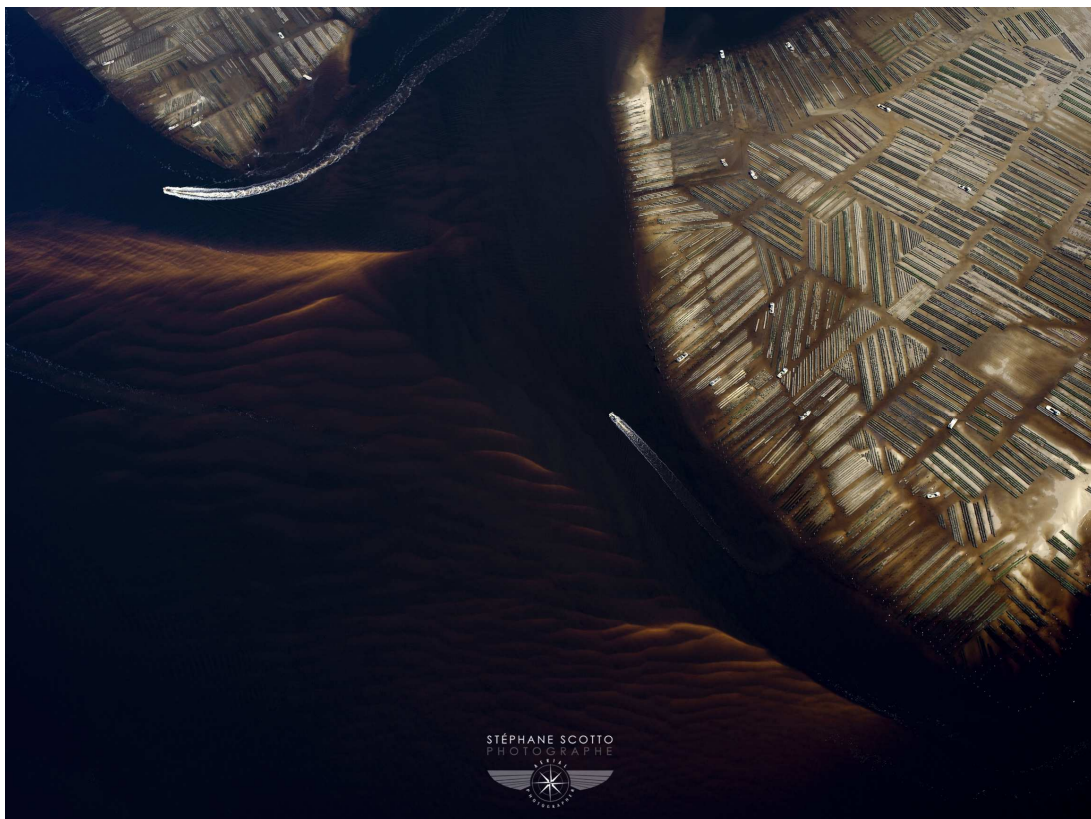


Conditions météorologiques et hydrologiques dans le bassin d'Arcachon suite à l'épisode pluvieux du mois de mai 2020



Fiche documentaire

Titre du rapport : Conditions météorologiques et hydrologiques dans le bassin d’Arcachon au mois de mai 2020	
Référence interne : ODE/LITTORAL/LERAR/20.018 Diffusion : ☒ libre (internet) ☐ restreinte (intranet) – date de levée d’embargo : AAA/MM/JJ ☐ interdite (confidentielle) – date de levée de confidentialité : AAA/MM/JJ	Date de publication : 2020/11/20 Version : 1.0.0 Référence de l’illustration de couverture Stéphane Scotto – Vue aérienne du Grand Banc le 19 mai 2020 Langue(s) : Français
Résumé/ Abstract : Ce document décrit les conditions météorologiques et hydrologiques observées dans le bassin d’Arcachon en mai 2020 : précipitations abondantes, crue exceptionnelle du principal exutoire, l'Eyre, et fortes dessalures.	
Mots-clés/ Key words :	
Comment citer ce document : Antajan E., Ganthy F., Auby I. (2020). Conditions météorologiques et hydrologiques dans le bassin d’Arcachon au mois de mai 2020. ODE/LITTORAL/LERAR/20.018	
Disponibilité des données de la recherche :	
DOI :	

Nom / référence du contrat : ☐ Rapport intermédiaire ☒ Rapport définitif	
Projets dans lesquels ce rapport s'inscrit (programme européen, campagne, etc.) : Suivi régional ARCHYD	
Auteur(s) / adresse mail	Affiliation / Direction / Service, laboratoire
Antajan Elvire	ODE/LITTORAL/LER/AR
Ganthy Florian	ODE/LITTORAL/LER/AR
Auby Isabelle	ODE/LITTORAL/LER/AR

Table des matières

Introduction	6
1 Précipitations (données Météo France)	6
2 Débit de l'Eyre (données DREAL)	7
3 Salinité (données Ifremer –Réseau hydrologique Archyd – Bouée SMATCH – Modèle MARS-3D)	9
3.1 Sources de données.....	9
3.2 Résultats	13
4 Conclusion.....	22
Annexe 1	23

Introduction

Ce document a pour objet de décrire les phénomènes météorologiques exceptionnels qui ont affecté la région d’Arcachon en mai 2020, et l’impact de ces événements sur les niveaux de salinité des eaux dans le bassin d’Arcachon à cette période. Les données prises en compte proviennent de Météo-France (précipitations), de la DREAL (débit de l’Eyre) et de l’Ifremer (salinité).

1 Précipitations (données Météo France)

Après des mois de janvier et février caractérisés par des cumuls mensuels de précipitations relativement habituels par rapport à la normale établie depuis 1988, les précipitations ont été assez importantes au mois de mars, dans la norme en avril et exceptionnellement élevées au cours du mois de mai 2020, aussi bien au Cap Ferret (Figure 1) qu’à Cazaux (Figure 2). En effet, en mai 2020, le cumul mensuel de pluie à Cazaux (131,5 mm) a été le plus important mesuré depuis 1988. Au Cap Ferret, la valeur atteinte (103,9 mm) avait déjà été dépassée à trois reprises, au cours des mois de mai 1988, 2007 et 2013.

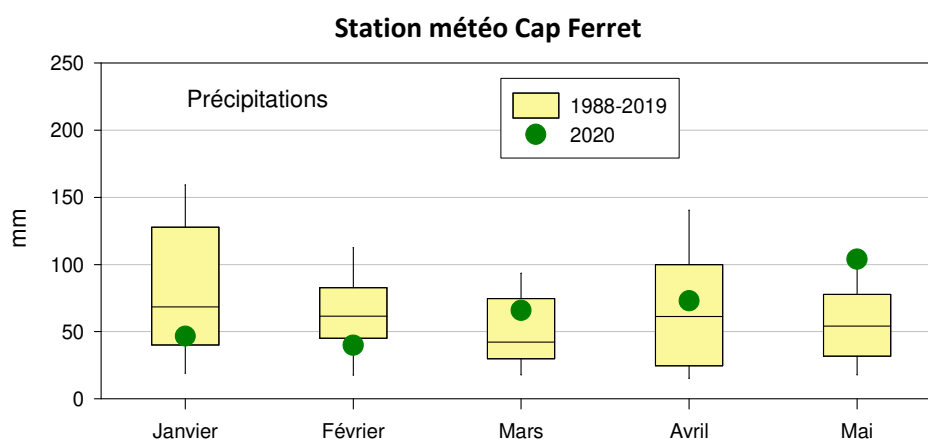


Figure 1 : Moyennes mensuelles de la pluviométrie à la station météorologique du Cap Ferret (données Météo France). Données 2020 par rapport à la série 1988-2019
[Explication de ce type de représentation en annexe 1.]

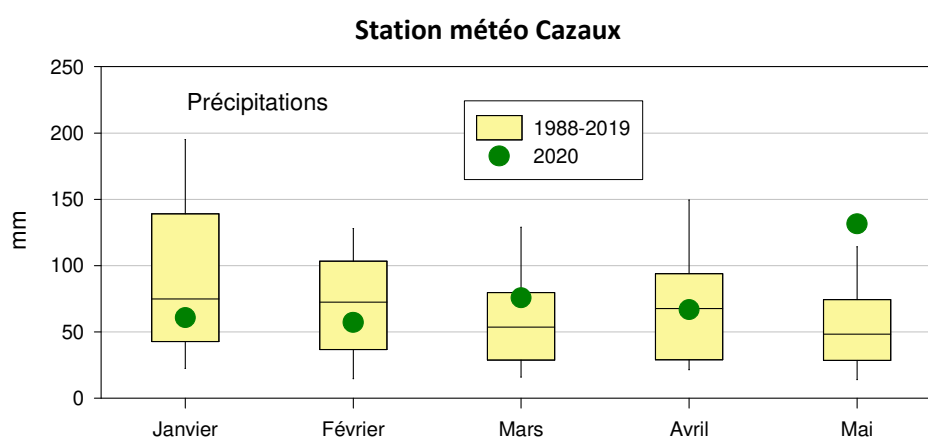


Figure 2 : Moyennes mensuelles des précipitations à la station météorologique de Cazaux (données Météo France). Données 2020 par rapport à la série 1988-2019

L'examen du graphique des précipitations cumulées (Figure 3) permet de mettre en évidence trois périodes de pluie abondante au cours de la première moitié de l'année 2020 : de fin février à début mars, à la fin du mois d'avril, et du 9 au 11 mai.

Ce dernier épisode a été particulièrement intense (en trois jours 72 mm au Cap Ferret et 94,1 mm à Cazaux).

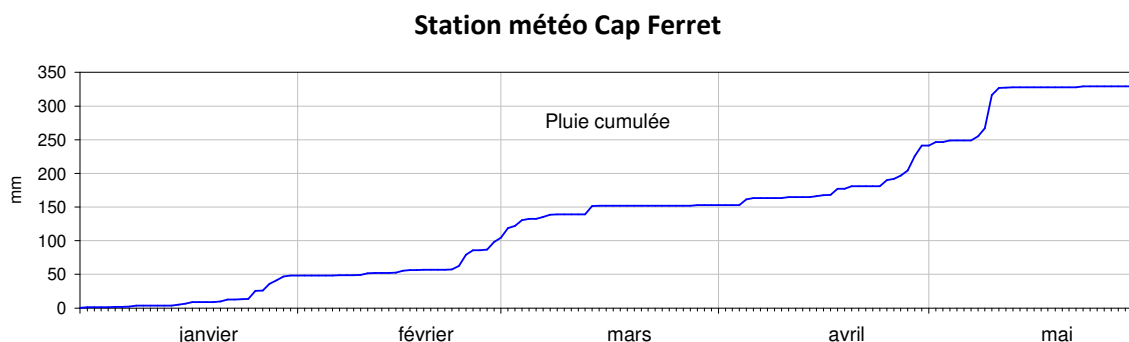


Figure 3 : Cumul des précipitations mesurées à la station météo du Cap Ferret entre janvier et mai 2020

2 Débit de l'Eyre (données DREAL)

Par rapport à la série 1988-2019, le débit de l'Eyre à la station de Salles a présenté deux anormalités mensuelles en 2020 : la première en mars (conséquence des pluies importantes de fin février à début mars) et la seconde en mai, avec une valeur très supérieure à celles observées depuis 1988 (Figure 4).

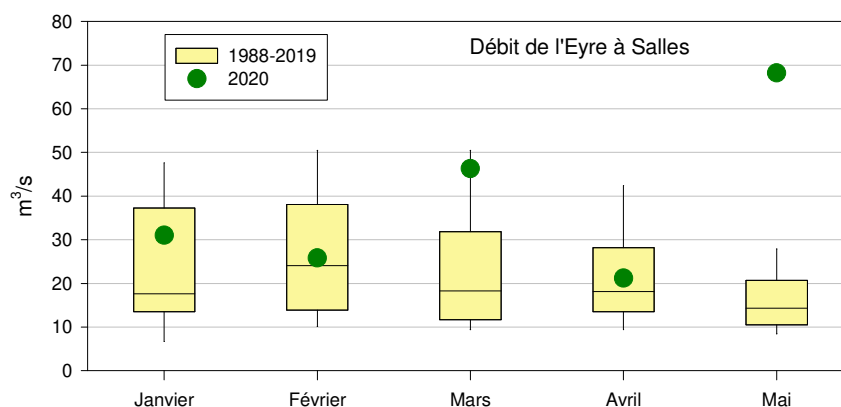


Figure 4 : Moyennes mensuelles du débit de l'Eyre à Salles (données DREAL). Données 2020 par rapport à la série 1988-2019

Les débits journaliers mesurés à Salles entre le 12 et le 15 mai 2020 (* sur la Figure 5) sont les plus élevés jamais observés depuis 1988 (Figures 5 et 6).

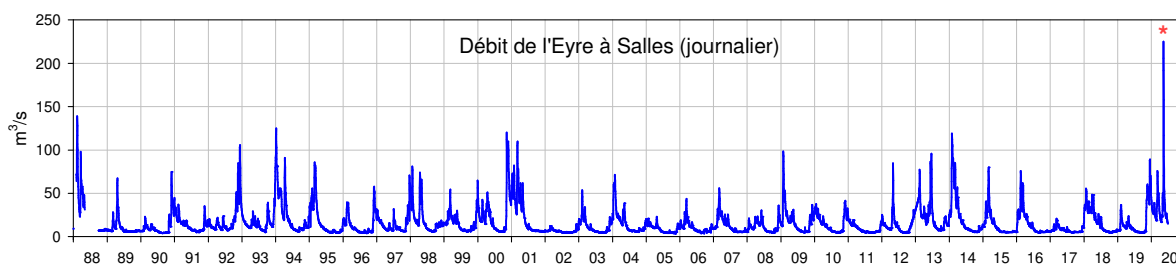


Figure 5 : Évolution des débits journaliers de l'Eyre à Salles de janvier 1988 à mai 2020

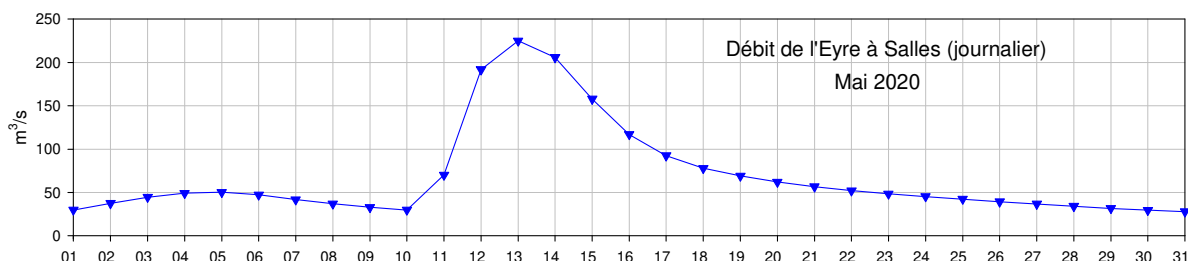


Figure 6 : Évolution des débits journaliers de l'Eyre à Salles en mai 2020

Témoignant du caractère exceptionnel de l'intensité des apports continentaux pendant cet épisode, des eaux colorées par les composés humiques et ferriques caractéristiques des sols de la région ont été observés pendant plusieurs jours dans l'ensemble du Bassin, y compris dans les zones les plus océaniques (Photo 1 et photo de couverture). En effet, bien que ce type de phénomène soit fréquemment observé pendant les épisodes de crue, il se limite généralement aux zones les plus orientales du Bassin.



Photo 1 : Couleur de l'eau à Arcachon depuis la jetée de la Chapelle en début de jusant le 16 mai 2020 (gauche) et depuis la jetée d'Eyrac le 18 mai 2020 (droite)

3 Salinité (données Ifremer –Réseau hydrologique ARCHYD – Bouée SMATCH – Modèle MARS-3D)

3.1 Sources de données

Le réseau ARCHYD

Depuis le mois de mars 1988, l’Ifremer met en œuvre un réseau hydrologique sur 7 stations¹ (Figure 7), à une fréquence hebdomadaire, alternativement autour de la basse mer de vive eau et de la pleine mer de morte eau.



Figure 7 : Localisation des stations ARCHYD

A ces stations, un certain nombre de paramètres sont mesurés, dont la liste est présentée dans le Tableau 1.

¹ La station « Teychan », représentée sur la Figure 7, n’est pas directement incluse dans ce réseau, mais fait l’objet d’un suivi du phytoplancton et de certains paramètres hydrologiques associés dans le cadre du réseau REPHY.

Tableau 1 : Paramètres mesurés hebdomadairement dans le cadre du réseau hydrologique ARCHYD

Paramètre	Niveau		Début série
	Fond	Sub-surface	
Température	X	X	1988
Salinité	X	X	1988
Matières en suspension		X	1989
Turbidité	X	X	2008
Oxygène	X	X	2008
Ammonium		X	1989
Nitrate + nitrite		X	1988
Phosphate		X	1993
Silicate		X	1988 (interruption de 1995 à 1999)
Chlorophylle a		X	1988

En raison du confinement durant la pandémie de COVID-19 et des prescriptions de notre direction, ce réseau n'a pas été mis en œuvre entre la mi-mars et la mi-juin 2020.

La bouée SMATCH

Depuis 2008, une bouée destinée à mesurer en continu (acquisition toutes les 15 minutes) la température et la salinité en sub-surface est installée à proximité de la station ARCHYD « Tès » (au nord du banc du Tès, entre les parcs à huîtres et le banc de sable).

En raison du confinement durant la pandémie de COVID-19 et des prescriptions de notre direction, le nettoyage mensuel de la bouée SMATCH (salissures) n'a pas pu être réalisé entre le 24 février et le 21 mai 2020.

Le modèle MARS-3D

La plateforme de modélisation hydro-sédimentaire MARS-3D (Model for Application at Regional Scale ; Lazure et Dumas, 2008²) a été développée par l'Ifremer afin de simuler l'hydrodynamique et la dynamique sédimentaire depuis des échelles régionales jusqu'à des échelles très locales. Le module hydrodynamique calcule le niveau de la surface libre³, la courantologie, la température, la salinité et les caractéristiques de la turbulence. Il intègre également un module décrivant explicitement les interactions entre la végétation benthique (ici les herbiers de zostères naines, *Zostera noltei*, et de zostères marines, *Zostera marina*) et l'hydrodynamique (Kombiadou *et al.*, 2014⁴).

Le modèle MARS-3D utilise le principe des modèles gigognes, qui consiste à construire une série de modèles emboîtés, d'emprise décroissante et de résolution croissante. Pour le cas du Bassin d'Arcachon, quatre modèles (rangs) sont ainsi construits (Figure 8), avec des résolutions

² Lazure P., Dumas F. (2008). An external-internal mode coupling for a 3D hydrodynamical model for applications at regional scale (MARS). *Advances In Water Resources*, 31(2), 233-250.

³ Elévation de la surface par rapport au niveau marin moyen, à laquelle on ajoute la cote bathymétrique pour obtenir la hauteur d'eau totale en un point et un moment donné

⁴ Kombiadou K., Ganthy F., Verney R., Plus M., Sottolichio A. (2014). Modelling the effects of *Zostera noltei* meadows on sediment dynamics: application to the Arcachon lagoon. *Ocean Dynamics*, 64:1499-1516.

respectives de 2500, 500, 235 et 65 mètres. Pour cette étude, du fait des temps de calculs importants imposés par sa haute résolution, le dernier rang (rang-3) n'a pas été utilisé. Les rangs 0 et 1 sont utilisés en 2 dimensions (2D), afin d'optimiser les temps de calculs (pas de temps respectifs de 300 et 120 secondes), tandis que le rang-2 est utilisé en 3D avec 15 niveaux sur la verticale et un pas de temps de 3 secondes. Ce dernier rang est pleinement validé en termes d'hydrodynamique, de température et de salinité.

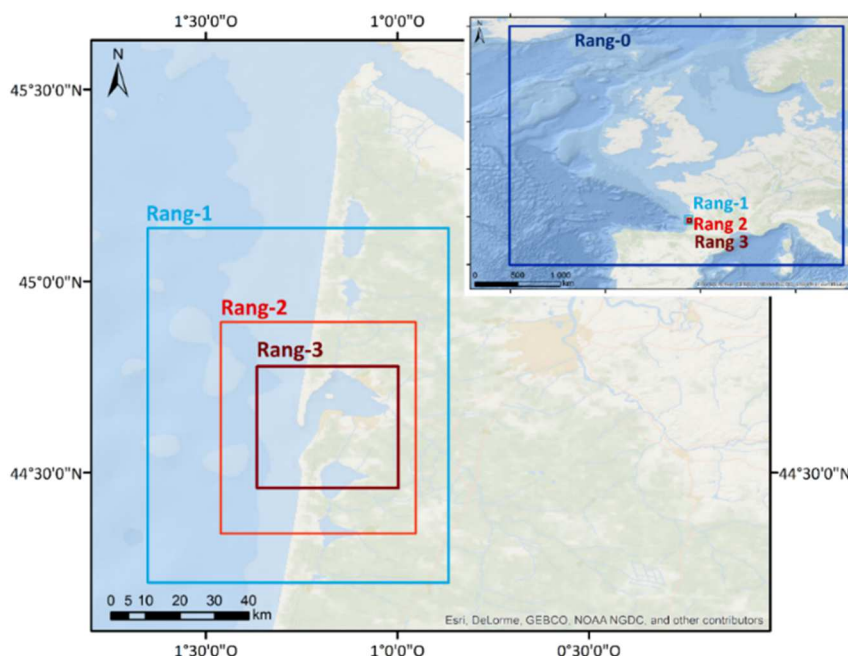


Figure 8 : Emprises spatiales des différents rangs du modèle MARS-3D appliqué au Bassin d'Arcachon

Les différents forçages pris en comptes par le modèle appliqué au Bassin d'Arcachon sont :

- **la marée** : la solution de marée Fes2012 est appliquée au niveau des frontières ouvertes de chacun des rangs ;
- **les conditions météorologiques** : les vitesses et directions de vent, la pression atmosphérique, la température de l'air, la couverture nuageuse, l'humidité relative et les précipitations sont forcées pour chacun des rangs. Les données utilisées sont issues des modèles météorologiques de Météo France : les résultats du modèle ArpègeHR (résolution spatiale de 0,1° et résolution temporelle de 3 heures) sont utilisés pour forcer le rang-0, tandis que les résultats du modèle Arome (résolution spatiale de 0,025° et résolution temporelle de 1 heure) sont utilisés pour les rangs 1 et 2. Ces paramètres permettent de tenir compte (1) des surcotes-décotes atmosphériques dues aux variations de pression atmosphérique et aux vents, (2) des effets du rayonnement solaire, de la température de l'air et de la couverture nuageuse sur la température de l'eau et donc sur l'évaporation (et la salinité de surface), (3) de l'effet des précipitations sur la salinité de surface ;
- **les apports continentaux** : il s'agit ici du débit des rivières et autres exutoires du Bassin d'Arcachon. Ces forçages ne sont appliqués qu'au rang-2 ;
- **les températures et salinités aux frontières ouvertes** : les données utilisées proviennent des simulations réalisées dans le cadre du projet MARC (Ifremer)

couvrant l'ensemble du Golfe de Gascogne à une résolution spatiale de 2500 m et une résolution temporelle horaire. Ces forçages ne sont appliqués qu'au rang-2.

La bathymétrie utilisée est une composition des données du LiDAR 2016 (Institut Géographique National), du levé bathymétrique 2016 (Direction Départementale des Territoires et de la Mer) et de levés bathymétriques plus anciens provenant du Service Maritime de Navigation de la Gironde et du Service Hydrographique et Océanographique de la Marine.

Trois simulations ont été réalisées :

- **printemps 2007** : correspondant à une année moyenne en termes de débits sur les mois d'avril et de mai ;
- **printemps 2012** : correspondant à une année pluvieuse et de débits importants sur les mois d'avril et de mai ;
- **printemps 2020** : la période d'intérêt.

Pour chacune des simulations, le modèle a été lancé sur la période du 1^{er} mars au 1^{er} juin de l'année considérée, avec un enregistrement des résultats de salinité toutes les 30 minutes. Des statistiques temporelles (salinité moyenne, salinité minimale et amplitude journalière maximale) ont été calculées sur le mois de mai de l'année considérée.

3.2 Résultats

a. Le Tès : Données ARCHYD et bouée SMATCH

Les données de salinité en sub-surface obtenues à la station « Tès » entre mars 1988 et mars 2020 dans le cadre du réseau ARCHYD sont présentées sur la Figure 9. Il apparaît sur ce graphe que les plus faibles salinités mesurées sont de 15 environ (fin d'année 1992), et que les valeurs inférieures à 20 sont rares et très généralement observées en hiver.

Il convient toutefois de rappeler qu'en raison du confinement durant la pandémie de COVID-19, aucune donnée n'a pu être acquise aux mois d'avril et de mai 2020.

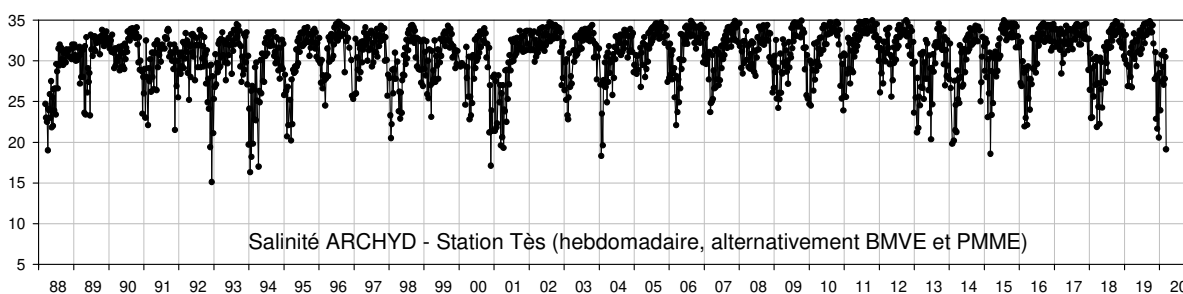


Figure 9 : Évolution des salinités en sub-surface mesurées à la station Tès du réseau ARCHYD entre mars 1988 et mars 2020

Les **seules mesures** de salinité dont on dispose pendant la crue de mai 2020 sont celles acquises par la sonde de la bouée Smatch du Tès (Figure 10).

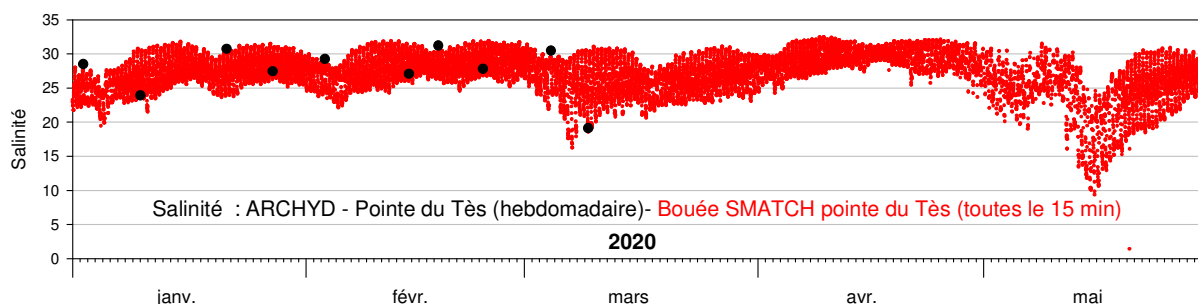


Figure 10 : Évolution des salinités en sub-surface mesurées à la station « Tès » du réseau ARCHYD entre janvier et mars 2020 et par la bouée SMATCH entre janvier et mai 2020

Les dessalures modérées de début mars et de tout début mai, consécutives à l'augmentation de débit de l'Eyre à ces périodes, sont clairement visibles sur la Figure 10, avec des valeurs minimales atteignant respectivement 15 et 18.

L'épisode de dessalure de la mi-mai a été plus long et plus drastique, avec douze jours pendant lesquels la salinité atteignait des valeurs inférieures à 20 et six jours pendant lesquels elle atteignait des valeurs inférieures à 15, avec un minimum de 10 environ.

Au cours de cet épisode, l'amplitude de la salinité a été particulièrement marquée (environ 15 unités au cours d'un cycle de marée) (Figure 11). Sur cette figure, nous avons fait apparaître la date de nettoyage de la sonde SMATCH (21 mai), qui, à cause du confinement, n'avait pas été entretenue depuis deux mois (24 février). Cette absence d'entretien aurait pu provoquer une

dérive de la sonde, mais au regard des valeurs mesurées avant et après ce nettoyage, il apparaît que cela n'a pas été le cas.

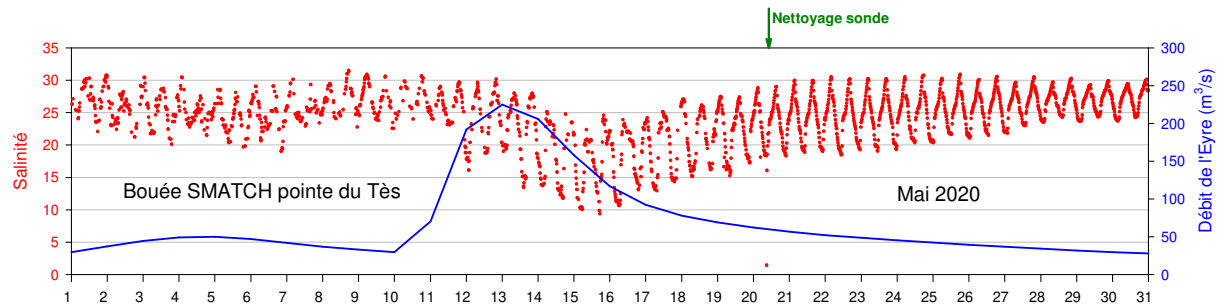
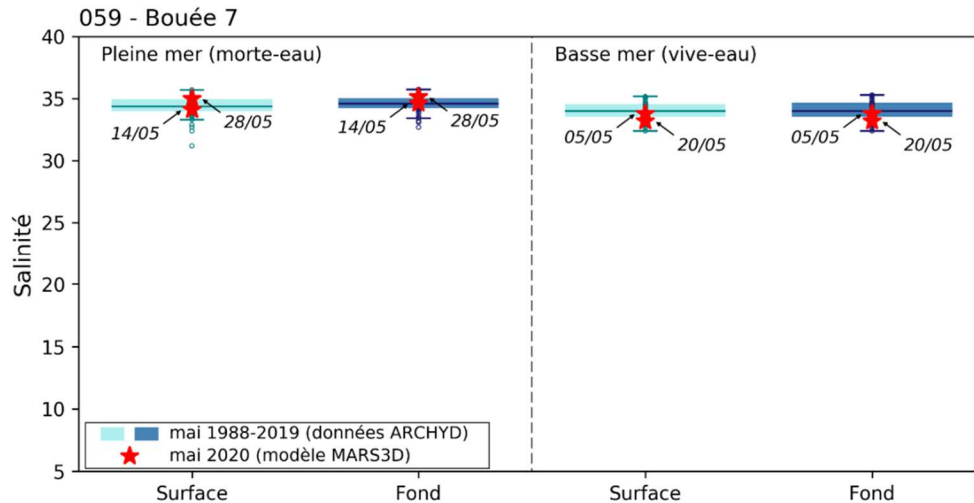
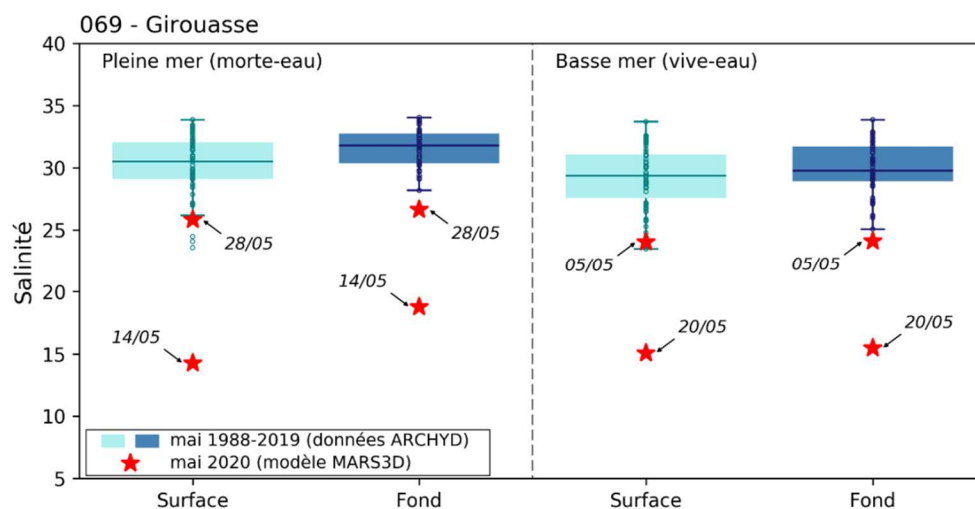
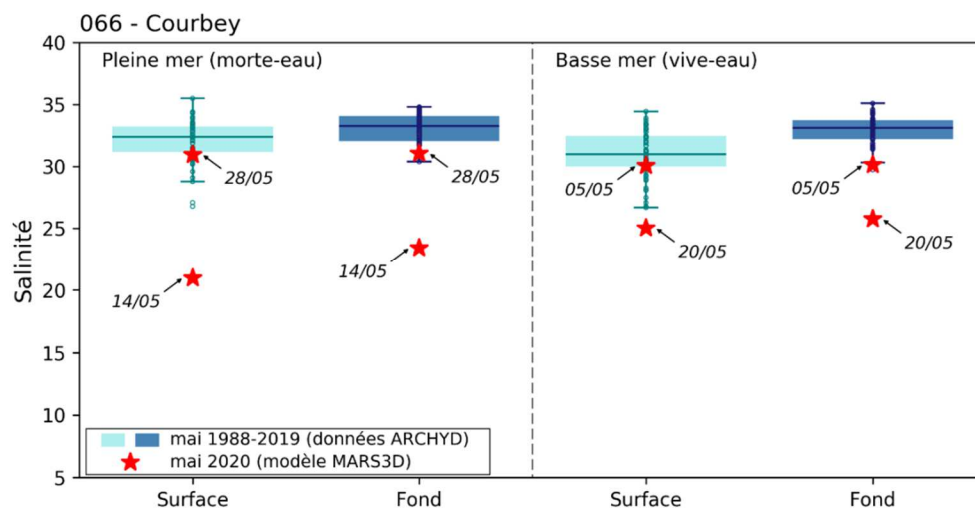
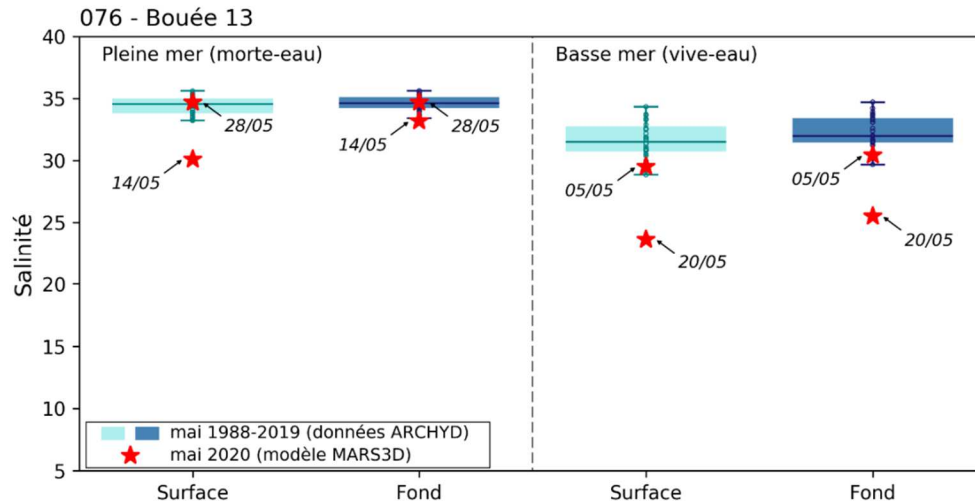


Figure 11 : Évolution des salinités en sub-surface mesurées au nord du banc du Tès et débit de l'Eyre en mai 2020

b. Ensemble des stations ARCHYD

Les données de salinité obtenues dans le cadre du réseau ARCHYD au cours des mois de mai 1988 à 2019 sur les sept points du réseau ont été tracés sous forme de boîtes à moustaches. Sur ces figures ont été rajoutées les salinités calculées par le modèle MARS-3D pour les dates et heures auxquelles l'échantillonnage aurait dû avoir lieu au cours du mois de mai 2020 (5 et 20 mai pour la Basse Mer de Vive Eau, 14 et 28 mai pour la Pleine Mer de Morte Eau).





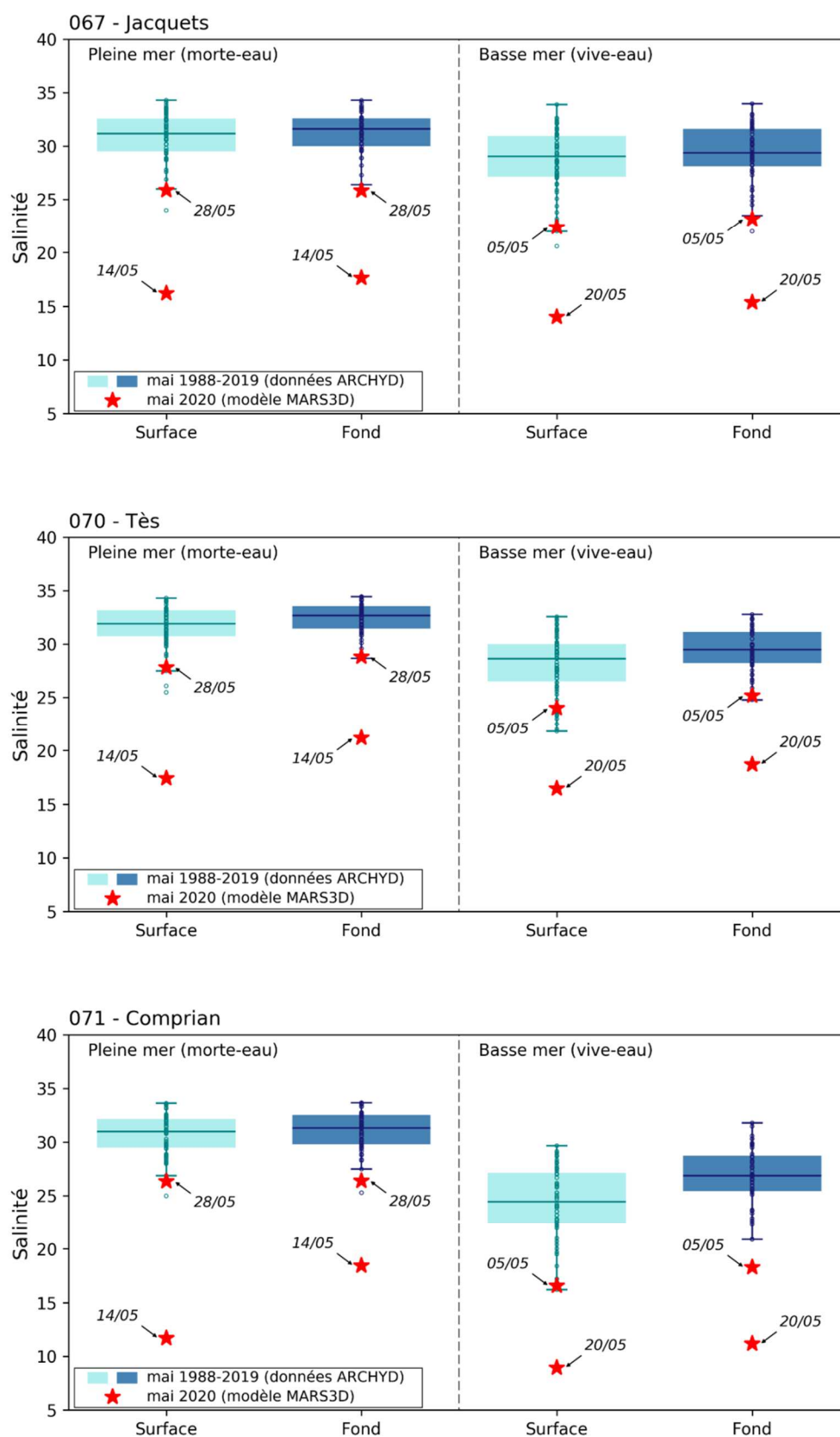


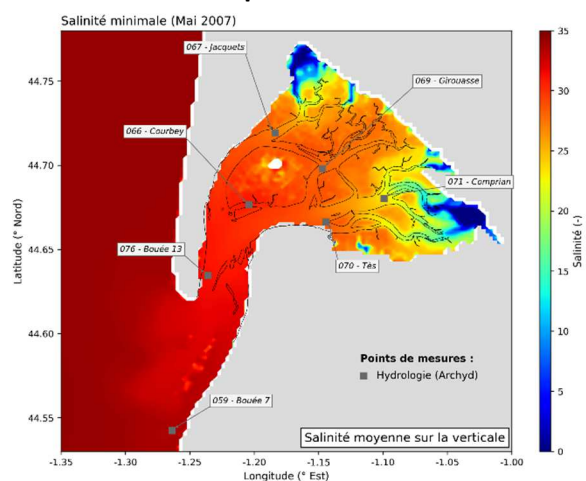
Figure 12 : Salinités dans les différentes stations ARCHYD (1) mesurées au cours des mois de mai de 1988 à 2019 – boîtes à moustaches ; et (2) calculées par le modèle MARS-3D pour le mois de mai 2020 – croix rouges

Les graphiques de la Figure 12 mettent bien en évidence l'occurrence de salinités exceptionnellement faibles par rapport aux mois de mai des autres années, les 14 et 20 mai 2020, pour l'ensemble des stations du réseau ARCHYD, exception faite de la station la plus océanique « Bouée 7 ».

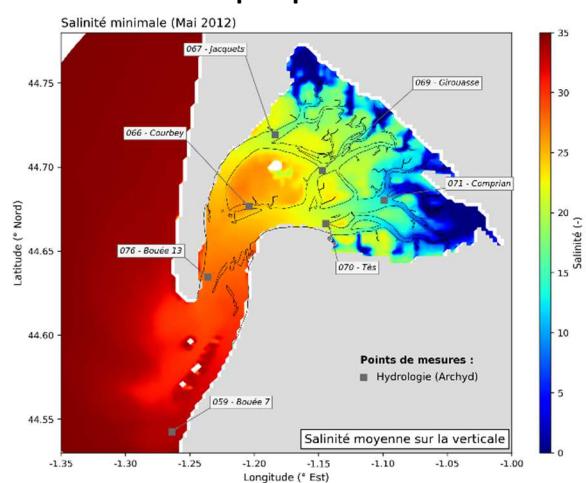
c. Représentation spatiale de la salinité

Des cartes présentant les résultats spatialisés du modèle MARS-3D ont été établies. Elles présentent la situation de mai 2020 et celles des mois de mai 2007 et mai 2012. Le mois de mai 2007 est caractérisé par un débit moyen de l'Eyre égal à la médiane des résultats obtenus entre 1988 et 2019 ($16,5 \text{ m}^3/\text{s}$); il peut donc être considéré comme une référence. Le mois de mai 2012, marqué par de fortes précipitations, est caractérisé par un fort débit moyen de l'Eyre ($37,4 \text{ m}^3/\text{s}$). Sur ces cartes sont représentées les stations du réseau ARCHYD.

Printemps « normal » - 2007



Printemps « pluvieux » - 2012



2020

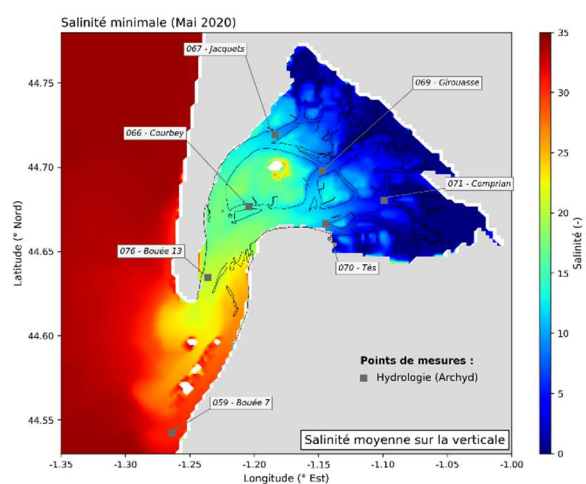


Figure 13-1 : Salinité minimale au mois de mai : résultats spatialisés du modèle MARS-3D, pour les mois de mai 2007, 2012 et 2020

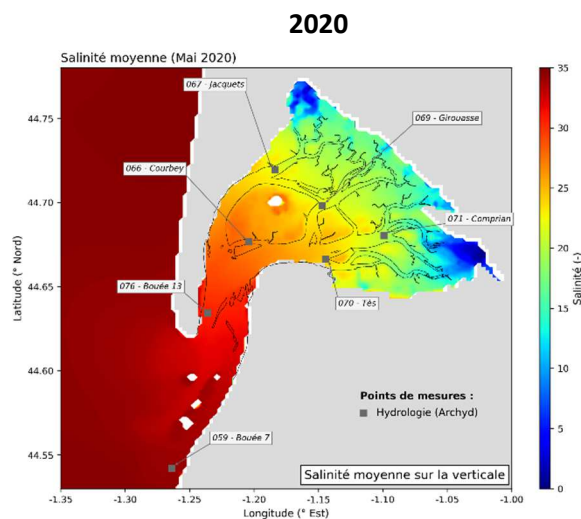
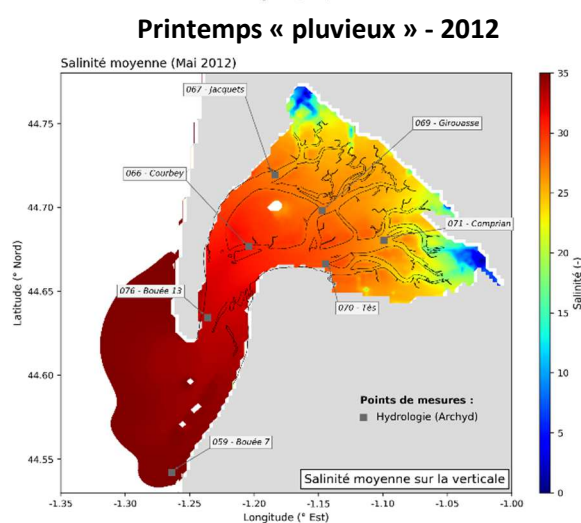
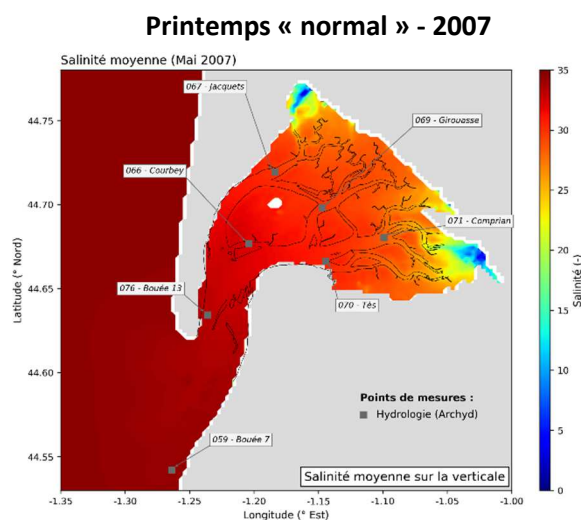
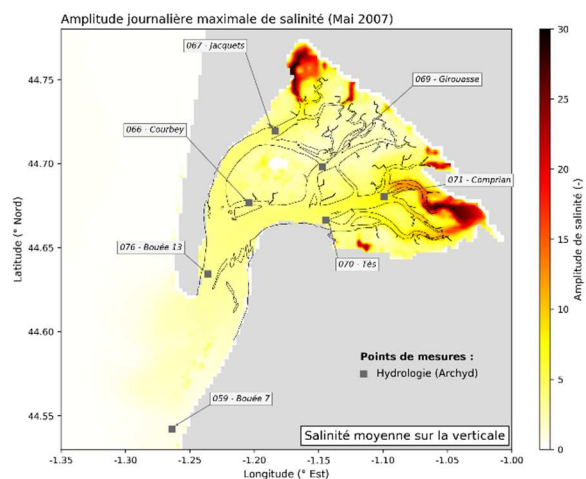
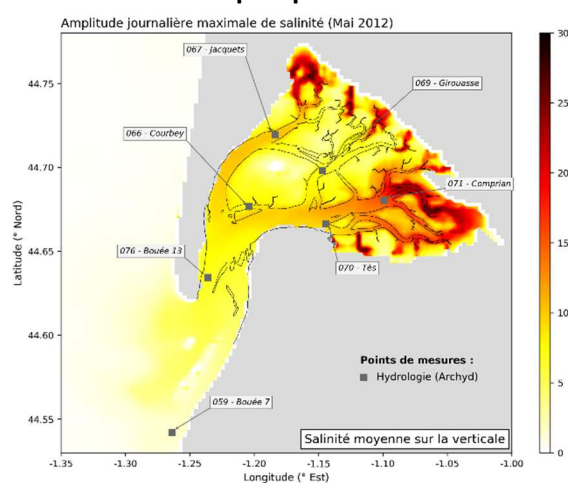


Figure 13-2 : Salinité moyenne au mois de mai : résultats spatialisés du modèle MARS-3D, pour les mois de mai 2007, 2012 et 2020

Printemps « normal » - 2007



Printemps « pluvieux » - 2012



2020

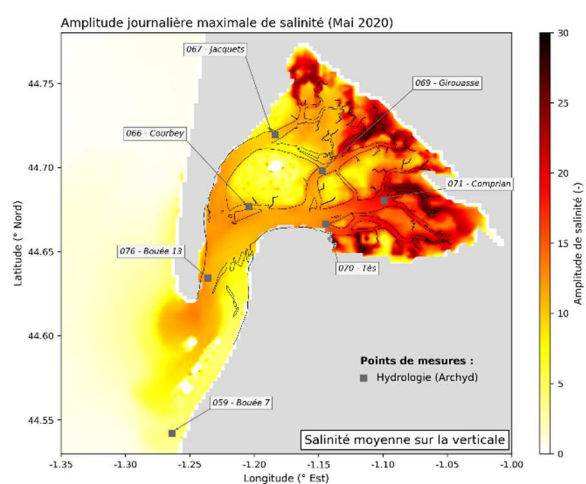


Figure 13-3 : Amplitude maximale de salinité au mois de mai : résultats spatialisés du modèle MARS-3D, pour les mois de mai 2007, 2012 et 2020

Salinité minimale (Figure 13-1) :

- Lors d'un printemps normal (mai 2007), les fortes dessalures (<10) restent localisées à proximité des principaux exutoires. Dans la majeure partie du Bassin, la salinité ne descend pas en dessous de 25.
- Lors d'un printemps pluvieux (mai 2012), on observe une extension des zones de forte dessalure sur toute la rive orientale du Bassin. Par ailleurs la partie interne de la baie est soumise à des salinités comprises entre 15 et 25.
- En 2020, les zones fortement dessalées (<10) occupent toute la zone située à l'est de l'Île aux Oiseaux. On ne retrouve des salinités supérieures à 25 qu'au niveau de la Passe Sud et à l'extérieur du Bassin.

Salinité moyenne (Figure 13-2) :

- Lors d'un printemps normal (mai 2007) seules les embouchures de l'Eyre et du Canal du Porge présentent de fortes dessalures. Les zones situées à l'est de l'Île aux Oiseaux présentent des salinités comprises entre 25 et 30.
- Lors d'un printemps pluvieux (mai 2012), on n'observe pas d'extension des zones les plus fortement dessalées, mais les zones situées à l'est de l'Île aux Oiseaux présentent des salinités comprises entre 20 et 25.
- En 2020, on observe une extension des zones de forte dessalure et les zones situées à l'est du Grand Banc présentent des salinités comprises entre 15 et 25.

Amplitude journalière maximale de salinité (Figure 13-3) :

- Lors d'un printemps normal (mai 2007), seules les zones situées à proximité des exutoires présentent des amplitudes haline supérieures à 20, pour le reste du Bassin, ces amplitudes sont de l'ordre de 5.
- Lors d'un printemps pluvieux (mai 2012), les zones marquées par une forte amplitude journalière sont plus étendues, notamment dans le quart sud-est du Bassin. Dans les chenaux du Piquey et du Teychan, les amplitudes halines sont de l'ordre de 10.
- En 2020, la quasi-totalité des zones orientales du Bassin subissent une amplitude de salinité supérieure à 20, et les chenaux du Teychan et du Piquey jusqu'au droit du Cap Ferret subissent des amplitudes halines de l'ordre de 15.

4 Conclusion

L'analyse des différentes données disponibles permet ainsi de caractériser comme exceptionnel l'évènement de mai 2020, et ce, pour l'ensemble des paramètres traités dans ce document.

Pour ce qui est des précipitations, d'une part les cumuls mensuels pour ce mois de mai 2020 figurent parmi les plus importants depuis 30 ans (1^{er} rang en ce qui concerne les données mesurées à Cazaux et 3^{ième} rang pour les données du Cap Ferret), et d'autre part les épisodes pluvieux du début du mois ont été extrêmement intenses puisque la quasi-totalité des précipitations du mois de mai 2020 sont intervenues en l'espace de quelques jours seulement : au Cap Ferret 75 % des précipitations du mois sont intervenues entre le 8 et le 11 mai (78 % à Cazaux), dont 48 % (52 % à Cazaux) pour la seule journée du 10 mai 2020.

Ces intenses précipitations, associées au fait que l'Eyre se trouvait déjà en crue, ont provoqué une crue exceptionnelle. En effet, les débits journaliers mesurés au cours de cette crue ont été les plus forts jamais enregistrés depuis 1967, et ce durant 4 jours consécutifs : le débit journalier maximum enregistré sur la période du 1^{er} janvier 1967 au 30 avril 2020 est de $139 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, alors qu'il a atteint des valeurs de 192, 225, 206 et $158 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, respectivement les 12, 13, 14 et 15 mai 2020.

L'importance de ces apports d'eau douce dans le Bassin d'Arcachon a ainsi conduit à atteindre des salinités exceptionnellement faibles, associées à des amplitudes journalières de salinité particulièrement fortes. Bien que cet évènement ait touché l'ensemble du Bassin, son intensité a toutefois présenté un gradient décroissant est-ouest assez marqué.

Compte-tenu de son caractère exceptionnel, cet évènement (tant en termes d'apports continentaux que de salinité) a probablement eu un impact sur certaines communautés benthiques et pélagiques du Bassin d'Arcachon.

Annexe 1

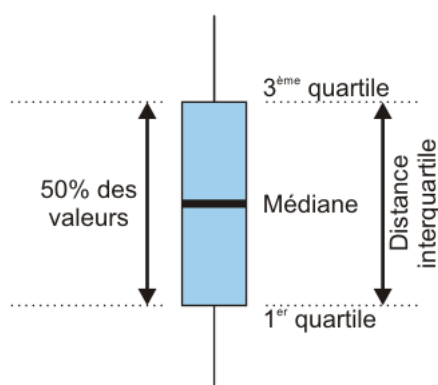
Les valeurs mesurées au cours des années précédant l'année en cours sont représentées par des boîtes de dispersion (ou boîtes à moustaches) figurant la distribution des valeurs.

Rappel : On appelle médiane d'une série statistique toute valeur M qui partage le groupe étudié en deux sous-groupes de même effectif, chacun tel que :

- tous les éléments du premier groupe ont des valeurs inférieures ou égales à M .
- tous les éléments du deuxième groupe ont des valeurs supérieures ou égales à M .

On affine le partage en parlant de quartiles. Un quart des termes doivent être inférieurs au premier quartile; la moitié des termes doivent être inférieurs au deuxième quartile, qui n'est autre que la médiane; les $3/4$ des termes doivent être inférieurs au troisième quartile.

La boîte représente la distribution de 50% des valeurs situées entre le premier et le troisième quartile, pour le mois considéré sur toute la période de suivi. La barre horizontale à l'intérieur de la boîte représente la médiane des valeurs de ce mois.



On peut considérer que les valeurs contenues dans ces boîtes représentent les valeurs « habituelles » du paramètre pour le mois considéré.

La barre noire verticale (moustache) supérieure (respectivement inférieure) relie le haut (respectivement bas) de la boîte à la valeur observée la plus élevée (respectivement moins) en deçà d'une limite égale au troisième (respectivement premier) quartile plus (respectivement moins) 1,5 fois la distance interquartile (différence entre le 3ème et le 1er quartile).

Le point coloré représente la moyenne (Débit) ou la somme (Précipitations,) des valeurs du mois pour l'année en cours.