espèce introduite.

Herbiers de Zostères

De par leur importance patrimoniale (*Zostera noltii* est une espèce protégée), les herbiers de zostères font l'objet d'un suivi particulier dans l'étang de Berre qui porte sur les surfaces couvertes et les principaux indicateurs de vitalité. En 2013 encore, à l'échelle de l'étang de Berre, les herbiers de *Z. noltii* restent à l'état de vestige et ne peuvent être considérés comme fonctionnels sur le plan écologique.

Le suivi des herbiers porte sur le relevé annuel, au mois de juin (période de plus forte végétation) de leur abondance le long de 31 transects littoraux. Les herbiers, présents à l'état de reliques, restent cantonnés à 2-3 sites dans l'étang. On note depuis 2010 la présence de taches d'herbier en progression dans l'étang de Vaïne.

Sur deux sites témoins, la pointe de Berre et le delta de l'Arc, les surfaces couvertes par les herbiers sont relevées à l'aide de photographies aériennes couplées à des vérités terrain. Sur ces sites témoins, les herbiers ne constituent pas de ceinture continue et restent sous la forme de taches semi-circulaire différenciées, de taille métrique à décamétrique. Leur extension est limitée aux fonds de profondeur inférieure à 1.2 m. Sur le site de la pointe de Berre, les surfaces couvertes ont progressé entre 2007 et 2010 par la croissance de la taille individuelle des taches les plus grandes, ainsi que par le développement de petites taches, probablement issues de la dispersion de propagules (boutures ou graines). Depuis les surfaces couvertes sont restées stables et ne représentent toujours qu'une très faible proportion de la surface potentiellement colonisable (respectivement 0.2 et 6% pour les sites de l'Arc et de Berre). Les colonies isolées observées en 2012 au-delà de la limite inférieure des herbiers continus n'ont pas été retrouvées en 2013. Une cartographie par photographies aériennes, étendue à l'ensemble du littoral de l'étang de Berre, en juin 2009, a montré le maintien des taches d'herbiers présentes dans le bassin de délimonage de Saint-Chamas et relevées en 2005. Une actualisation de cette cartographie est prévue en 2014, elle permettra notamment de caractériser les taches d'herbier observées ces dernières années dans l'étang de Vaïne et le bassin de délimonage.

Sur les sites témoins de l'Arc et de la pointe de Berre est également réalisé le suivi de la vitalité des herbiers par la mesure *in situ* de paramètres morphologiques standardisés : densité de faisceaux, biomasse endogée (rhizomes + racines), biomasse épigée (feuilles) et biomasse des épiphytes et par

des prélèvements, positionnés de manière aléatoire au sein des taches d'herbier. Le protocole d'étude a porté préférentiellement sur des méthodes éprouvées et standardisées, et suit les objectifs et recommandations de la Directive Cadre. Les paramètres de vitalité des herbiers en place sont faibles comparativement à d'autres lagunes méditerranéennes. Ces paramètres fluctuent d'une année à l'autre mais ne montrent pas de progression significative. A l'échelle de l'étang de Berre, les herbiers de *Zostera noltii* restent à l'état de vestige et ne peuvent être considérés comme fonctionnels sur le plan écologique.

Les conditions du milieu et notamment la transparence de l'eau et la caractérisation des sédiments sont également relevés.

Enfin, une transplantation expérimentale de deux espèces de zostères, *Z. noltii* et *Z. marina* a été réalisée en juin 2009, la survie des transplants a fait l'objet d'un suivi régulier jusqu'en 2013. Depuis 2012, les transplants ne sont plus présents que sur trois sites (sur les six transplantés), avec des taux de survie qui ont diminué au cours du temps (inférieurs à 10%). Rappelons que les transplants avaient montré une mortalité de plus de 50% dans les 3 mois qui ont suivi les transplantations (été 2009). Le fort réchauffement des eaux avec le développement important d'épiphytes sur les zostères et d'algues sur les fonds, avaient alors contribué à la nécrose des transplants. La technique des boutures ou des pots ne semble pas avoir eu d'influence sur ces résultats. En revanche, il est clair que la tenue du transplant au départ de l'expérimentation et sa reprise sont bien meilleures si les zostères sont prélevées en motte et que la motte est conservée. Les bottes de 10 boutures isolées, transplantées ensemble, avaient une mauvaise tenue et ont été facilement arrachées par le ressac sur les fonds, le sable fin étant assez peu cohésif. Des études sont en cours dans le Contrat d'étang pour comprendre le rôle des facteurs hydrodynamiques sur la tenue des herbiers (collaborations EDF/GIPREB/CEREGE).

Les transplants qui se sont maintenus ont montré jusqu'en 2012 des croissances importantes (extension spatiale des transplants et augmentation du nombre de faisceaux). En 2013, cette croissance est moins évidente (seules les *Z. noltii* de l'Arc ont poursuivi leur progression en taille). Le site de l'Arc est celui où les taux de survie sont les plus élevés (jusqu'à 50%) avec des croissances horizontales importantes (jusqu'à 175 cm). En revanche, *Z. marina* qui s'est maintenu sur ce site jusqu'en 2012 avec des taux de survie et croissance importantes a quasiment disparu (seul un transplant persiste avec une régression en taille).

L'intégralité des résultats du suivi particulier des herbiers de *Zostera noltii* de 2006 à 2013 et des transplantations expérimentales est fournie en annexe 1 au présent rapport.

Macrofaune benthique

Les espèces de la macrofaune benthique de substrat meuble présentes dans l'étang de Berre appartiennent majoritairement à la biocénose Lagunaire Eurytherme Euryhaline (LEE). Cet assemblage est essentiellement présent sur la bordure côtière et s'appauvrit vers le large, avec l'augmentation de la profondeur. Ainsi, dans les secteurs les plus profonds du grand étang (qui représentent jusqu'à 60% des fonds de l'étang), soumis à des anoxies régulières, seuls quelques individus d'espèces pionnières sont observés. En effet, Les peuplements sont très directement soumis aux variations des conditions du milieu, et en particulier aux épisodes d'anoxies qui ont touché une grande partie des fonds de l'étang, à plusieurs reprises, au cours de la série temporelle (principalement en période estivale, en lien avec la stratification et l'eutrophisation des eaux de surface).

La zone centrale de l'étang apparaît ainsi comme une zone de grande fragilité au regard de la macrofaune benthique, l'absence de tout individu vivant pouvant y perdurer plusieurs mois. Les années 2010 et 2011 ont montré des changements par rapports aux années précédentes avec des

crises estivales peu ou pas marquées. Néanmoins, cette relative stabilité des peuplements dans le temps n'a pas favorisé une diversification des peuplements. De plus, la crise anoxique observée à l'automne 2011, liée à un bloom phytoplanctonique favorisé notamment par des températures élevées, montre la grande fragilité des peuplements vis-à-vis des conditions instables de cet écosystème eutrophisé. La situation en 2013 reste similaire avec des fluctuations importantes du peuplement (la richesse spécifique est au maximum de 2 espèces) et une chute des densités au cours de l'été.

Les peuplements de la bordure côtière, moins profonds, ont également souffert de conditions d'oxygénation très dégradées. Néanmoins, ces peuplements ont témoigné d'une bonne capacité à se reconstituer lorsque les conditions sont redevenues favorables. Moins exposés aux anoxies sévères, les peuplements de la bordure côtière présentent une certaine stabilité dans le temps. D'importants épisodes de mortalité tels qu'observés en 2006 au début du suivi n'ont plus été observés depuis.

La présence d'espèces à affinité marine (biocénose des Sables Vaseux de Mode Calme ; SVMC), qui constituaient l'essentiel du peuplement jusque dans les années 60, est notée à proximité du débouché du chenal de Caronte, qui relie l'étang avec le golfe de Fos. La localisation et l'étendue des différents assemblages n'ont pas montré de franche évolution entre 2004 et 2009. La prochaine cartographie des assemblages est prévue en 2014.

Le peuplement global pour 2013 reste caractérisé par des richesses spécifiques et des abondances faibles, dans un état majoritairement « mauvais » à « moyen » selon l'indice M-AMBI tel qu'il est utilisé actuellement dans le cadre de la DCE.

Enfin, notons la présence, en forte proportion, de la moule introduite *Musculista senhousia* au sein du peuplement benthique. Si son caractère invasif n'est pas mis en évidence, en particulier ses abondances semblent en diminution dans l'ensemble des stations suivies, il importe néanmoins de rester vigilant quant à l'impact que pourrait avoir le développement de cette espèce sur les espèces indigènes, notamment en terme d'occupation, voire de modification, des substrats.

Le détail des résultats du suivi des peuplements de la macrofaune benthique est fourni en annexe 2 au présent document.

Qualité bactériologique

Ce suivi initié depuis 2003 par le GIPREB à la demande des acteurs de l'étang de Berre, institutionnels, usagers professionnels et particuliers a vocation à renseigner les usagers du nautisme sur la qualité sanitaire des eaux en dehors des périodes et zones habituelles de baignade.

Les prélèvements sont réalisés par le GIPREB selon une fréquence mensuelle sur les 10 stations du suivi hydrologique et 12 stations correspondant aux mises à l'eau des bases nautiques, soit 252 analyses annuelles. Depuis 2012, les analyses sont réalisées par le Gipreb (méthode d'analyse Colilert/Enterolert®).

La grande majorité des résultats obtenus au cours de l'année 2013 témoignent d'une qualité d'eau majoritairement « bonne », au regard des seuils s'appliquant à la qualification de l'état sanitaire des eaux de baignade (sans application réglementaire pour la pratique du nautisme). Ponctuellement, certaines rampes de mise à l'eau et certains points du plan d'eau ont été momentanément déclassés par de mauvais résultats, induits par des épisodes orageux et des eaux de ruissellement conduisant à des pollutions locales. La qualité sanitaire des eaux de l'étang est donc globalement satisfaisante.

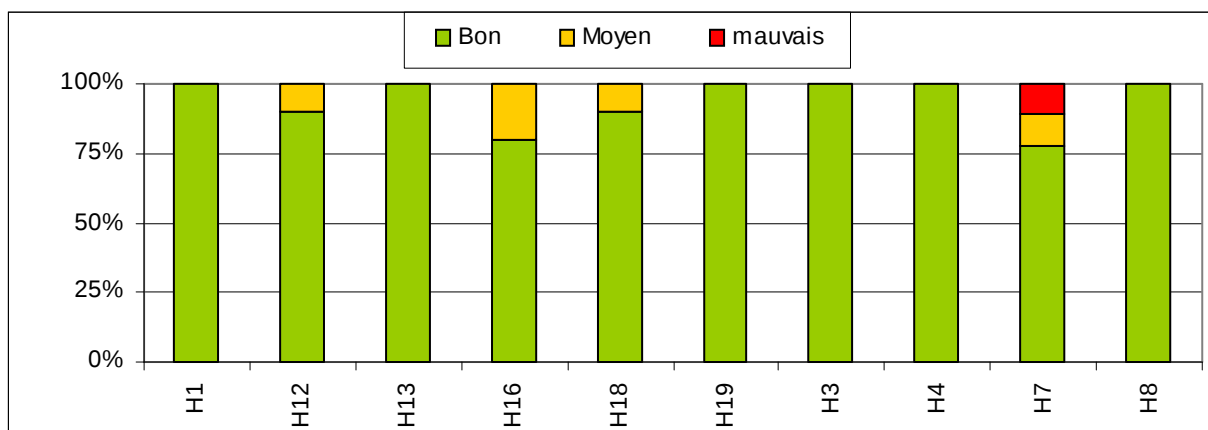
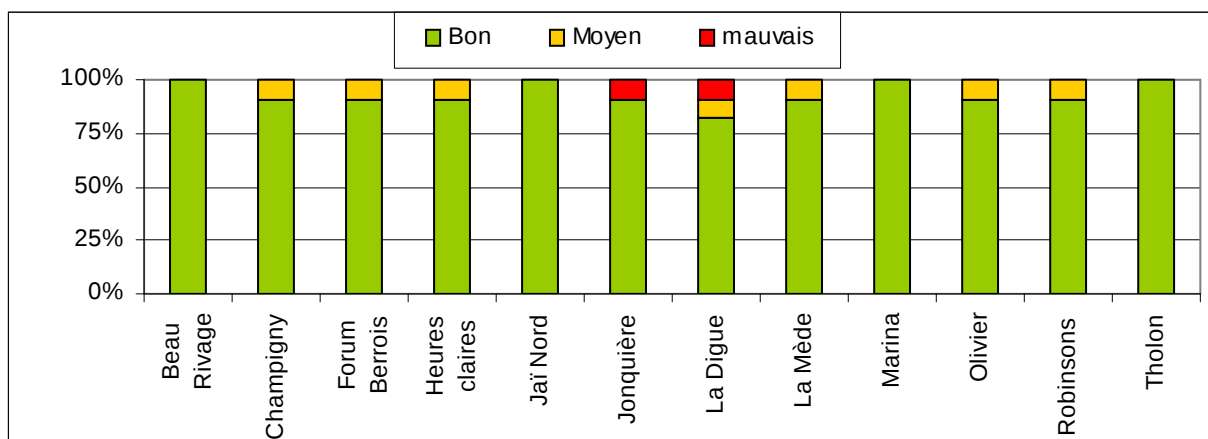


Figure 2. Qualité sanitaire des rampes de mise à l'eau et des stations du plan d'eau en 2013, selon les seuils réglementaires (Bon, Moyen, Mauvais) appliqués aux eaux de baignade.

Etat écologique de la masse d'eau au titre de la Directive Cadre sur l'Eau

L'objectif principal de la DCE consiste en une cartographie de l'état chimique actuel et de l'état biologique actuel de chaque masse d'eau pour les eaux côtières et les eaux de transition du district "Rhône et côtiers méditerranéens" :

- Etat chimique "agrégé" à partir de 41 substances prioritaires et dangereuses prioritaires, avec une représentation en deux classes d'état chimique.
- Etat biologique "agrégé" à partir des différents éléments de qualité, avec une représentation en cinq classes d'état biologique ;

Le bon état écologique d'une masse d'eau est alors, pour la DCE, défini comme étant le moins bon de ces deux états, avec identification du paramètre déclassant.

La campagne du programme de surveillance, réalisée en 2009, classait l'état écologique du Grand Etang comme « mauvais », et l'état écologique de l'étang de Vaine comme « médiocre ».

		BES			BEF		
ETE 2012		juin	juillet	août	juin	juillet	août
	O ₂ sat						
	Turbidité						
	PO ₄ ³⁻						
	NID						
	NO ₂						
	NO ₃						
	NH ₄						
	Chl <i>a</i>						
	Chl <i>a</i> + Pheo						
	N total						
	P total						
Etat colonne d'eau été							
	Picophytoplancton (< 3µm)						
	Nanophytoplancton (> 3µm)						
Etat phytoplancton été							

Tableau 1 : Etat écologique de la masse d'eau de l'étang de Berre en 2012 (Grand Etang en surface et au fond) selon les paramètres de l'eutrophisation et la grille de lecture DCE (source Ifremer)

		Berre Surface (BES)							Berre Fond (BEF)						
		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
	O ₂ sat	Orange	Jaune	Orange	Vert	Vert	Vert	Très bon*	Rouge	Rouge	Orange	Rouge	Rouge	Rouge*	Rouge*
	Turbidité	Très bon	Très bon	Très bon	Très bon	Très bon	Très bon	Très bon	Jaune	Jaune	Vert	Très bon	Vert	Très bon	Orange
	PO ₄ ³⁻	Très bon	Très bon	Très bon	Vert	Vert	Très bon	Très bon	Orange	Très bon	Très bon	Vert	Vert	Vert	Vert
	NID	Très bon	Très bon	Très bon	Très bon	Très bon	Très bon	Très bon	Rouge	Très bon	Vert	Très bon	Vert	Très bon	Vert
	NO ₂	Très bon	Très bon	Très bon	Très bon	Très bon	Très bon	Très bon	Très bon	Très bon	Très bon	Très bon	Très bon	Très bon	Très bon
	NO ₃	Très bon	Très bon	Très bon	Très bon	Très bon	Très bon	Très bon	Très bon	Très bon	Très bon	Très bon	Très bon	Très bon	Très bon
	NH ₄	Très bon	Vert	Très bon	Très bon	Très bon	Très bon	Très bon	Rouge	Vert	Jaune	Très bon	Vert	Très bon	Vert
	Chl <i>a</i>	Orange	Vert	Orange	Orange	Orange	Très bon	Vert	Orange	Vert	Jaune	Vert	Jaune	Orange	Jaune
	Chl <i>a</i> + Pheo	Orange	Très bon	Jaune	Jaune	Orange	Très bon	Très bon	Orange	Vert	Jaune	Très bon	Jaune	Orange	Orange
	N total	Vert	Très bon	**	Très bon	Très bon	Très bon	Très bon	Très bon	Très bon	**	Très bon	Très bon	Très bon	Jaune
	P total	Jaune	Vert	**	Jaune	Jaune	Vert	Vert	Orange	Jaune	**	Jaune	Jaune	Vert	Orange
Etat colonne d'eau été		Orange	Vert	Orange	Jaune	Orange	Vert	Vert	Rouge	Jaune	Jaune	Jaune	Jaune	Orange	Orange
Picophytoplancton (< 3µm)		Très bon	Jaune	Jaune	Vert	Jaune	Très bon	Vert	Rouge	Jaune	Vert	Vert	Jaune	Très bon	Vert
Nanophytoplancton (> 3µm)		Jaune	Orange	Jaune	Jaune	Orange	Orange	Très bon	Orange	Orange	Orange	Jaune	Orange	Jaune	Jaune
Etat phytoplancton été		Jaune	Orange	Jaune	Jaune	Orange	Orange	Vert	Rouge	Orange	Orange	Jaune	Orange	Jaune	Jaune

Légende :

Très bon	Très bon
Bon	Bon
Moyen	Moyen
Médiocre	Médiocre
Mauvais	Mauvais

* Pas de données O₂ en août 2011 et 2012. ** Pas de données en 2008.

Tableau 2 : Etat écologique de la masse d'eau de l'étang de Berre (Grand étang en surface et au fond) selon les paramètres de l'eutrophisation et les critères de la DCE de 2006 à 2012 (source Ifremer).

Acquisition complémentaires, programmes de recherche et thèse de Doctorats menés en partenariat avec les universités

En complément du suivi écologique et des études réalisées, le Gipreb participe à un certain nombre de programmes de recherche, appliquée ou plus fondamentale, dans lesquels l'étang de Berre apparaît comme « site atelier ». Les problématiques abordées par ces programmes rejoignent très directement celles liées à la réhabilitation de l'étang de Berre.

L'implication du Gipreb dans ces programmes se fait sous la forme de mise à disposition des données acquises dans le cadre du suivi écologique, plus ponctuellement d'un appui logistique, et de participation aux réunions de cadrage et de restitution. En contrepartie, le Gipreb bénéficie de l'effort de recherche mis en œuvre dans le cadre de ces programmes pour améliorer sa connaissance sur l'étang de Berre et les processus écologiques en jeu.

Le Gipreb a contribué à la réalisation d'un film documentaire sur l'étang de Berre et l'activité de recherche scientifique qui y est menée par les universitaires et le Gipreb. Ce film a été produit par le CNRS IMAGES (réalisateur Marcel Dalaize).

En outre le Gipreb est associé en tant que partenaire socio-économique à 5 thèses de doctorat, co-financées avec la Région PACA.

Au travers de ces collaborations, le travail effectué par le Gipreb sur l'étang s'enrichit régulièrement et gagne en visibilité.

- Floriane DELPY (Aix-Marseille Université-MIO), soutenue en mai 2013 : Etude de la biodiversité et de l'écophysiologie du zooplancton gélatineux, méduses et cténaires dans l'étang de Berre.
- Imen Zaghmouri (Aix-Marseille Université-MIO), soutenue en mars 2013. Impact des fluctuations de salinité sur le cycle de l'azote dans les sédiments de l'étang de Berre.
- Anne-Eléonore Paquier (Aix-Marseille Université CEREGE), soutenance prévue en 2014 : Interaction des dynamiques sédimentaires avec les herbiers de phanérogames (Zostères) en eau peu profonde dans l'étang de Berre.
- Severine Bayle (INRA - Aix-Marseille Université). Krigeage fonctionnel, développement méthodologiques et applications aux données environnementales fonctionnelles. Soutenance prévue en avril 2014.
- Mathilde Dugenne (Aix-Marseille Université - MIO), Analyse du phytoplancton à l'échelle individuelle et à haute fréquence dans l'étang de Berre. Soutenance prévue en 2016.

Ces travaux sont en cours, cofinancés notamment par la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur et le GIPREB.

OPERATION 2 – CONSTITUTION ET GESTION DE LA BASE DE DONNEES ET VALORISATION DES RESULTATS

L'Observatoire de milieu permet de centraliser les données, œuvre à la mutualisation des efforts de connaissance et d'acquisition des données, met à disposition les données acquises et travaille à la définition d'indicateurs écologiques (indicateurs d'état) et d'indicateurs de pression. Pour répondre à cette mission l'ensemble des résultats acquis par l'observatoire incrémente une base de données centralisée et gérée par le Gipreb. Les extractions de cette base de données peuvent ensuite être fournies aux utilisateurs de données (institutionnels ou privés tels que les bureaux d'étude), sous certaines conditions (notamment de propriété intellectuelle). Pour le grand public, les résultats font l'objet de rapports annuels de suivi et de tout autre support de valorisation qui peuvent s'avérer utiles dans le cadre des actions de réhabilitation.

Cette opération est réalisée de manière régulière et pérenne tout au long de l'année.

OPERATION 3 – MISE A JOUR ET VALORISATION DU MODELE DE CIRCULATION HYDRODYNAMIQUE

Le Gipreb a fait réaliser en 2004 un modèle de circulation qui intègre le Grand Etang, l'étang de Vaïne, le Bolmon, le canal du Rove et les échanges avec les bourdigues. Il s'agit d'un modèle de simulation des de l'hydrodynamisme tridimensionnel destiné à l'étude globale de l'étang.

Une mise à jour de la validation du modèle était devenue indispensable du fait de la richesse et de la variété des mesures acquises depuis 2007 sur l'étang de Berre (campagnes de mesures de salinité en continu dans 7 points de l'étang de Berre et de Vaine réalisée dans le cadre du suivi exceptionnel). Une nouvelle calibration sur la base des données de 2007 et d'une validation sur la base de 2008 semble adaptée aux nouveaux besoins et devrait permettre d'asseoir la robustesse du modèle et couvrir la plupart des événements climatologiques significatifs moyens.

La mise à jour du modèle est réalisée par la société NOVELTIS, l'année 2013 a été consacrée à la constitution du maillage de points de calcul. Ce maillage inclut l'étang de Bolmon et le canal du Rove avec une résolution augmentée (maillage raffiné) au niveau des points de connections entre les milieux (bourdigues et fenêtres). En outre, en compléments aux principaux tributaires (rivières et canal EDF) des points d'entrée ont été prévus au droit des principaux rejets d'eau douce identifiés durant l'étude sur les apports diffus par le bassin versant direct.

Le calage et la validation du modèle seront réalisés en 2014. A l'issue de la mise à jour, le modèle et les principaux résultats de simulation seront remis au Gipreb.

OPERATION 4 – CARACTERISATION DE L'EUTROPHISATION PAR LA MODELISATION DES TEMPS DE RESIDENCE

Le travail réalisé, notamment dans les lagunes du Languedoc-Roussillon a mis en évidence les relations fortes entre les niveaux trophiques des lagunes et le temps de résidence des masses d'eaux. Du temps de résidence dépend, en effet, le renouvellement de l'eau et donc le maintien temporel de conditions d'eutrophisation élevées, elles-mêmes générées par des apports excessifs en nutriments. L'analyse des temps de résidence est pertinente et prioritaire non seulement dans le travail qui se met en place sur le niveau d'eutrophisation de l'étang de Berre, mais également dans la construction d'outil d'aide à la décision pour une stratégie à plus long-terme de lutte contre l'eutrophisation. Des scénarios plus spécifiques encore pourraient ainsi être définis, comme par exemple, les périodes estivales en l'absence de vent, principales périodes d'anoxie des fonds

Il s'agira en s'appuyant sur le modèle d'hydrodynamique mis à jour, de cartographier le taux de renouvellement local moyen annuel, le taux de renouvellement local sur des fenêtres temporelles (journalier, mensuel, saisonnier), et le taux de renouvellement local moyen pour des conditions (scénarios) spécifiques (épisodes de mistral, rejets).

La réalisation de cette opération sera postérieure à la mise à jour du modèle de circulation hydrodynamique prévue pour s'achever à la fin 2014. Elle est donc programmée pour 2015.

OPERATION 5 – ETUDE DES PECHERIES

Un premier état des lieux de la ressource et de l'activité de pêche professionnelle a été réalisé par le Gipreb en 2009 et 2010. Les pêcheurs professionnels figurent parmi les usagers les plus directement concernés par la qualité du milieu et leur niveau d'activité renseigne directement sur l'état de la ressource. Un premier suivi de cette activité sera réalisé 5 ans après l'état initial, en 2015.

OPERATION 6 – CARACTERISATION QUANTITATIVE, SANITAIRE DES FOUSSEURS EN SUBSTRAT MEUBLE

Une première phase de cette opération a été menée en 2013 et a concerné d'une part l'étude des stocks en invertébrés benthiques du proche littoral et d'autre part l'état sanitaire des bivalves.

Caractérisation quantitative des invertébrés benthiques du proche littoral : en 2013 une pré-étude de faisabilité a été réalisée. 10 stations littorales régulièrement réparties autour de l'étang de Berre ont été échantillonnées à une profondeur de 1m, 3 engins de prélèvement testés (benne van-veen, benne orange-peel, carottier pour des volumes de sédiments compris entre 10 et 18 dm³). Le nombre d'espèces observées est compris entre 2 et 10, avec une richesse spécifique moyenne de 5.8 ce qui témoigne de faibles diversités. La majorité des espèces rencontrées sont caractéristiques de l'assemblage LEE (Lgaunaire Eurytherme Euryhalin) ainsi que quelques espèces accompagnatrice représentatives de l'assemblage SVMC (Sables Vaseux de Mode Calme). Les densités relevées montrent une extrême variabilité ; elles sont comprises entre 24 et 19 624 individus rapportés au m², avec une densité moyenne de 1 205 à 4 517 individus/m². La richesse taxonomique, la diversité spécifique les densités relevées permettent de regrouper certaines stations entre elles, celles-ci pouvant être géographiquement proches (répartition nord-sud) ou avec des caractéristiques de substrat similaire (sableux ou vaseux). Il a été montré que les résultats ne diffèrent pas de manière significative selon le mode de prélèvement retenu.

Cette étude se poursuivra en 2014 en testant d'autres techniques de prélèvement, au sein de quadrats ou le long de transects linéaires notamment, qui permettront d'échantillonner des surfaces plus importantes.

Caractérisation sanitaire des bivalves fousseurs : en 2013 une pré-étude de faisabilité a été réalisée (les études de zones étant régies par l'arrêté du 22 juillet 1995). Les prélèvements en plongée sous-marine à l'aide d'outils adaptés (grappe) ont ciblés coques (*Cerastoderma glaucum*) et palourdes (*Ruditapes decussatus*). 3 stations ont été échantillonnées (Pointe Monteau, Vaïne-Marettes, le Jaï) entre 0.6 et 1 m de profondeur. Les échantillons test n'ont pas montré de niveaux de contamination bactériologique (en E. Coli et Coliformes) ou organiques (en Cd, Hg, Pb, PCB et HAP).

La réalisation d'une étude de zone réglementaire pourrait être programmée courant 2014.

