

Olivier ROGER  
Direction Départementale des Territoires et de de la  
Mer de la Gironde  
Service Agriculture Forêt et Développement Rural  
Cité Administrative  
2 rue Jules Ferry - Boîte 90  
33090 BORDEAUX CEDEX

Arcachon, le 28/04/2023

**Objet** : Rapport d'expertise sur un éventuel lien de causalité entre un automne chaud et les mortalités ostréicoles.

Expertise Ifremer n° 23-018 préparée par Myriam Perrière-Rumèbe, Guillaume Bernard et Claire Meteigner. Relecture et validation par Christian Béchemin et Elvire Antajan. Cette expertise a été réalisée conformément au processus interne P9 (« produire des expertises et fournir des avis ») certifié ISO-9001 et selon la charte de l'expertise et de l'avis de l'Ifremer. Les experts ayant réalisé l'expertise ont indiqué l'absence de liens d'intérêt avec le demandeur et le sujet de la demande.

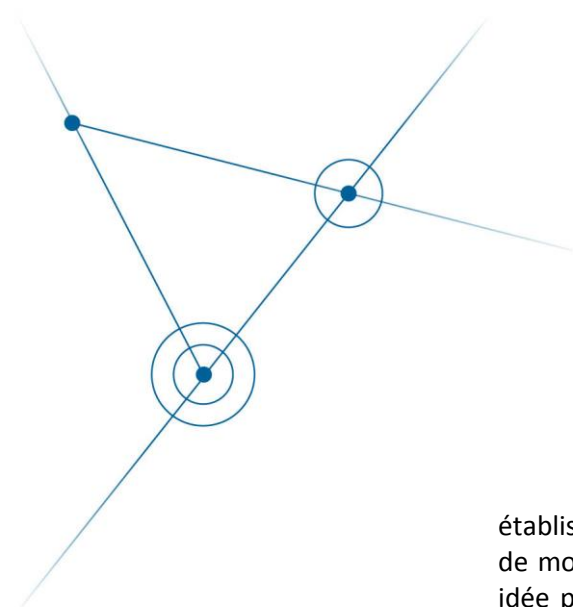
N/Réf. : Département Océanographie et Dynamique des Écosystèmes (ODE)  
Laboratoire Environnement et Ressources d'Arcachon (LER/AR)  
Expertise Ifremer n° 23-018

Monsieur,

Par votre courriel du 17 mars 2023, vous sollicitez une expertise de l'Ifremer permettant de déterminer si la surmortalité des huîtres touchant à la fois les naissains et les huîtres de 18 à 30 mois, constatée lors de la mission d'enquête ostréiculture du 8 mars 2023 a un éventuel lien de causalité avec un automne chaud, cela afin de pouvoir faire reconnaître cette surmortalité des huîtres au titre de la procédure des calamités agricoles.

Suite à votre demande, vous trouverez ci-après notre rapport d'expertise qui est organisé en quatre parties :

- Les deux premiers chapitres consignent les conditions météorologiques et hydrologiques de l'année 2022, comparées à celles des années précédentes ;
- le troisième chapitre présente les résultats de la mission d'expertise du 8 mars 2023 et ceux acquis par CAPENA sur le suivi de la mortalité de l'huître creuse dans différents sites du Bassin d'Arcachon. En effet, nous avons jugé préférable de nous appuyer sur ces données issues de protocoles bien

An abstract geometric diagram consisting of three blue dots connected by thin blue lines. One dot is at the top left, another at the top right, and the third at the bottom center. The top-right dot is enclosed in a single blue circle, and the bottom-center dot is enclosed in two concentric blue circles.

- enfin, le quatrième chapitre tente de répondre à la question de savoir si les conditions météorologiques exceptionnelles de l'automne 2022 peuvent expliquer les surmortalités d'huîtres observées cette année.

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

**Station d'Arcachon**  
Quai du Commandant Silhouette  
33120 Arcachon  
France  
+33 (0)5 57 72 29 92

**Siège Social**  
1625 route de Sainte-Anne  
CS 10070  
29280 Plouzané  
France  
R.C.S. Brest B 330 715 368  
APE 7219Z  
SIRET 330 715 368 00032  
TVA FR 46 330 715 368  
+33 (0)2 98 22 40 40

[www.ifremer.fr](http://www.ifremer.fr)



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

**Station d'Arcachon**  
Quai du Commandant Silhouette  
33120 Arcachon  
France  
+33 (0)5 57 72 29 92

**Siège Social**  
1625 route de Sainte-Anne  
CS 10070  
29280 Plouzané  
France  
R.C.S. Brest B 330 715 368  
APE 7219Z  
SIRET 330 715 368 00032  
TVA FR 46 330 715 368  
+33 (0)2 98 22 40 40

[www.ifremer.fr](http://www.ifremer.fr)

# 1 Conditions météorologiques de l'année 2022

## 1.1. Températures atmosphériques

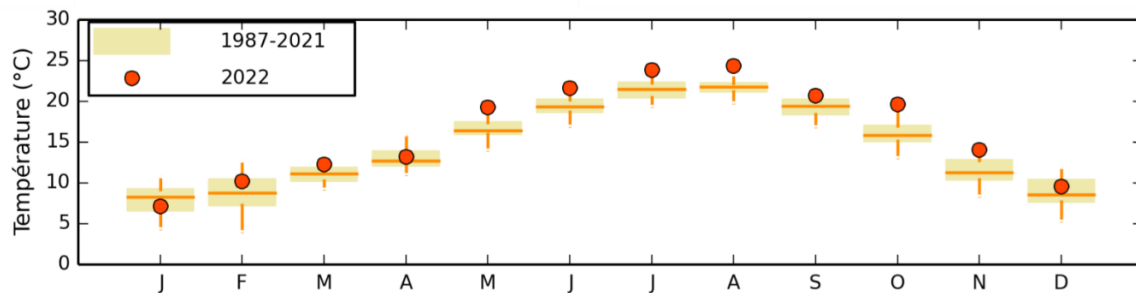


Figure 1 : Températures moyennes mensuelles de l'air enregistrées à la station Cap-Ferret (Données Météo France)

Du point de vue des températures atmosphériques, l'année 2022 a été la plus chaude jamais enregistrée depuis 1987, avec une température moyenne annuelle de 16,3°C. Les moyennes mensuelles de température étaient supérieures aux normales saisonnières de mai à novembre, c'est-à-dire toujours au-dessus du 75<sup>ème</sup> percentile de la distribution historique calculée sur la période 1987-2021. Ont été ainsi comptabilisés plus de 140 jours en 2022 caractérisés par des températures anormalement chaudes. La moyenne mensuelle d'octobre 2022 a de plus été la plus chaude jamais enregistrée pour ce mois avec 19,7 °C (23,1°C pour les maximales journalières et 16,2°C pour les minimales), supérieure de plus de 4 °C à la moyenne de la période 1987-2022 (Figure 1). Il est à noter que l'année 2022 a également été la moins venteuse jamais enregistrée, avec une énergie totale reçue de 3976,8 mégajoules à la station météo France du Cap-Ferret.

## 1.2. Précipitations

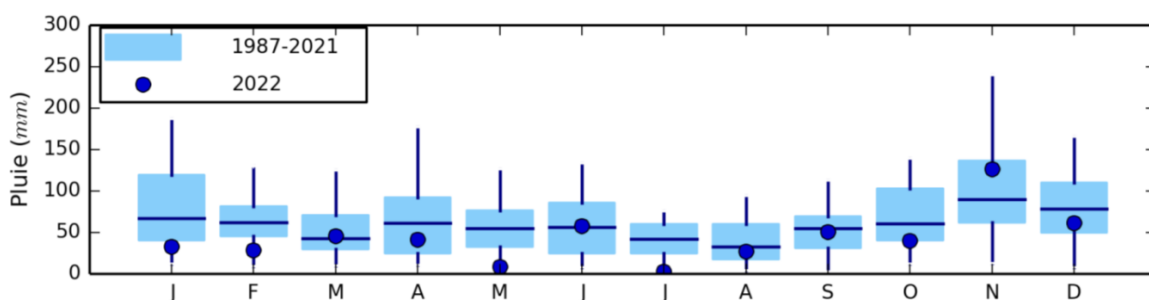


Figure 2 : Précipitations moyennes mensuelles enregistrées à la station Cap-Ferret (Données Météo France)

En matière de précipitations atmosphériques, l'année 2022 a été particulièrement sèche. Elle peut ainsi être définie comme la deuxième année la plus sèche depuis 1987 avec un total de 520,4 mm de pluie reçue à la station Cap-Ferret. Seul le mois de novembre 2022 peut être considéré comme particulièrement pluvieux avec un total de 126,1 mm de pluie (Figure 2). Cette valeur reflétant cependant une certaine normalité pour un mois de novembre, puisque se situant en dessous du 75<sup>ème</sup> percentile de la distribution historique sur la période 1987-2021.

### 1.3. Débit de l'Eyre

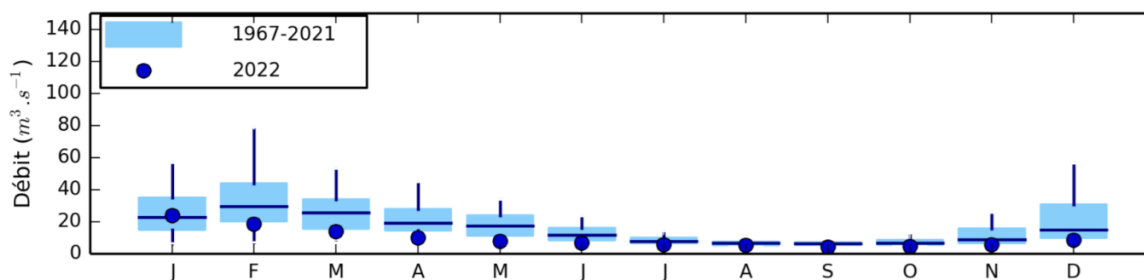


Figure 3 : Débit moyen mensuel de l'Eyre à Salles (Données DREAAL)

Les débits de l'Eyre ont été particulièrement bas tout au long de l'année 2022. Le débit moyen calculé sur l'année, de  $9,4 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , est classé comme le 5<sup>ème</sup> plus faible depuis 1967. Les moyennes mensuelles mesurées en 2022 ont été également inférieures à la normale (en dessous du 75<sup>ème</sup> percentile de la distribution historique 1967-2021) du mois de février au mois de décembre (Figure 3). En particulier, le mois de septembre 2022 a été le troisième mois avec les débits les plus faibles depuis 1967 avec un débit de  $4,3 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ .

#### Synthèse sur les conditions météorologiques :

L'année 2022 se place au 1<sup>er</sup> rang de l'année la plus chaude (avec des températures atmosphériques exceptionnellement chaudes en fin d'automne) et au 2<sup>nd</sup> rang de l'année la plus sèche jamais enregistrée depuis 1987.

De plus, les débits de l'Eyre, principale source d'apport d'eau douce continentale du Bassin d'Arcachon ont été très faibles tout au long de l'année.

## 2 Conditions Hydrologiques de l'année 2022 (Données IFREMER, réseau ARCHYD)

### 2.1. Présentation du réseau ARCHYD (ARCachon HYDrologie)



Figure 4 : Répartition des stations du réseau ARCHYD

Le réseau ARCachon HYDrologie (ARCHYD) est assuré par l'Ifremer d'Arcachon depuis 1988. Il comprend **7 stations** réparties sur l'ensemble de la baie (Figure 4). Ce réseau a pour objectif d'évaluer les niveaux et tendances des paramètres hydrologiques dans le Bassin d'Arcachon. Quatre niveaux de variabilité sont analysés : spatiale, tidale, saisonnière et inter-annuelle. Les mesures et échantillonnages sont réalisés à une fréquence hebdomadaire, alternativement à l'étales de basse mer (par fort coefficient) et à l'étales de pleine mer (par faible coefficient). Le Tableau 1 liste les paramètres mesurés ou analysés dans le réseau ARCHYD.

Tableau 1 : Paramètres mesurés/analysés dans le réseau ARCHYD

Paramètre	Niveau		Début de la série
	Surface	Fond	
Température	+	(+)	1988 (1992)
Salinité	+	(+)	1988 (1992)
Chlorophylle a	+		1988
Phéopigments	+		1988
Nitrate + nitrite	+		1988
Silicate	+		1988 (manquant de 1995 à 1999)
Ammonium	+		1989
Matières en suspension	+		1989
Matière organique	+		1989
Phosphate	+		1993
Turbidité	+	+	2008
Oxygène dissous	+	+	2008

## 2.2. Température de l'eau

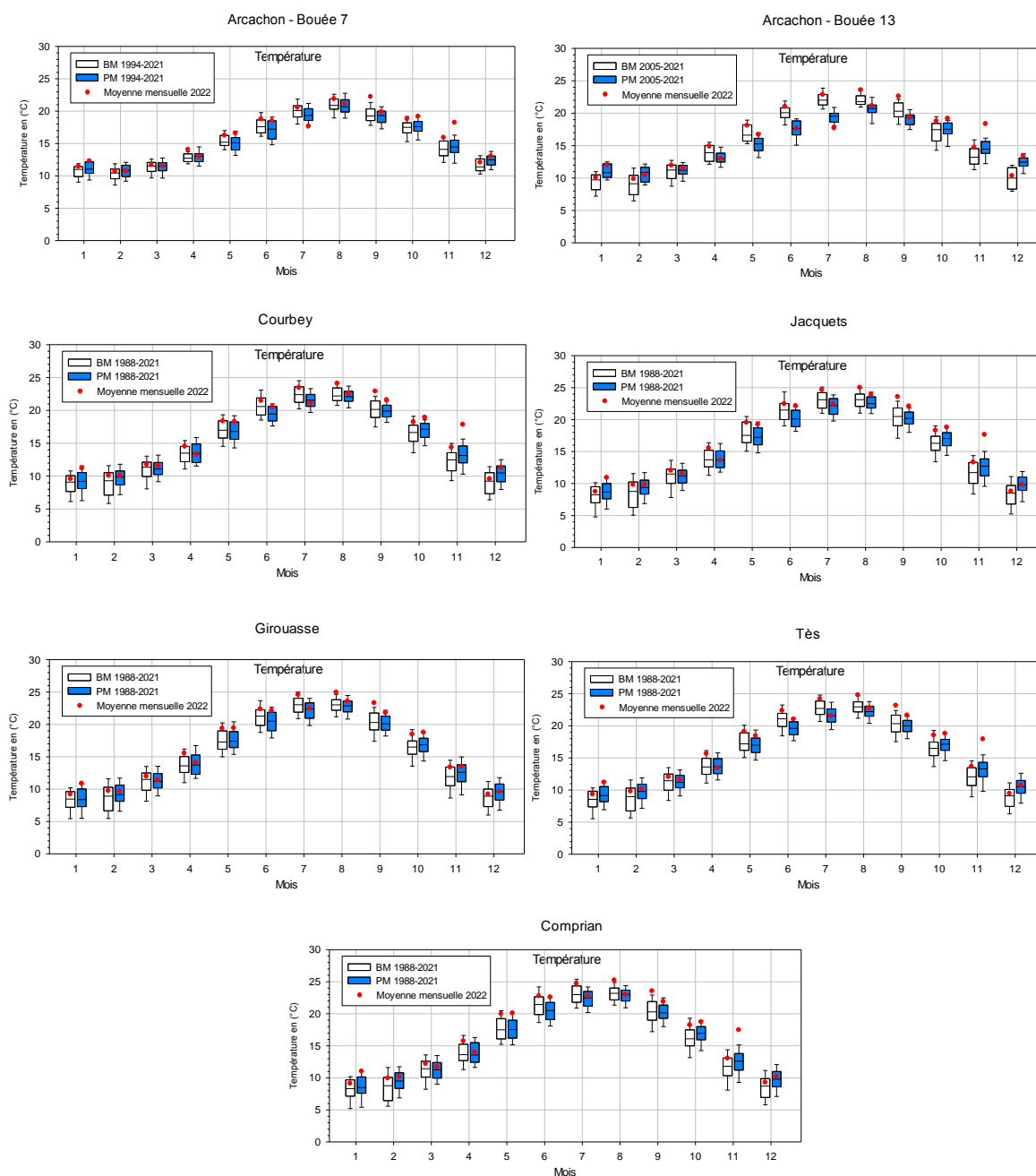


Figure 5 : Température de l'eau de mer mesurée sur les différentes stations. Projection des données 2022 (point rouge) sur les données historiques (BoxPlot). Données ARCHYD

Pour toutes les stations de prélèvement du réseau ARCHYD, la température de l'eau en surface a été particulièrement chaude durant l'année 2022, suivant globalement les tendances observées pour les températures atmosphériques (Figure 5). Les moyennes mensuelles mesurées à la fois à pleine mer et à basse mer étaient supérieures aux normales de mai à novembre (c'est-à-dire dépassant le 75<sup>ème</sup> percentile de la distribution historique), exception faite du mois de juillet 2022 pendant lequel les températures à pleine mer était conforme aux normales historiques et même plus froides pour les stations les plus « océaniques » (Bouée 7, Bouée 13). La relative décorrélacion avec les températures atmosphériques élevées du mois de juillet s'explique probablement en raison de vents d'Est, dominants en juillet 2022, qui poussent les eaux de surface vers le large permettant ainsi la remontée d'eau profonde plus froide à la côte (phénomène d'upwelling côtier).



Les températures des eaux de surface ont ainsi été, à l'échelle de l'ensemble du Bassin d'Arcachon, constamment supérieures à 16°C de mai à novembre 2022. Fait notable, les températures enregistrées à pleine mer pendant le mois de novembre 2022 ont été les plus chaudes jamais mesurées pour ce mois (sauf à la station Girouasse), dépassant en moyenne 18°C aux stations Bouée 7, Bouée 13, Courbey et Jacquets (Figure 5).

### 2.3. Salinité

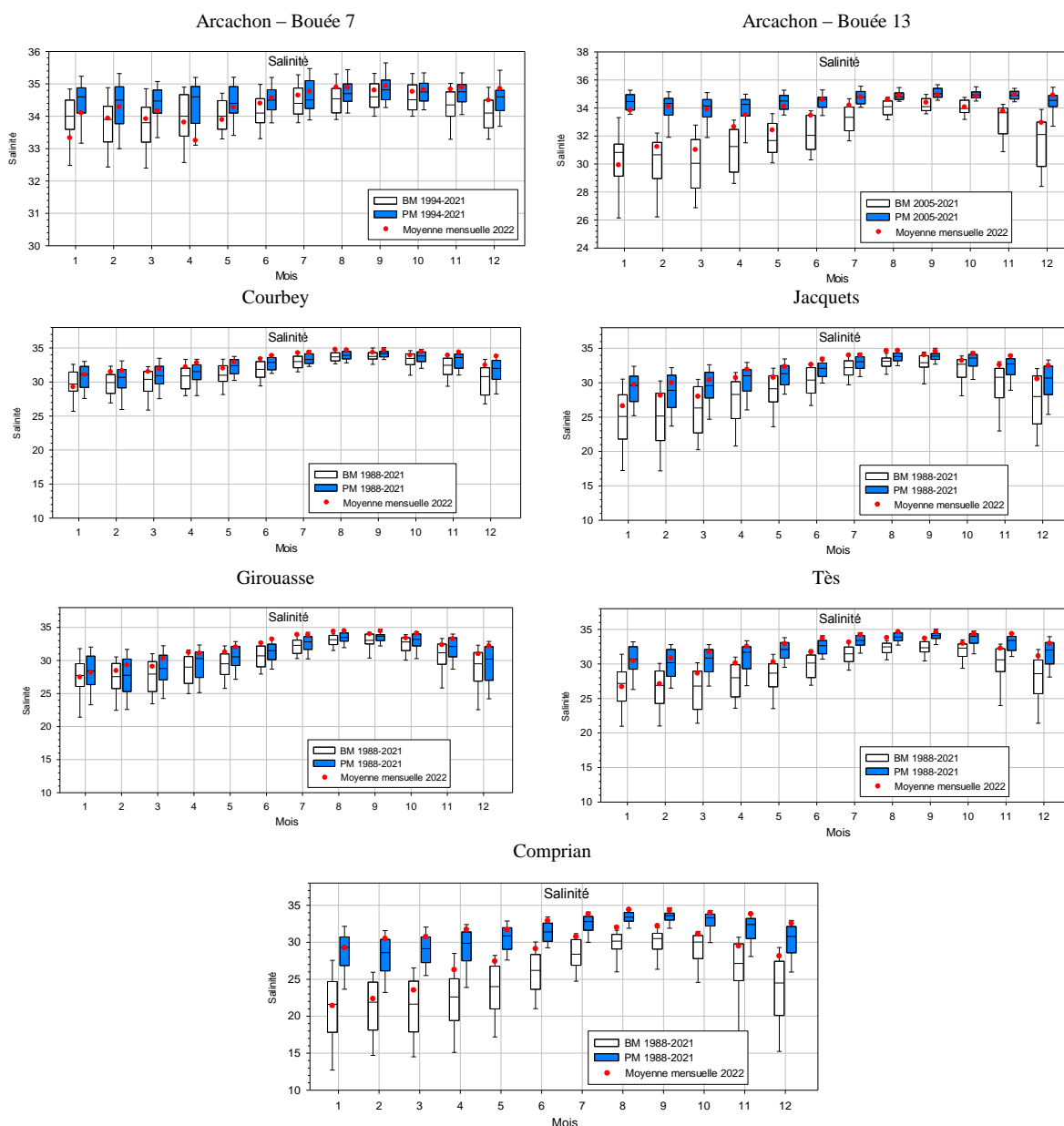
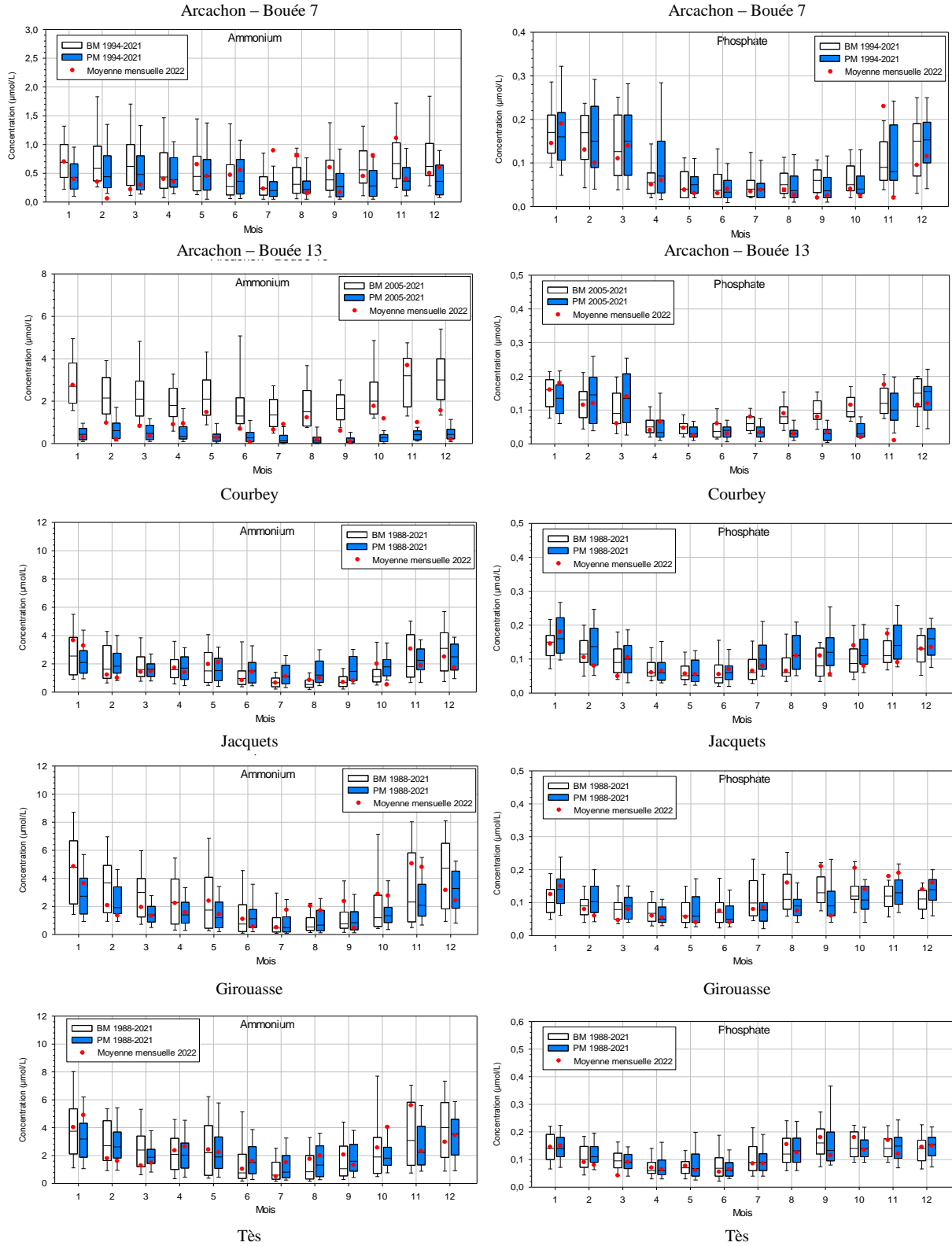


Figure 6 : Salinités mesurées sur les différentes stations. Projection des données 2022 (point rouge) sur les données historiques (BoxPlot). Données ARCHYD

En accord avec les faibles apports en eau douce dans le milieu, indiqués par les données de précipitations et les débits fluviaux de l'Eyre, la salinité a été pendant l'année 2022, particulièrement élevée, et au-dessus des normales historiques de mai à novembre dans les sept stations du réseau ARCHYD (Figure 6).

## 2.4. Nutriments



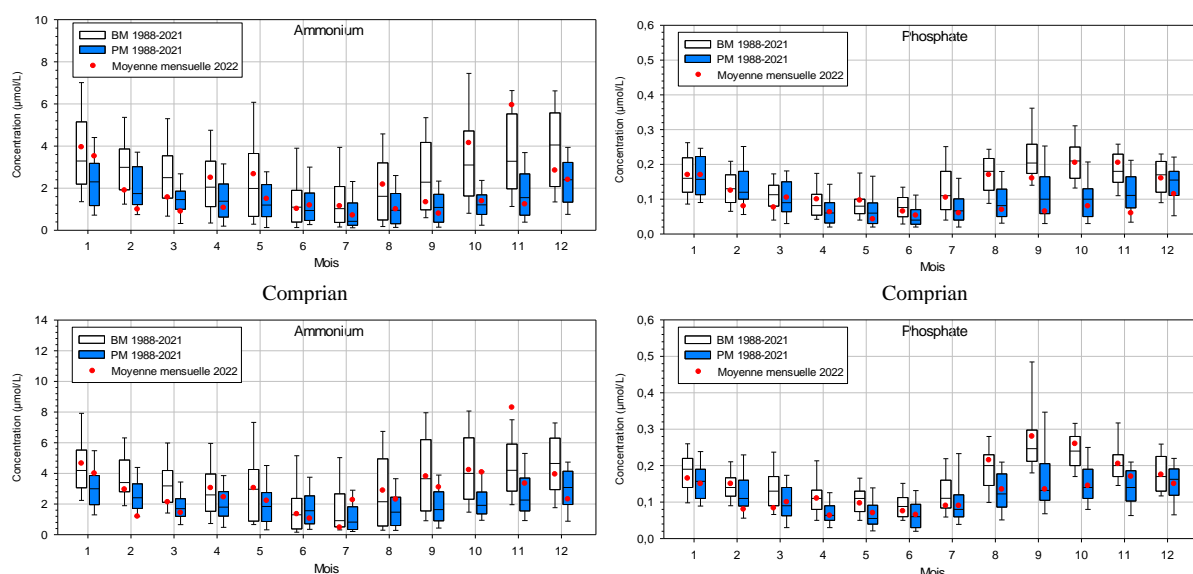


Figure 7 : Teneurs moyennes en nutriments (ammonium et phosphate) dans les eaux de surface des différentes stations  
Projection des données 2022 (point rouge) sur les données historiques (BoxPlot). Données ARCHYD

Le terme « nutriments » désigne l'ensemble des composés chimiques essentiels au maintien et à la croissance des cellules algales, et plus généralement des organismes vivants, car ils leur fournissent l'énergie nécessaire pour leurs fonctions métaboliques.

Les éléments nutritifs sont des descripteurs hydrologiques indispensables à l'étude ou à la caractérisation d'un écosystème marin. Indirectement, ils peuvent avoir des répercussions sur l'activité humaine (la pêche, la conchyliculture,...) car leur disponibilité conditionne la production primaire sur laquelle se développe ensuite l'ensemble de l'activité biologique du milieu.

Les concentrations des eaux de surface en nutriments (ammonium et phosphate) reflètent la disponibilité de ceux-ci pour la production primaire locale et la croissance du phytoplancton, principale ressource nutritive de l'huître creuse. A basse mer, ces concentrations en nutriments tendent également à être indicatrices de l'intensité du métabolisme non seulement pélagique, mais surtout benthique, ayant cours au niveau des estrans.

Pendant l'année 2022 sur l'ensemble des stations suivies, les moyennes mensuelles des concentrations en ammonium et phosphate des eaux de surface sont équivalentes aux normales historiques jusqu'à la fin de l'été (Figure 8). Puis, sur la période automnale, une augmentation des concentrations à basse mer est observée, alors que celles obtenues à pleine mer sont plus faibles. Ce phénomène est d'autant plus marqué sur les stations plus externes et « océaniques » (Bouée 7, Bouée 13, Courbey) que sur les stations plus internes du Bassin d'Arcachon (Girouasse, Tès, Compiègne).

## 2.5. Chlorophylle a

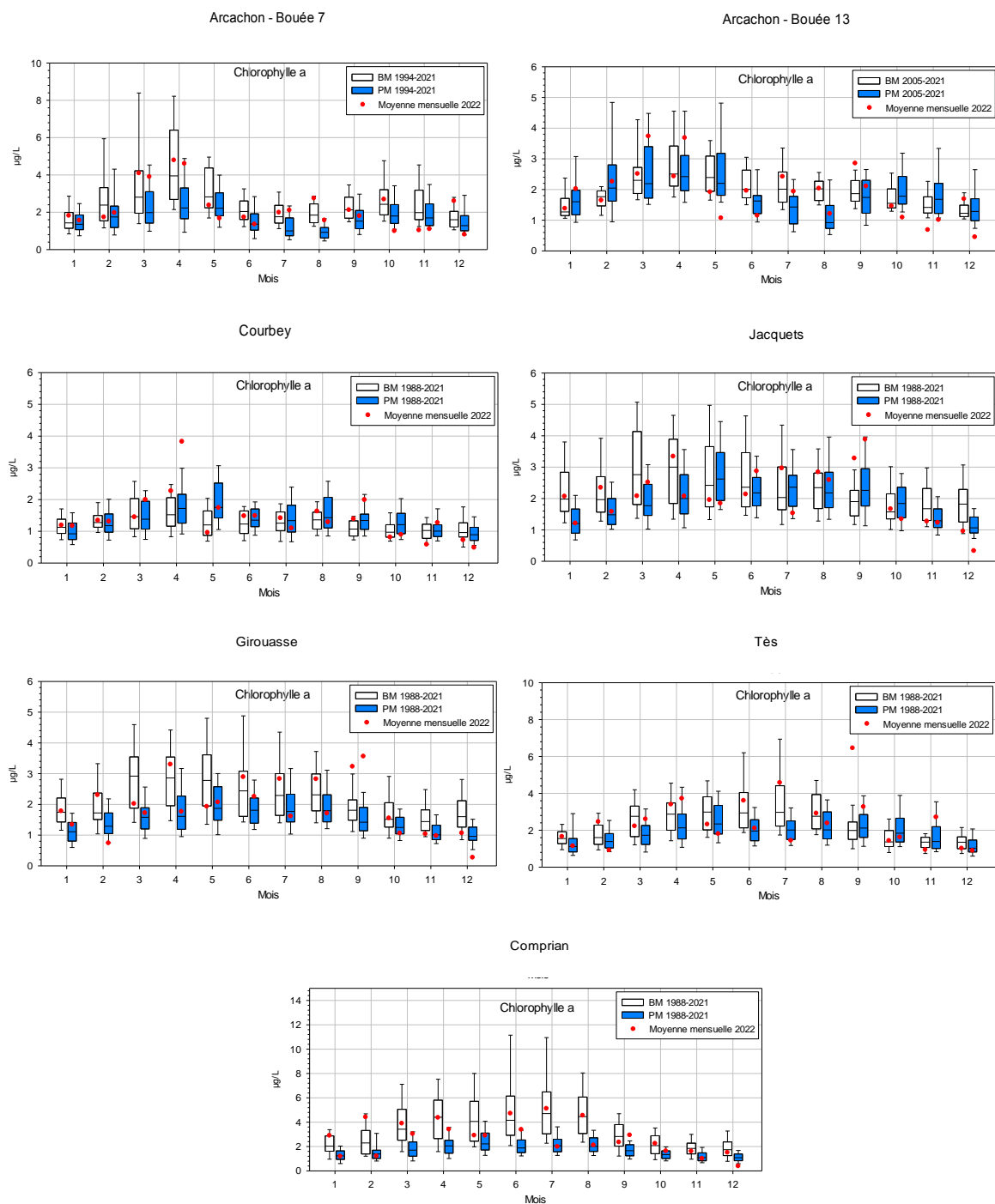


Figure 8 : Teneurs en chlorophylle a sur les différentes stations. Projection des données 2022 (point rouge) sur les données historiques (BoxPlot). Données ARCHYD

La concentration en chlorophylle a dans l'eau reflète, en grande partie, l'importance du pool nutritif disponible dans la colonne d'eau pour les consommateurs primaires, notamment pour les organismes benthiques filtreurs comme les huîtres cultivées. Ce pool nutritif peut être constitué d'organismes phytoplanctoniques d'origine autochtone (issu de la production primaire locale) ou allochtone (issu d'une production primaire plus océanique ou continentale et transportée par les courants), et/ou microphytobenthiques, ces derniers croissant sur le substrat benthique principalement pendant la basse mer et étant remis en suspension dans la colonne d'eau par les courants tidaux.

Pendant l'année 2022, sur l'ensemble des stations de suivi, les moyennes mensuelles de la concentration en chlorophylle *a* des eaux de surface ont été conformes aux normales historiques jusqu'au mois d'août. Elles étaient particulièrement élevées à basse mer pendant l'été (juillet, août), traduisant l'effet positif des températures élevées sur la production primaire et la croissance des microalgues planctoniques et surtout benthiques. Cette tendance s'est poursuivie pendant le mois de septembre 2022, comme en témoignent les moyennes mensuelles de concentration en chlorophylle *a* dépassant cette fois les normales historiques, et ce de manière plus marquée aux stations les plus internes du Bassin d'Arcachon (Jacquets, Girouasse, Tès) par rapport aux stations les plus externes et « océaniques » (Bouée 7, Bouée 13, Courbey). La fin de l'année 2022 (d'octobre à décembre) a été, quant à elle, marquée par des concentrations en chlorophylle *a* dans les eaux de surface particulièrement basses, et même anormalement basses, notamment à pleine mer et dans les stations ARCHYD les plus externes. A titre d'exemple, les moyennes mensuelles de la concentration en chlorophylle *a* mesurées à pleine mer aux stations Bouée 13 en novembre et Jacquets en décembre, se trouvent être les plus basses jamais mesurées depuis 1988.

**Synthèse sur les conditions hydrologiques :**

**L'année 2022 est marquée, notamment dès le mois de mai et jusqu'au mois de novembre, par des températures de l'eau de mer supérieures à 16°C (suivant les tendances des températures atmosphériques), et par une salinité élevée, en relation avec les faibles apports en eaux douces dans le milieu.**

**Pendant la période automnale, les teneurs en nutriments ont montré des valeurs plus élevées à basse mer qu'à pleine mer sur la partie externe du bassin, et celles en chlorophylle *a* ont été particulièrement basses.**

### 3. Mortalités et croissances des huîtres en 2022

#### 3.1. Carte des sites suivis

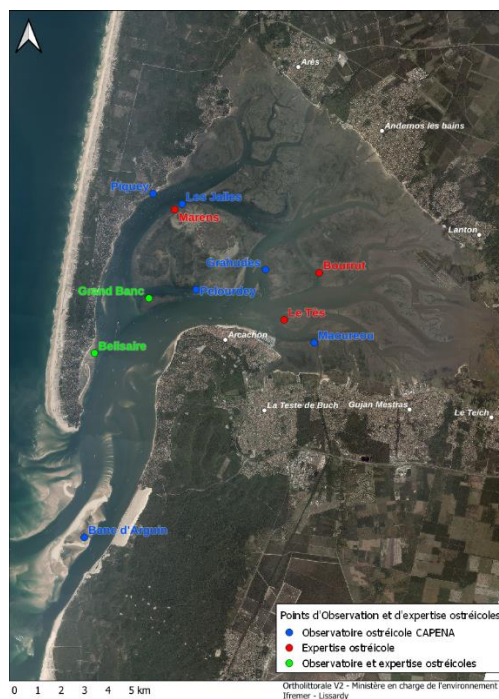


Figure 9 : Carte des sites suivis. Sites Observatoire Ostréicole CAPENA (bleu), sites expertise ostréicole (rouge), sites Observatoire Ostréicole + expertise ostréicole (vert)

#### 3.2. Résultats CAPENA

Créé en 2016, l'Observatoire Ostréicole suit des lots d'huîtres naturelles sur 6 parcs du Bassin d'Arcachon dans des conditions d'élevage représentatives des pratiques professionnelles locales. Un suivi saisonnier de la mortalité et de la croissance (gain de poids), ainsi qu'un bilan annuel sont réalisés par CAPENA sur les lots des trois classes d'âge. Les résultats du Tableau 2 représentent l'état des performances des lots à la fin de l'automne 2022 et sont issus des derniers échantillonnages réalisés le 07/12/2022.

Tableau 2 : Taux de mortalité (%) ; moyenne) et croissance pondérale (g ; moyenne) des lots d'huîtres de 1<sup>ère</sup>, 2<sup>nd</sup> et 3<sup>ème</sup> année, obtenus le 13 décembre 2022 (valeurs en gras). Les valeurs de référence automnale correspondent à la moyenne de 5 années de suivi (2017-2021) pour les huîtres des trois classes d'âge. Les flèches représentent l'évolution des tendances actuelles par rapport aux valeurs de référence à la même période ; d'après CAPENA (Vieira et al. 2022)

	Mortalité		Croissance	
<b>1<sup>ère</sup> année</b>	<b>56,2 %</b> (Référence : 47,6 %)	↗	<b>+20,9 g</b> (Référence : +18,4 g) <b>Poids individuel = 21,3 g</b>	↗
<b>2<sup>ème</sup> année</b>	<b>19,3 %</b> (Référence : 16,6 %)	↗	<b>+27,0 g</b> (Référence : +26,7 g) <b>Poids individuel = 44,8 g</b>	→
<b>3<sup>ème</sup> année</b>	<b>12,3 %</b> (Référence : 13,3 %)	↘	<b>+20,5 g</b> (Référence : +21,3 g) <b>Poids individuel = 70,3 g</b>	→

Les suivis 2022 des mortalités, croissance et captage des huîtres creuses réalisés par CAPENA ont montré une hausse de la mortalité mesurée à la fin de l'automne 2022 (7 décembre 2022), en

particulier pour lots de 1<sup>ère</sup> année et dans une moindre mesure, pour les huîtres dans leur deuxième année d'élevage (Tableau 2). La mortalité des huîtres de 1<sup>ère</sup> année était en effet en moyenne de 56,2 %, pourcentage supérieure à la référence. Les pertes étaient comprises entre 41 % à Arguin et 76 % aux Grahudes. Des pertes supérieures aux valeurs habituelles ont été observées à Bélisaire, Grand-Banc et Grahudes.

Pour les huîtres dans leur deuxième année d'élevage, le taux de mortalité moyen était de 19,3 % (Tableau 2). Les sites des Jalles, Arguin et Grahudes montraient les taux les plus élevés (respectivement 39 %, 22 % et 22 %) et sur les autres sites étaient observées des mortalités moindres (5 %, 12 %, et 17 %, respectivement à Bélisaire, Pelourdey et Grand Banc).

Parallèlement, si la croissance des 3 classes d'âge mesurée par CAPENA a été globalement conforme aux standards pour les huîtres dans leur 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> année d'élevage, elle a été élevée pour les huîtres de première année. **Il est à noter que ces résultats tendent à masquer une croissance très faible, voire quasi nulle mesurée spécifiquement pour l'automne 2022 (entre fin septembre et décembre 2022) toutes classes d'âge confondues et dans tous les parcs (Viera et al. 2022).**

Le suivi du captage de l'huître creuse sur coupelles, mené par CAPENA depuis 2016, est réalisé en deux temps ; à savoir un comptage en octobre pour déterminer le recrutement des huîtres sur parcs, et un comptage en mars pour évaluer l'impact de l'hiver sur le captage de l'année. Les figures 11 et 12 montrent les pertes de densité de naissains vivants et l'évolution de la mortalité sur les coupelles entre octobre 2022 et mars 2023 selon les sites.

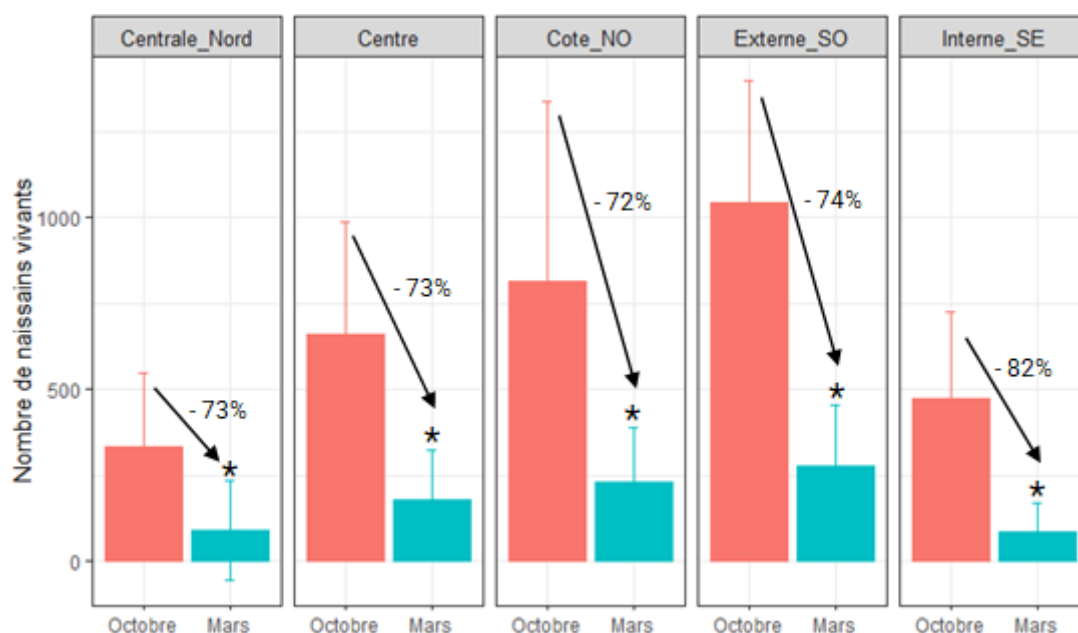


Figure 10 : Densité moyenne de naissains vivants sur coupelle, en octobre 2022 (rouge) et mars 2023 (bleu) en fonction du secteur. Les flèches noires représentent le taux de perte du naissain par collecteur entre les deux périodes de comptage. Les astérisques sont visibles lorsque ce taux de perte est significatif d'un point de vue statistique. Les barres verticales représentent la variabilité des mesures autour de la moyenne : elles sont d'autant plus grandes que les données entre deux collecteurs présentent des écarts importants ; d'après CAPENA (Béchede et Bénetière 2023).

En 2022, dans le Bassin d'Arcachon, le recrutement sur les collecteurs mesuré au mois d'octobre a été globalement très bon, voir même excellent sur les secteurs les plus externes au bassin. A la suite de l'hiver, la densité des naissains sur les coupelles était significativement plus faible en mars 2023 qu'en octobre 2022 sur l'ensemble des secteurs du Bassin d'Arcachon. Les pertes hivernales (mortalité + décrochage) étaient comprises entre 72% sur le secteur côte nord-ouest et 82% sur le secteur interne sud-est. Les naissains perdus sur les coupelles au cours de l'hiver sont principalement liés à de la mortalité, en particulier sur le secteur central nord, interne sud-est et externe sud-ouest,

avec respectivement 54%, 56% et 58% de naissains morts dénombrés sur les collecteurs, contre 34% de mortalité sur ces deux zones en octobre 2022 (Figure 12).

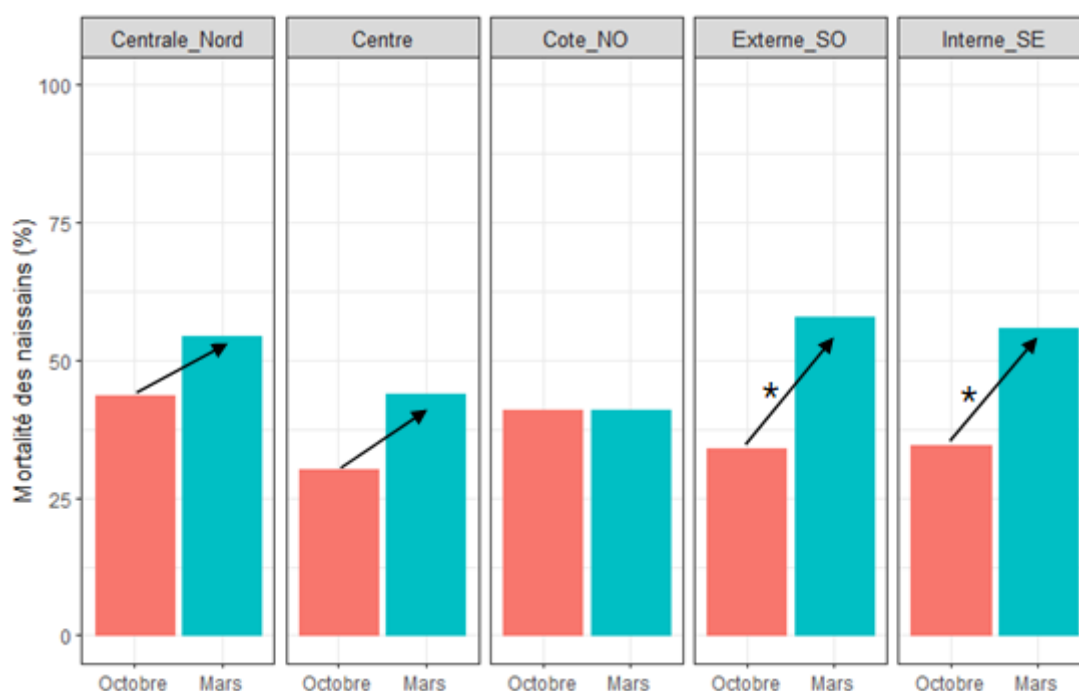


Figure 11 : Pourcentage de mortalité des naissains sur coupelle, en octobre 2022 (rouge) et mars 2023 (bleu) en fonction du secteur. Les flèches noires représentent les évolutions de mortalité des naissains entre les deux périodes de comptage. Les astérisques sont visibles lorsque cette évolution est significative d'un point de vue statistique, d'après CAPENA (Evaluation après l'hiver du captage de l'huître creuse – Situation en mars 2023).

### 3.3. Mission d'expertise du 8 mars 2023

Les taux de mortalité constatés par classe d'âge et par secteur lors de la mission d'expertise du 8 mars 2023 sont présentés dans les Tableaux 3 à 6.

Tableau 3 : Taux de mortalité du naissain sur coupelle

Secteur / <b>naissain</b>	Nombre total d'huîtres	Nombre d'huîtres mortes	% de mortalité
Bélisaire	1072	701	65
Marens haut de parc	792	442	56
Marens bas de parc	654	608	93
Grand-Banc	910	173	19
Bourrut	983	642	65
Tès	140	121	86
<b>TOTAL</b>	<b>4551</b>	<b>2687</b>	<b>59</b>



Tableau 4 : Taux de mortalité des huîtres de 18 mois en poche

Secteur		Nombre total d'huîtres	Nombre d'huîtres mortes	% de mortalité	% de mortalité par secteur
huîtres 18 mois					
Bélisaire	Bélisaire bas de parc	910	499	55	60
	Bélisaire milieu de parc	838	469	56	
	Bélisaire haut de parc	1120	756	68	
Marens	Marens bas de parc	886	637	72	61
	Marens milieu de parc	162	63	39	
	Marens haut de parc	445	206	46	
Grand-Banc	Grand-Banc bas de parc	173	32	19	18
	Grand-Banc milieu de parc	179	22	12	
	Grand-Banc haut de parc	194	46	24	
Bourrut	Bourrut bas de parc	412	164	40	35
	Bourrut milieu de parc	441	145	33	
	Bourrut haut de parc	331	108	33	
<b>TOTAL</b>		<b>6091</b>	<b>3147</b>	<b>52</b>	

Tableau 5 : Taux de mortalité des huîtres de 30 mois en poche

Secteur		Nombre total huîtres	Nombre d'huîtres mortes	% de mortalité	% de mortalité sur le secteur
huîtres 30 mois					
Bélisaire	Bélisaire bas de parc	272	134	49	50
	Bélisaire milieu de parc	300	153	51	
	Bélisaire haut de parc	252	123	49	
Marens	Marens bas de parc	741	717	97	78
	Marens milieu de parc	193	74	38	
	Marens haut de parc	231	124	54	
Grand-Banc	Grand-Banc bas de parc	315	160	51	46
	Grand-Banc milieu de parc	314	123	39	
	Grand-Banc haut de parc	309	144	47	
Bourrut	Bourrut bas de parc	110	10	9	21
	Bourrut milieu de parc	146	38	26	
	Bourrut haut de parc	136	33	24	
<b>TOTAL</b>		<b>3319</b>	<b>1833</b>	<b>55</b>	

Tableau 6 : Taux de mortalité du naissain sur coupelle

Classe d'âge	Nombre total d'huîtres	Nombre d'huîtres mortes	% de mortalité
Naissain	4551	2687	59
18 mois	6091	3147	52
30 mois	3319	1833	55
<b>TOTAL</b>	<b>13961</b>	<b>7667</b>	<b>55</b>

#### Synthèse sur les mortalités et croissance d'huîtres :

L'année 2022 est marquée par une hausse de mortalité pour les huîtres de 1<sup>ère</sup> et 2<sup>ème</sup> année par rapport aux années antérieures, et par une croissance élevée des huîtres dans leur première année (excepté en automne où elle a été quasi nulle).

Malgré un bon recrutement du naissain sur coupelle en octobre 2022, les taux de mortalité à la fin de l'hiver était supérieur à 70 % sur l'ensemble du Bassin d'Arcachon, ce que tend à confirmer la mission d'expertise du 8 mars 2023.

#### 4. Les conditions climatiques de l'année 2022 peuvent-elles être responsables des mortalités observées à l'automne 2022 ?

L'occurrence d'évènements de mortalités massives des huîtres creuses cultivées, si elle a toujours ponctuellement été observée sur les côtes française depuis plusieurs dizaines d'années, a clairement augmenté depuis 2008 (Mazalerat et al 2022). La plupart du temps, la cause de ces évènements, tuant plus de 35% des huîtres cultivées et sauvages chaque année sur les côtes françaises (Fleury et al. 2020), peut être le plus souvent attribué au syndrome de mortalité de l'huître creuse, ou POMS (*Pacific Oyster Mortality Syndrome*). Ce syndrome, s'il est en premier lieu corrélé avec une primo-infection virale (*Ostreid herpesvirus* OsHV-1), possède une étiologie complexe avec le plus probablement l'implication de plusieurs agents pathogènes d'origines viraux et bactériens. Ceci peut expliquer que le virus OsHV-1 ne soit pas toujours détecté. On parle alors d'une maladie polymicrobienne dont la dynamique et la sévérité, régies par des relations complexes entre pathogènes, hôtes et facteurs environnementaux est à ce jour encore imparfaitement connue (Petton et al. 2021). Néanmoins, un certain nombre d'hypothèses ont pu être émises et vérifiées quant aux rôles de la température et de la disponibilité en nourriture dans le milieu ou du niveau tidal auquel sont exposées les huîtres en conditions de culture (Petton et al 2023).

De manière générale, l'augmentation des températures, sous l'effet du réchauffement est un des principaux facteurs expliquant l'occurrence d'épidémies. Plus spécifiquement, des températures comprises entre 16 °C et 24°C sont clairement corrélées avec des épidémies de POMS et une augmentation de la mortalité (Fleury et al. 2020, Petton et al.2021), alors que des températures supérieures à 24°C favoriseraient la survie des huîtres en cas d'infection par le OsHV-1 (Delisle et al. 2020). Comme le montre les moyennes mensuelles des températures des eaux de surface mesurées dans le cadre du réseau ARCHYD en 2022 (cf. §2, Figure 5), celles-ci sont restées dans cette gamme « critique » de 16-24°C de manière quasi-constante de mai à novembre. Ces températures étant anormalement élevées pour ce dernier mois. Dès lors, l'épisode de mortalité observé pendant le mois de novembre 2022 dans le Bassin d'Arcachon pourrait légitimement être attribué à ces températures élevées du printemps à l'automne.

De manière plus précise, la chronologie d'occurrence de l'épisode de mortalité de novembre 2022, pourrait résulter, non-seulement des températures élevées, mais également du métabolisme des huîtres et de la ressource nutritive disponible. En effet, il a été démontré qu'une bonne disponibilité de nourriture pour les huîtres améliorerait leur condition physiologique et favoriserait leurs réserves énergétiques, limitant leur susceptibilité d'être infectée par des pathogènes en augmentant leur résistance à ceux-ci. Une bonne disponibilité en nourriture favorise également la croissance et le développement des pathogènes (Petton et al. 2021), tout comme un métabolisme et une croissance importante des huîtres (Petton et al. 2023). Sur la base des concentrations en chlorophylle *a* mesurée dans le cadre du réseau ARCHYD, il peut être avancé que la ressource nutritive a été plutôt bonne pendant l'été 2022 dans le bassin d'Arcachon avec des concentrations élevées de juillet à septembre (Figure 8), favorisant de fait la croissance des huîtres et l'accumulation de réserves. Ceci est corroboré par les observations de CAPENA montrant une croissance qualifiée de normale à élevée jusqu'à l'automne 2022 (Tableau 2, Viera et al. 2022). A l'inverse, la fin de l'année 2022 a été marquée par une baisse drastique de la ressource nutritive, et ce particulièrement dans la partie la plus externe du Bassin d'Arcachon, avec des concentrations en chlorophylle *a* atteignant des niveaux exceptionnellement bas en novembre 2022 (Figure 8), liée à des apports en nutriments depuis le compartiment océanique exceptionnellement bas à pleine mer eux aussi (Figure 7). Ces observations sont totalement cohérentes avec des mesures de croissance montrant des gains de poids de chair des huîtres très faibles voire quasi-nuls pendant l'automne 2022 (Viera et al. 2022). Il apparaît que cette limitation de la ressource nutritive tendrait à augmenter la compétition trophique et faire

puiser les huîtres dans leurs réserves énergétiques accumulées pendant l'été. Cette hypothèse est soutenue par l'occurrence, parallèlement à cette baisse des ressources à l'automne 2022, de températures toujours particulièrement élevées au-dessus de 16°C (Figure 5), soutenant vraisemblablement une demande métabolique importante, comme le suggèrent les concentrations en nutriments (ammonium et phosphate) très élevées à basse mer, en partie résultant du métabolisme benthique et des activités d'excrétion. **Ainsi la combinaison de facteurs rencontrée à l'automne 2022 (faible ressource nutritives, métabolisme important) après un été favorable, liée aux conditions climatiques exceptionnelles de l'année 2022, a pu créer des conditions favorable à une épidémie de POMS augmentant le risque de mortalité de l'huître creuse.**

La distribution spatiale des mortalités constatées lors de la mission d'expertise du 8 mars, montre que les zones les plus externes et localisées le long de la trajectoire préférentielle des courant tidaux pendant le flot (Bélisaire, Marens) (Plus *et al.* 2009) étaient les plus touchées (Tableau 3). Cela semble cohérent avec l'occurrence d'une épidémie possible de POMS induite par les conditions hydrologiques anormales observées pendant l'automne 2022 et au regard du fait que l'activité de filtration de l'huître creuse est régie par un rythme endogène circatidal pendant lequel les organismes tendent à filtrer préférentiellement de la pleine mer au mi-jusant, avec une activité minimum à basse mer (Tran *et al.* 2011). En effet, ces parcs correspondent aux zones les plus influencées par les masses d'eau océaniques qui ont été les plus pauvres en chlorophylle *a* et les plus chaudes pendant l'automne 2022 à pleine mer (Figure 5). A l'inverse les parcs expertisés les plus internes (Bourrut, Tès) ou dans les zones sous plus forte influence des courants de jusant par le chenal du Teychan (Grand-Banc) (Plus *et al.* 2009) ont semble-t-il bénéficié de températures légèrement inférieures ainsi que d'un moins important déficit en ressources nutritives, telle qu'indiqué par des concentrations en chlorophylle *a* se situant dans les normales historiques (Figure 8). Il est à noter que ces zones bénéficient de manière plus accentuée de la remise en suspension dans la colonne d'eau par les courants tidaux de microalgues benthiques (microphytobenthos) qui se développent à basse mer sur les estrans et qui entrent dans le régime alimentaire de l'huître creuse (Cogne *et al.* 2001).

La mission d'expertise du 8 mars montre également, lorsque l'on compare les différentes classes d'âge au sein des mêmes parcs (c'est-à-dire en excluant le Tès où seul le naissain a été expertisé), que le naissain a subi les mortalités les plus importantes, puis les huîtres de 18 mois et celles de 30 mois (Tableau 3). Cette relation inversement corrélée avec l'âge est bien documentée dans la littérature (Petton *et al.* 2021). Ainsi, soumises expérimentalement aux mêmes agents infectieux impliqués dans le POMS, les huîtres les plus âgées ont montré des taux de mortalité significativement plus faibles que des juvéniles, probablement en lien avec une maturation du système immunitaire qui semblerait être complète chez des individus de 24 mois (Azema *et al.* 2017). De la même façon, les mortalités plus importantes observées en bas de parc par rapport aux hauts de parcs sont cohérentes avec des facteurs d'immunité au virus OsHV-1 et de résistance au POMS induits par des temps d'exondation et des niveaux tidaux d'élevage supérieurs (Corporeau *et al.* 2022).

**En conclusion, sur la base (i) des taux de mortalité mesurés parallèlement à des mesures de croissance par CAPENA, (ii) des mortalités constatées lors de l'expertise du 8 mars 2023, ainsi que (iii) de l'analyse rétrospective des données météorologiques et hydrologiques mesurées dans le Bassin d'Arcachon dans le cadre du réseau ARCHYD, il apparait que l'épisode de mortalité des huîtres creuses observé majoritairement en octobre - novembre 2022 dans le Bassin d'Arcachon puisse vraisemblablement être attribuée à une épidémie de syndrome de mortalité de l'huître creuse (POMS), dont la survenue, la sévérité ainsi que les caractéristiques spatiales d'occurrence peuvent être liées à des conditions hydrologiques automnales exceptionnelles (températures élevées, masse d'eau océanique pauvre en nutriments et en ressources nutritives), elles-mêmes induites par des conditions climatiques exceptionnelles de l'année 2022.**

## Références bibliographiques

- Azéma P, Lamy JB, Boudry P, Renault T, Travers MA, Dégremont L. Genetic parameters of resistance to *Vibrio aestuarianus*, and OsHV-1 infections in the Pacific oyster, *Crassostrea gigas*, at three different life stages. *Genet Sel Evol.* 2017 Feb 15;49(1):23. doi: 10.1186/s12711-017-0297-2.
- Béchade M., Bénetière F. (2023) Evaluation après l'hiver du captage de l'huître creuse dans le Bassin d'Arcachon – Situation en mars 2023. CAPENA, 7p.
- Corporeau C., Petton S., Vilaça R., Delisle L., Quéré C., Le Roy V., Dubreuil C., Lacas-Gervais S., Guitton Y., Artigaud S., Bernay B., Pichereau V., Huvet A., Petton B., Pernet F., Fleury E., Madec S., Brigaudeau C., Brenner C., Mazure Nathalie M. (2022). Harsh intertidal environment enhances metabolism and immunity in oyster (*Crassostrea gigas*) spat . *Marine Environmental Research* , 180, 105709 (14p.) . <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2022.105709>
- Delisle L., Pauletto M., Vidal-Dupiol J., Petton B., Bargelloni L., Montagnani C., Pernet F., Corporeau C., Fleury E. (2020). High temperature induces transcriptomic changes in *Crassostrea gigas* that hinder progress of ostreid herpesvirus (OsHV-1) and promote survival . *Journal Of Experimental Biology* , 223(20), jeb226233 (11p.) . Publisher's official version : <https://doi.org/10.1242/jeb.226233>, Open Access version : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00656/76806/>
- Fleury E., Barbier P., Petton B., Normand J., Thomas Y., Pouvreau S., Daigle G., Pernet F. (2020). Latitudinal drivers of oyster mortality: deciphering host, pathogen and environmental risk factors . *Scientific Reports* , 10(1), 7264 (12p.) . Publisher's official version : <https://doi.org/10.1038/s41598-020-64086-1> , Open Access version : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00627/73915/>
- Mazaleyrat A., Normand J., Dubroca L., Fleury E. (2022). A 26-year time series of mortality and growth of the Pacific oyster *C. gigas* recorded along French coasts . *Scientific Data* , 9(1), 392 (10p.) . Publisher's official version : <https://doi.org/10.1038/s41597-022-01511-2> , Open Access version : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00783/89483/>
- Petton B., Destoumieux Garzon D., Pernet F., Toulza E., de Lorgeril J., Dégremont L., Mitta G. (2021). The Pacific Oyster Mortality Syndrome, a Polymicrobial and Multifactorial Disease: State of Knowledge and Future Directions . *Frontiers In Immunology* , 12, 630343 (10p.) . Publisher's official version : <https://doi.org/10.3389/fimmu.2021.630343> , Open Access version : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00679/79158/>
- Petton B., Alunno Bruscia M., Mitta G., Pernet F. (2023). Increased growth metabolism promotes viral infection in a susceptible oyster population. *Aquaculture Environment Interactions*, 15, 19-33. Publisher's official version : <https://doi.org/10.3354/aei00450> , Open Access version : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00819/93142/>
- Plus M., Dumas F., Stanisiere J-Y., Maurer D. (2009). Hydrodynamic characterization of the Arcachon Bay, using model-derived descriptors . *Continental Shelf Research* , 29(8), 1008-1013 . Publisher's official version : <https://doi.org/10.1016/j.csr.2008.12.016> , Open Access version : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00000/6424/>
- Tran D., Nadau A., Durrieu G., Ciret P., Parisot J.C., Massabuau J.C. (2011) Field chronobiology in a molluscan bivalve: how the moon and sun cycles interact to drive oyster activity rhythms, *Chronobiology International*, 28, 307-317
- Vieira J, Béchade M, Benetière F (2022) Observatoire Ostréicole du Bassin d'Arcachon – Bulletin saisonnier n°3 – Automne 2022. CAPENA, 2p.



## Références bibliographiques

**Vieira J**, Bechade M, Benetiere F (2022) Observatoire Ostréicole du Bassin d’Arcachon – Bulletin saisonnier n°3 – Automne 2022. CAPENA, 2p.

**Vieira J**, Bechade M, Benetiere F (2022) Observatoire Ostréicole du Bassin d’Arcachon – Bulletin spécial « huîtres marchandes » - Fin d’automne 2022. CAPENA, 1p.

**Béchade M.**, Bénetière F. (2023) Evaluation après l’hiver du captage de l’huître creuse dans le Bassin d’Arcachon – Situation en mars 2023. CAPENA, 7p.