

DDTM34
34207 SETE Cedex

Objet : Malaïgue 2018 sur la lagune de Thau – Demande d’informations complémentaires

Sète, le 08/10/2018

N/Réf. ODE/UL/LERLR 18/23

Affaire suivie par Marion RICHARD, chercheur en écologie marine des milieux exploités par la conchyliculture ; Rutger de Wit, Directeur de recherche au CNRS, UMR MARBEC ; Annie FIANDRINO, Responsable du laboratoire Environnement-Ressources de l’Ifremer en Région

V/Réf. Saisine DDTM34 du 17/09/2018 par message électronique

Par votre message électronique du 17/09/2018, vous sollicitez des compléments d’information suite à l’expertise fournie par l’Ifremer (Courrier Ifremer en date du 21/08/2018, N/Réf. ODE/UL/LERLR 18/16) sur le phénomène de malaïgue survenu en août dernier dans la lagune de Thau. Votre sollicitation porte sur les questions suivantes : (i) existe-t-il un lien direct entre le phénomène climatique et la mortalité des huîtres ? (ii) : peut-on écarter tout problème sanitaire, en lien avec les bactéries anaérobies qui se développent durant la malaïgue, dans la mortalité des huitres ?

Les éléments contextuels présentés dans notre précédente expertise sont repris ci-dessous Des éléments issus d’une revue bibliographique viennent préciser l’impact des épisodes anoxiques sur les mortalités d’organismes marins.

1. Contexte météorologique

Les chaleurs atmosphériques de caractère exceptionnel, enregistrées par Météo-France entre le 24 juillet et le 12 août 2018, associées à une période de vent faible majoritairement inférieur à 20 km.h⁻¹, ont favorisé le développement du phénomène de stress hypoxique et anoxique¹ connu localement sous le nom de « malaïgue ». Les températures élevées ont induit : i) une augmentation excessive de la température de l’eau (supérieure à 29°C du 2 au 8 août - Figure1) ; ii) une diminution de la solubilité

¹ Etat du milieu en fonction des concentrations en oxygène (mgO₂.L⁻¹)

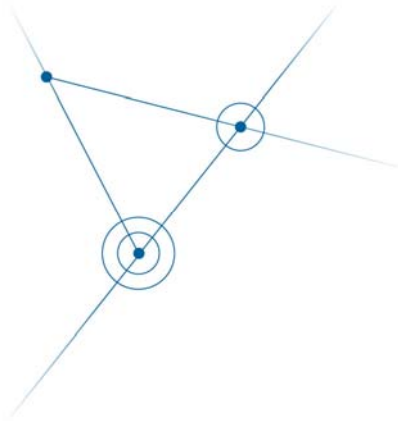
Anoxie (malaïgue)	Hypoxie	Stress biologique	Etat satisfaisant
< 0.05 mgO ₂ .L ⁻¹	0.05 < < 2 mg O ₂ .L ⁻¹	2 < < 5 mg O ₂ .L ⁻¹	> 5 mg O ₂ .L ⁻¹

Institut français de Recherche pour l’Exploitation de la Mer
Établissement public à caractère industriel et commercial

Station de Sète
Avenue Jean Monnet
CS 30171
34203 Sète cedex - France
+33 (0)4 99 57 32 00

Siège Social
155, rue Jean-Jacques Rousseau
92138 Issy-les-Moulineaux Cedex
France
R.C.S. Nanterre B 330 715 368
APE 7219Z
SIRET 330 715 368 00297
TVA FR 46 330 715 368
+33 (0)1 46 48 21 00

www.ifremer.fr



de l'oxygène dissous dans l'eau². En outre, l'absence de vent a limité la circulation et le mélange des masses d'eau dans la lagune ainsi que les processus de ré-oxygénation de la colonne d'eau par l'air. Ces conditions exceptionnelles se sont également cumulées à celles d'un début d'année pluvieux : le cumul des précipitations sur les six premiers mois de l'année 2018 est équivalent au cumul annuel moyen – de l'ordre de 544 mm.an⁻¹ sur la période 1994-2016 (Bec *et al.*, 2018).

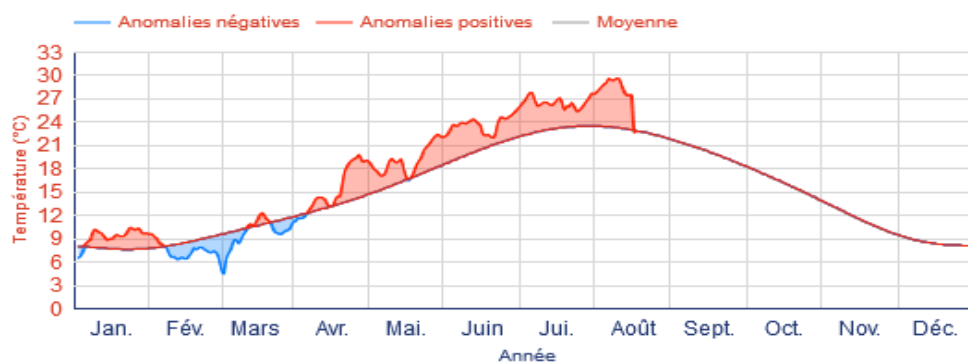


Figure 1 : Courbe de température de l'eau (moyennes journalières) du 1 janvier 2018 au 12 août 2018 avec une comparaison de la température moyenne des 15 dernières années. Les données sont acquises dans le cadre de l'observatoire Ifremer Ecoscopa/Velyger sur la table expérimentale de l'Ifremer en zone de Marseillan.

Les apports d'azote et de phosphore en provenance des bassins versants lors des événements pluvieux et les températures printanières supérieures à la moyenne (Figure 1) ont augmenté la productivité du milieu et ont vraisemblablement favorisé la production de macroalgues.

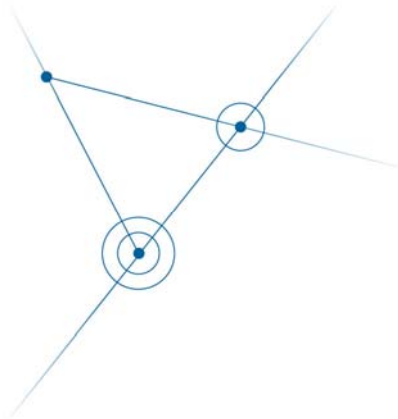
2. Observations *in situ*

Dans ces conditions, la demande en oxygène a fortement augmenté durant l'été, en lien avec les processus de respiration des organismes vivants et de dégradation puis de minéralisation de la matière organique. Les processus de production d'oxygène dans la colonne d'eau étant limités, ils n'ont pu compenser cette demande et le stock d'oxygène disponible dans la colonne s'est épuisé durant l'été.

Le suivi préventif malaïque porté par le SMBT³ a mis en évidence dès le 3 août 2018 des concentrations en oxygène dissous au fond, inférieures à 0.5 mgO₂.L⁻¹ sous les tables conchylicoles situées à terre et en milieu de colonnes des zones de Bouzigues, Mèze et Marseillan. Les 6 et 7 août, l'hypoxie a gagné la totalité de la colonne d'eau sur les bordures et au niveau des tables conchylicoles de Mèze et de Marseillan illustrant l'épuisement progressif du stock d'oxygène disponible dans la colonne d'eau.

² La solubilité de l'oxygène dans l'eau (généralement appelée « saturation ») correspond à la concentration d'équilibre, en oxygène dissous, lorsque l'atmosphère et l'eau sont en contact. En l'absence de processus biologiques (qui peuvent produire ou consommer de l'oxygène) la valeur de saturation dépend principalement de la température de l'eau et de la salinité : la quantité d'oxygène disponible dans l'eau décroît avec l'augmentation de la température.

³ <http://www.smbt.fr/content/le-suivi-pr%C3%A9ventif-mala%C3%AFgue>



3. Revue bibliographique sur les phénomènes d'hypoxie et leur impact sur les organismes marins

L'effet de l'hypoxie sur les organismes marins est largement étudié (Diaz & Rosenberg 1995, Diaz 2001, Gray *et al.*, 2002, Vaquer-Sunyer & Duarte 2008, Riedel *et al.*, 2012, 2014).

La sensibilité des organismes à un épisode d'anoxie dépend de leur capacité de mobilité, de leur physiologie, de leur relation avec le sédiment et de leur régime trophique.

En ce qui concerne les invertébrés, ces derniers deviennent sensibles aux variations d'oxygène lorsque le pourcentage de saturation en oxygène est inférieur à 25%. De nombreuses études rapportent que les crustacés sont les moins tolérants à l'hypoxie, suivis des polychètes et des mollusques (Diaz & Rosenberg 1995, Gray *et al.* 2002).

En outre, en condition d'anoxie, les processus de minéralisation de la matière organique sont régis par des processus anaérobies, utilisant différents agents oxydants, tels que notamment les sulfates (SO_4^{2-}) contenus dans le sédiment et les eaux interstitielles (Diaz & Rosenberg 1995).

Les bactéries qui interviennent dans ce processus sont des bactéries sulfatoréductrices, présentes dans la zone anoxique des sédiments. Pour la plupart, elles appartiennent au groupe des delta-protéobactéries et sont généralement organohétérotrophes, c'est-à-dire qu'elles utilisent la matière organique comme source d'énergie et comme source de carbone pour leur croissance. Elles utilisent le sulfate comme alternative à l'oxygène - on parle alors de sulfato-respiration - et le convertissent en sulfure d'hydrogène (H_2S , très toxique).

Le relargage de sulfures sous la forme de sulfure d'hydrogène peut être mortel pour les organismes vivants, tout au moins pour les organismes pluricellulaires. Les mortalités, en condition anoxique, peuvent alors découler d'un effet combiné d'asphyxie et d'empoisonnement par les sulfures sous le seuil des $0.5 \text{ mgO}_2 \cdot \text{L}^{-1}$ (Gray *et al.* 2002).

En revanche, il n'existe pas, à notre connaissance, de bactéries sulfatoréductrices qui sont des pathogènes reconnus pour l'huître. La prolifération de bactéries sulfatoréductrices dans les tissus d'animaux déjà malades pourra toutefois aggraver la santé de ces animaux ou de ces plantes. Citons pour exemple, le black band disease (BBD) des coraux dans lequel les bactéries sulfatoréductrices interviennent de façon secondaire.

Institut français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer
Établissement public à caractère industriel et commercial

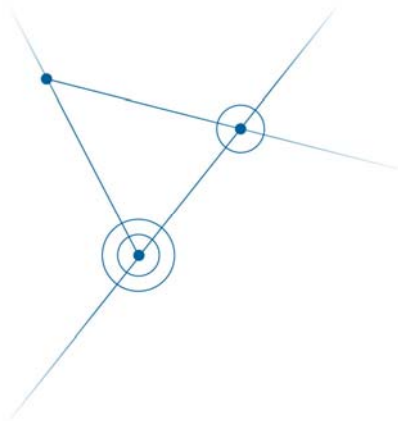
Station de Sète

Avenue Jean Monnet
CS 30171
34203 Sète cedex - France
+33 (0)4 99 57 32 00

Siège Social

155, rue Jean-Jacques Rousseau
92138 Issy-les-Moulineaux Cedex
France
R.C.S. Nanterre B 330 715 368
APE 7219Z
SIRET 330 715 368 00297
TVA FR 46 330 715 368
+33 (0)1 46 48 21 00

www.ifremer.fr



4. Interprétation de l'Ifremer

Les conditions anoxiques, rencontrées dans la lagune de Thau entre le 24 juillet et le 12 août, accompagnées de relargage de sulfure d'hydrogène constituent une cause avérée de mortalités des organismes marins et sont à l'origine des mortalités d'huîtres survenues durant cet épisode de malaïgue. Ces mortalités ne peuvent être imputées directement à la présence de bactéries sulfatoréductrices car à notre connaissance ces bactéries ne sont pas pathogènes pour les animaux.

Nous restons à votre disposition si de plus amples détails devaient être apportés sur la thématique des malaïgues en lagune méditerranéenne.

Je vous prie d'agréer, l'expression de mes salutations distinguées.

Le directeur de la Station Ifremer de Sète

**Institut français de Recherche
pour l'Exploitation de la Mer**
Établissement public à caractère
industriel et commercial

Station de Sète
Avenue Jean Monnet
CS 30171
34203 Sète cedex - France
+33 (0)4 99 57 32 00

Siège Social
155, rue Jean-Jacques Rousseau
92138 Issy-les-Moulineaux Cedex
France
R.C.S. Nanterre B 330 715 368
APE 7219Z
SIRET 330 715 368 00297
TVA FR 46 330 715 368
+33 (0)1 46 48 21 00

www.ifremer.fr

References :

Bec B, Derolez V, Cesmat L, Pete R, Richard M (2018) CAPATHAU: Capacité trophique de la lagune de Thau. Livrable I: Evolution temporelle de l'état écologique de la lagune de Thau et des performances de coquillages en élevage au regard de la réduction des apports issus du bassin versant et des changements cl.

Diaz RJ (2001) Overview of Hypoxia around the World. *J Environ Qual* 30:275–281

Diaz RJ, Rosenberg R (1995) Marine benthic hypoxia: A review of its ecological effects and the behavioural responses of benthic macrofauna. *Oceanogr Mar Biol Annu Rev* 33:245–303

Gray JS, Wu RS, Or YY (2002) Effects of hypoxia and organic enrichment on the coastal marine environment. *Mar Ecol Prog Ser* 238:249–279

Riedel B, Pados T, Pretterebner K, Schiemer L, Steckbauer A, Haselmair A, Zuschin M, Stachowitz M (2014) Effect of hypoxia and anoxia on invertebrate behaviour: ecological perspectives from species to community level. *Biogeosciences* 11:1491–1518

Riedel B, Zuschin M, Stachowitsch M (2012) Tolerance of benthic macrofauna to hypoxia and anoxia in shallow coastal seas: a realistic scenario. *Mar Ecol Prog Ser* 458:39–52

Vaquer-sunyer R, Duarte CM (2008) Thresholds of hypoxia for marine biodiversity. *Proceedings Natl Acad Sci United States Am* 105:15452–15457