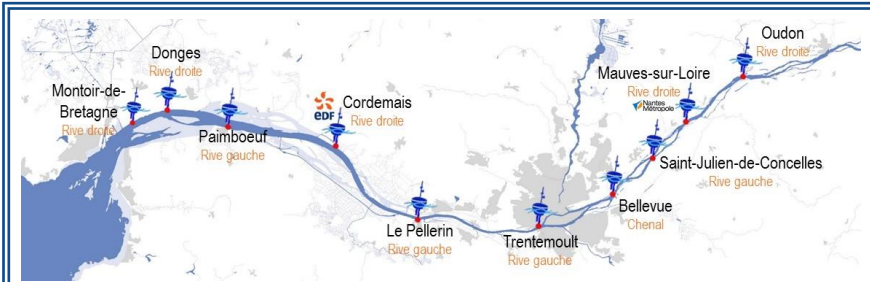


SYVEL

Système de Veille dans l'Estuaire de la Loire



Le réseau haute fréquence SYVEL est composé de huit stations qui mesurent en continu la conductivité (salinité), la turbidité, la concentration en oxygène dissous et la température de l'eau en surface. La station de Donges est équipée d'un second point de mesure à 4 mètres sous la surface pour étudier la stratification verticale. La station d'Oudon est équipée d'un capteur de « chlorophylle a » pour étudier le phénomène d'eutrophisation. La station de Montoir-de-Bretagne est équipée d'un capteur de pH. Le réseau est en place depuis 2007. Donges est installée en 2010, Thouaré-Saint Julien et Oudon en décembre 2020, et Montoir-de-Bretagne en avril 2022. Deux stations complémentaires à Cordemais et à Mauves-sur-Loire sont gérées respectivement par EDF et Nantes Métropole.

Les coefficients de marée à Saint-Nazaire utilisés dans les analyses sont fournis par le SHOM.

Les débits de la Loire sont fournis par la DREAL des Pays de la Loire, à la station fluviale de référence de Montjean-sur-Loire à 117 km de Saint-Nazaire.

Trois phénomènes sont suivis :

- le **bouchon vaseux** : zone où la concentration en matières en suspension (MES) dépasse 1 g/l ;
- la **zone d'hypoxie** : zone où la concentration en oxygène dissous descend en deçà de 5 mg/l ;
- le **front de salinité** : limite de la salure des eaux à 0,5 g/l.

Depuis 2020, l'ensemble des stations est équipé de sondes multi-paramètres. Une nouvelle station est installée sur la commune de Montoir-de-Bretagne, depuis avril 2022. Elle mesure en continu les paramètres température, conductivité, turbidité, concentration en oxygène dissous, pH. L'objectif est d'améliorer les connaissances sur les apports de l'océan à l'estuaire.



Figure 1 : Station SYVEL de Montoir-de-Bretagne

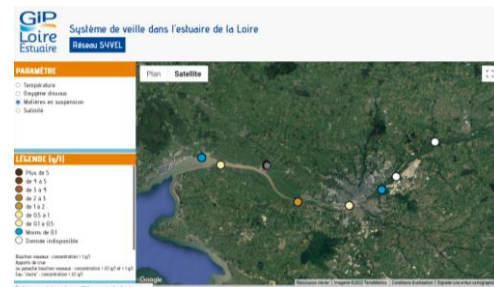


Figure 2 : Carte interactive

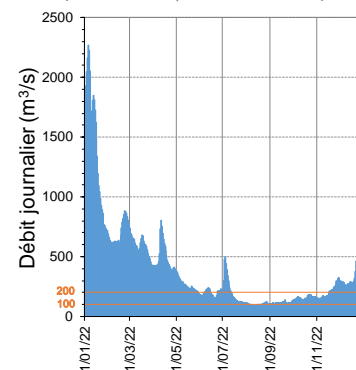
Les données sont fournies sur demande (syvel@loire-estuaire.org). Les données sont disponibles en temps réel sur le site internet depuis la carte interactive <https://www.loire-estuaire.org/accueil>

Bulletin n°11

Nota bene : Les analyses présentées dans ce bulletin concernent les stations gérées par le GIP Loire Estuaire. Les données des stations de Cordemais, propriété d'EDF, et de Mauves-sur-Loire, propriété de Nantes Métropole, ne sont pas traitées (fourniture incomplète).

2022 : Un été extrêmement sec

L'année 2022 a une hydraulicité de 0,5, la caractérisant d'année très sèche, par rapport à la moyenne depuis 1900. Le débit moyen annuel de 402 m³/s est deux fois inférieur au module. Les débits moyens mensuels sont tous inférieurs aux moyennes. L'année est marquée par un été long et sévère, de mai à mi-décembre, ponctué par une très brève remontée de débits début juillet. Des débits inférieurs à 100 m³/s ont été mesurés 9 jours consécutifs, du 8 au 16 août.



Source des données : DREAL Pays de la Loire

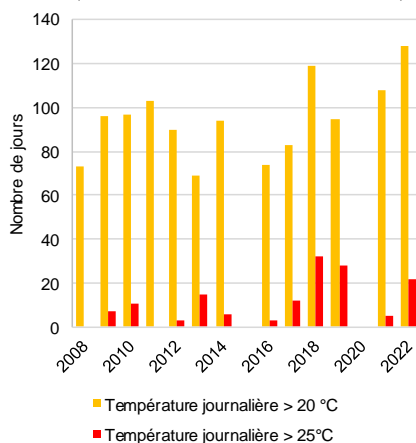
2022 : des températures de l'air records mais un fleuve refroidi en été par un phénomène d'upwelling

L'année 2022 est marquée par des températures maximales de l'air records (42°C à Nantes le 18 juillet), et une moyenne annuelle de 14,4°C à la station de Nantes-Atlantique, soit 1,9°C de plus que les normales, sur la période 1981 – 2010 (Source InfoClimat).

Dès le mois de mai, les stations SYVEL du Pellerin, de Trentemoult et de Bellevue mesurent des températures de l'eau élevées. A Trentemoult, la température moyenne journalière est supérieure aux températures journalières pour un mois de mai, du 10 mai au 24 mai, avec un maximum de 23,6°C le 22 mai.

Le nombre de jours avec une température journalière supérieure à 20°C est plus élevé en 2022. À Bellevue, la température de l'eau reste supérieure à 20 °C pendant 111 jours consécutifs et supérieure à 25°C pendant 9 jours (respectivement 114 et 21 jours en 2018).

Nombre de jours avec une température journalière supérieure à 20°C et 25°C à Bellevue (années avec au minimum 80 % de données)



Source des données : GIP Loire Estuaire

Pourtant les températures journalières de l'eau n'atteignent pas les maximums pendant l'été. Deux phénomènes l'expliquent. Un phénomène d'upwelling, observé en juillet et août, a refroidi les eaux du littoral. Il s'agit de la remontée d'eaux froides plus profondes, les eaux chaudes de surface étant repoussées vers le large grâce à un vent d'Est. En parallèle, les faibles débits ont favorisé dans l'estuaire les eaux de l'océan, plus froides.

	Donges	Paimbœuf	Le Pellerin	Trentemoult	Bellevue
Température journalière (°C) - maximum 2022	22,5	23,3	25,9	26,8	27,2
date	21/07/2022	04/08/2022	19/07/2022	15/07/2022	14/07/2022
Température journalière (°C) - maximum 2007-2021	24,6	24,1	27,2	27,6	30,5
date	07/07/2018	06/07/2018	01/07/2019	22/06/2017	30/06/2019

Source des données : GIP Loire Estuaire

2022 : des hypoxies sévères et longues

Sur les stations de Bellevue et Trentemoult, les moyennes journalières ont atteint les minimums, depuis 2007.

Au niveau de Bellevue, le 17 août (coefficient 73 et débit 101 m³/s), la concentration journalière minimale est de 5,3 mg/l. L'oxygène dissous est inférieur à 5 mg/l, pendant un cycle de

marée (5 heures au maximum), du 13 au 19 août. En comparaison, le 31 août 2019, la concentration moyenne journalière atteignait 5,9 mg/l, à un débit identique (99 m³/s) et en période de vives eaux (coefficient à 109-112).

À Trentemoult, le 17 août, la concentration journalière minimale est de 2,5 mg/l. Le précédent record est observé en 2012 et 2018, avec une concentration journalière de 3,5 mg/l.

La concentration journalière en oxygène dissous reste inférieure à 5 mg/l pendant 11 jours consécutifs en septembre, et inférieure à 3 mg/l pendant 5 jours en août.

Les concentrations instantanées atteignent 0,4 mg/l, un seuil près de deux fois inférieur au précédent minimum.

Au niveau du Pellerin, les concentrations journalières et instantanées sont dans les valeurs basses observées sur la station depuis 2007. La moyenne journalière est néanmoins restée inférieure à 1 mg/l pendant 4 jours consécutifs, ce qui n'a été mesuré qu'une fois depuis 2007 (3 jours en 2010).

Aucune hypoxie n'est mesurée sur les stations de Oudon et Thouaré-Saint-Julien.

	Donges	Paimbœuf	Le Pellerin	Trentemoult	Bellevue
Concentration journalière (mg/l) - minimum 2022	3,2		0,8	2,5	5,3
Conditions hydrologiques (débit m³/s - coeff.)	14/08/2022		14/08/2022	17/08/2022	17/08/2022
	94,4 - 103		94,4 - 103	100,9 - 74	100,9 - 74
Concentration journalière (mg/l) - minimum 2007-2021	1,4	1,0	0,7	3,4	5,8
Conditions hydrologiques (débit m³/s - coeff.)	26/07/2013	26/07/2013	12/08/2010	23/08/2012	31/08/2015
	293,1 - 98	293,1 - 98	223,0 - 112	135,8 - 76	183,5 - 114

Source des données : GIP Loire Estuaire

Une augmentation des concentrations moyennes journalières est observée fin juin et début juillet, suivie d'une forte diminution. Ce phénomène d'eutrophisation est régulièrement observé, lorsque les conditions sont favorables au développement algal (maintien d'un débit d'étiage, ensoleillement, apports nutritifs).

Concentration en oxygène dissous au cours des périodes d'eutrophisation entre 2007 et 2022

		Donges	Paimbœuf	Le Pellerin	Trentemoult	Bellevue
2008	Concentration moyenne journalière en O2 (mg/l)	Absence de données	Absence de données	> 12	> 12	> 12
	Présence déficit en oxygène (mg)			-	-	-
2010	Concentration moyenne journalière en O2 (mg/l)	Absence de données	> 11	> 10	> 12	> 13
	Présence déficit en oxygène (mg)		> 2	> 3	-	-
2012	Concentration moyenne journalière en O2 (mg/l)	-	> 11	> 11	> 11	> 13
	Présence déficit en oxygène (mg)	-	> 2	-	-	-
2016	Concentration moyenne journalière en O2 (mg/l)	-	-	> 10	Absence de données	> 13
	Présence déficit en oxygène (mg)	> 3	> 3	> 4		-
2018	Concentration moyenne journalière en O2 (mg/l)	-	> 10	> 14	> 16	Absence de données
	Présence déficit en oxygène (mg)	> 2	> 1	> 2	> 3	
2020	Concentration moyenne journalière en O2 (mg/l)	Absence de données	Absence de données	> 12	> 14	> 12
	Présence déficit en oxygène (mg)			> 2	> 4	-
2022	Concentration moyenne journalière en O2 (mg/l)	-	-	-	> 10	> 10
	Présence déficit en oxygène (mg)	-	-	-	> 3	-

Source des données : GIP Loire Estuaire

2022 : de fortes salinité au mois d'août

Lors des vives eaux du 12 au 15 août - coefficient de marée de 99 à 103 (13 et 14 août) - une forte salinité est observée lors des plus faibles débits de l'année (9 jours inférieurs à 100 m³/s). Le maximum de salinité sur l'été en moyenne journalière est de 23,7 g/l à Donges (12 août), 20,2 g/l à Paimbœuf (13 août) et de 4,3 g/l au Pellerin (14 août). Au niveau de Trentemoult, la salinité moyenne journalière est de 1,2 g/l, le 14 et le 15 août (débit 94 à 97 m³/s). Il s'agit du record depuis 2007. La salinité dépasse la valeur de 1 g/l à Trentemoult pendant quatre jours consécutifs (du 13 au 16 août).

Le front de salinité est remonté jusqu'à Nantes. Il est visible à la station de Bellevue, avec un dépassement des 0,5 g/l pendant 20 minutes le 15 août (avec un maximum instantané de 0,59 g/l le 14 août). La salinité est néanmoins inférieure à celle de 2019 (dépassement du front de salinité pendant 40 minutes, avec un maximum instantané de 0,64 g/l, le 31 août 2019 – débit 99,3 m³/s et coeff. 111).

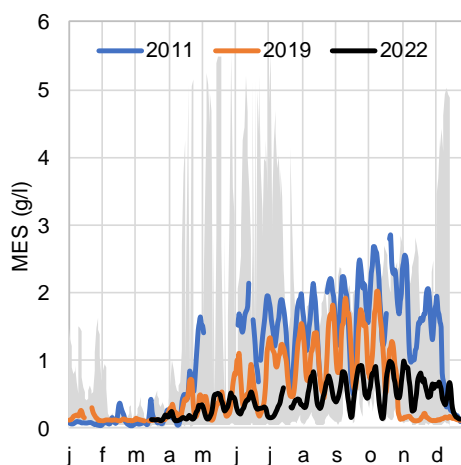
	Donges	Paimbœuf	Le Pellerin	Trentemoult	Bellevue
Salinité journalière - maximum 2022	23,8	22,9	6,2	1,2	0,2
Conditions hydrologiques (débit m³/s - coeff.)	13/08/2022 93,2 - 103	22/09/2022 118,5 - 51	20/10/2022 172,2 - 35	14/08/2022 94,4 - 103	16/08/2022 98,9 - 87
Salinité journalière - maximum 2007-2021	26,0	24,3	5,8	1,0	0,3
Conditions hydrologiques (débit m³/s - coeff.)	13/10/2016 188,8 - 68	14/10/2016 188,6 - 85	03/09/2021 173,1 - 43	16/09/2019 109,9 - 85	01/09/2019 102,1 - 113

Source des données : GIP Loire Estuaire

2022 : Un bouchon vaseux peu présent

Lors de l'étiage 2022, les valeurs de MES sur l'ensemble des stations sont plus faibles qu'en 2011 et 2019 - trois années caractérisées par un étiage exceptionnellement long et sévère.

Comparaison des MES au Pellerin en 2011, 2019 et 2022 par rapport à leur variabilité depuis 2007 (en moyennes journalières)

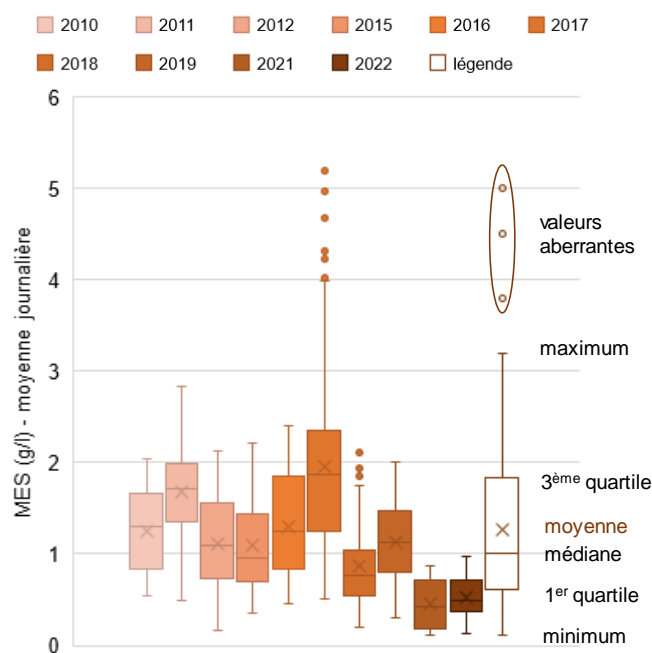


Source des données : GIP Loire Estuaire

Plusieurs hypothèses peuvent expliquer ce phénomène. La crue quinquennale à 4200 m³/s, en février 2021 a permis l'expulsion d'une grande partie de la vase vers l'estuaire externe. Les concentrations de MES lors de l'étiage 2021 sont plus faibles que

lors des précédents étiages (pour un débit inférieur à 200 m³/s). La reconstitution du bouchon vaseux n'est pas complète.

Comparaison des MES Au Pellerin lors des débits de moins de 200 m³/s

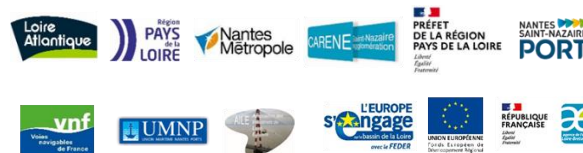


Source des données : GIP Loire Estuaire

En périodes de vives eaux, la variabilité des concentrations en plus importante qu'en mortes eaux. Les concentrations de 2022 sont du même ordre de grandeur que les concentrations de 2021, malgré un étiage plus sévère.

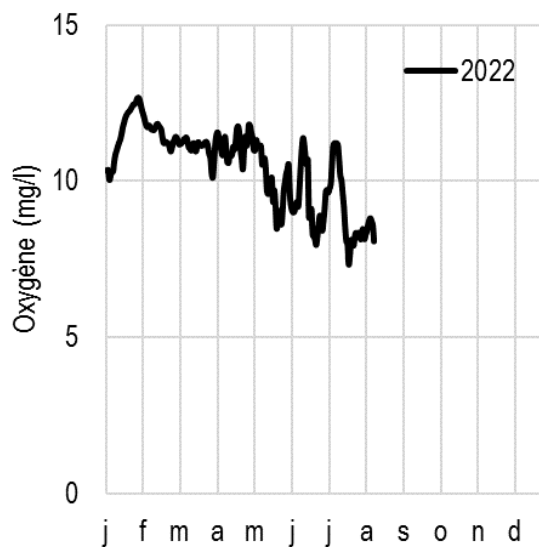
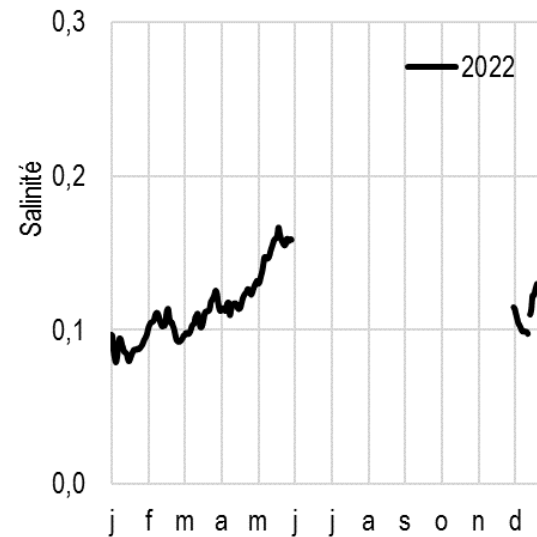
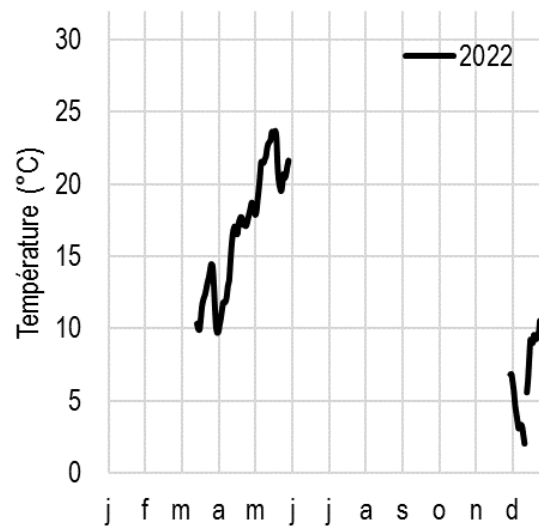
L'étiage précoce et sévère de 2022 peut également favoriser la décantation des MES, les rendant moins mobilisables. La crème de vase s'indure. La remise en suspension des particules devient plus faible, limitant la reformation du bouchon vaseux.

Le réseau SYVEL a été développé et est exploité par le GIP Loire Estuaire, via le financement de ses membres et avec le concours financier de l'AELB (2007 à 2019), de l'Europe (2007 à 2020) et de l'Etat, à travers un contrat DSIL (Dotation de Soutien à l'Investissement Local) (2019 - 2020).



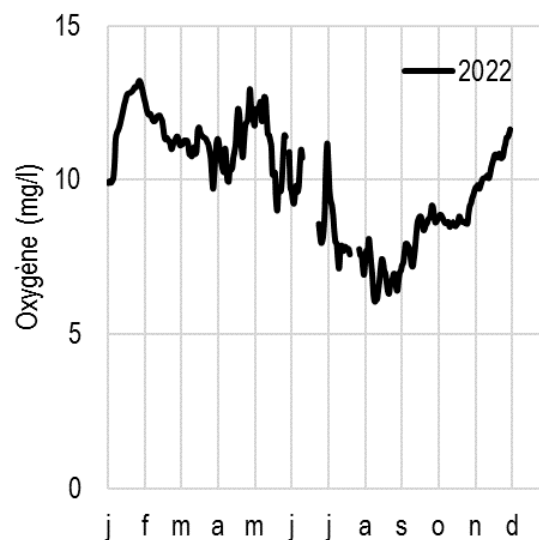
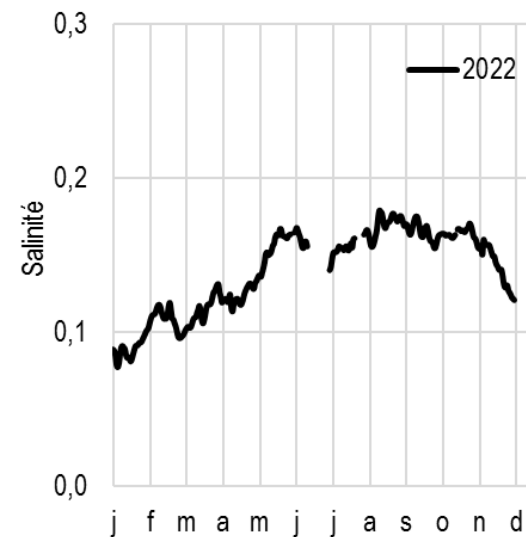
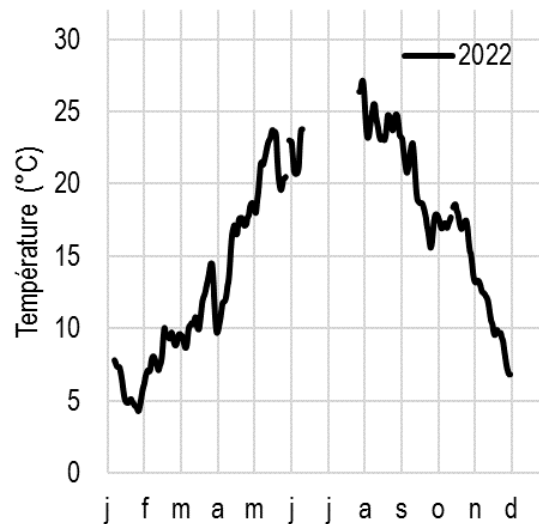
Informations complémentaires : seuls les jours avec 80% de données sont pris en compte

Station de Oudon : données de température, de salinité, des concentrations en oxygène dissous de 2022 en valeurs journalières



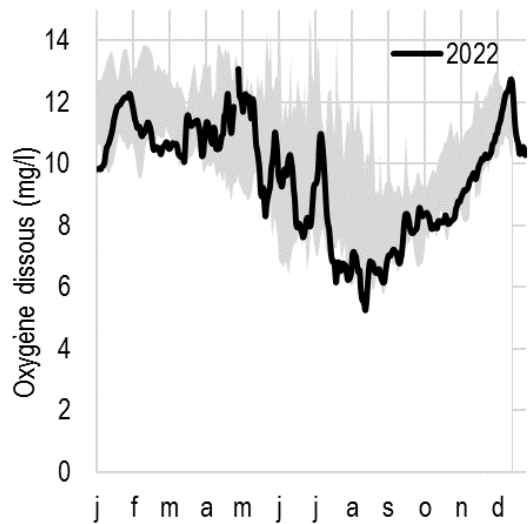
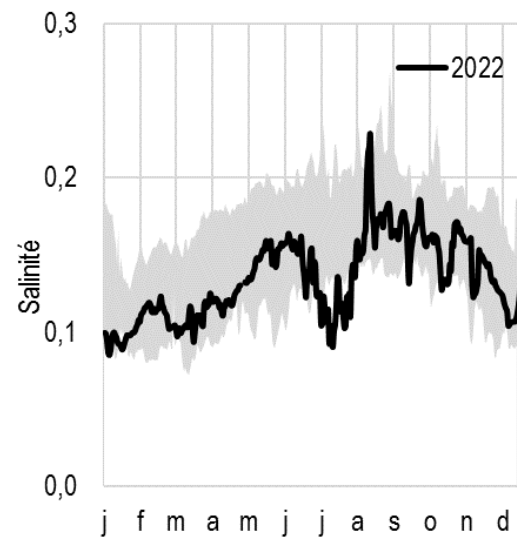
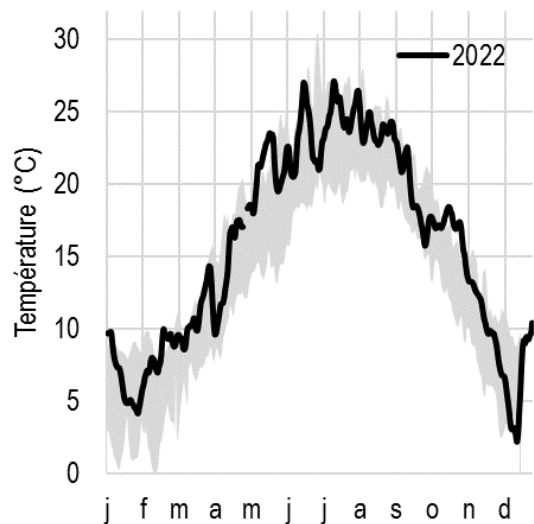
Relation turbidité-MES en cours d'étude

Station de Thouaré/Saint-Julien : données de température, de salinité, des concentrations en oxygène dissous de 2022 en valeurs journalières



Relation turbidité-MES en cours d'étude

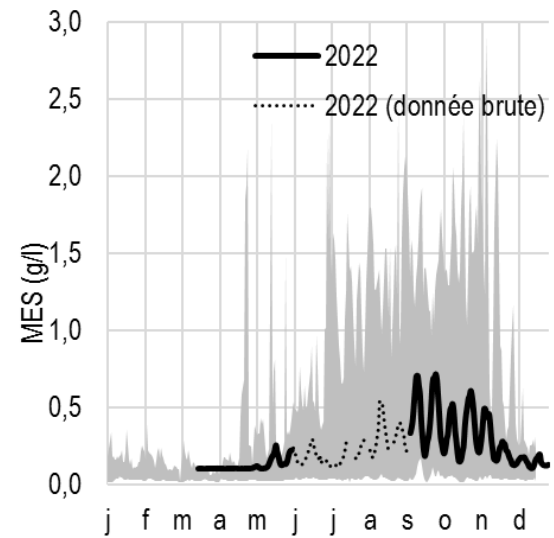
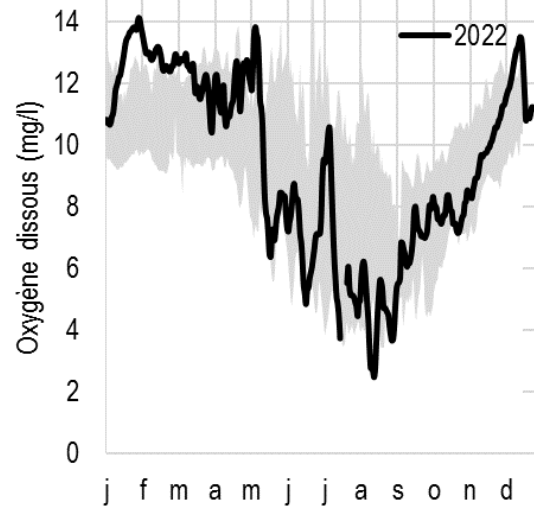
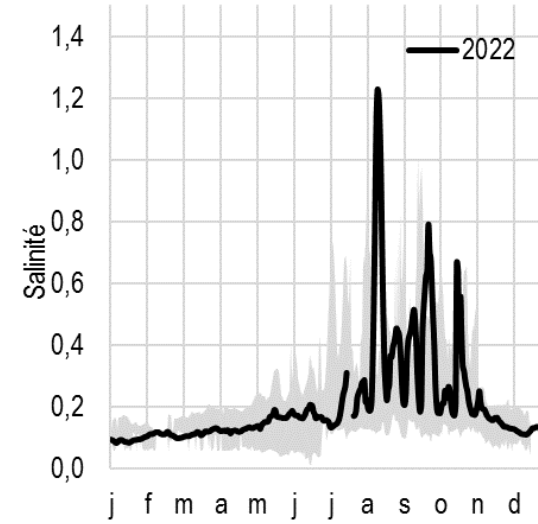
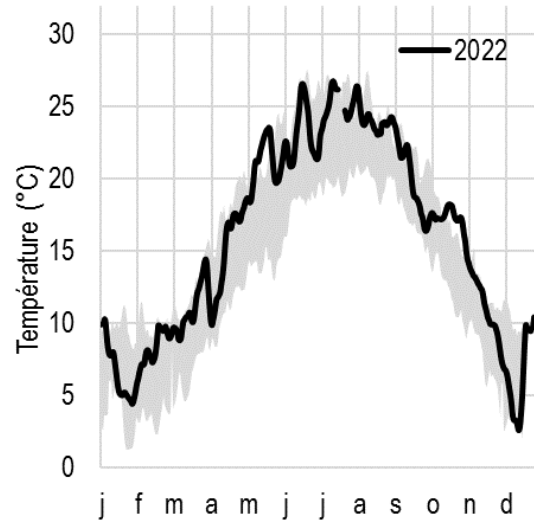
Station de Bellevue : comparaison de la température, de la salinité, des concentrations en oxygène dissous de 2022 par rapport à leur variabilité sur la période 2007 - 2021 en valeurs journalières



Relation turbidité-MES en cours d'étude

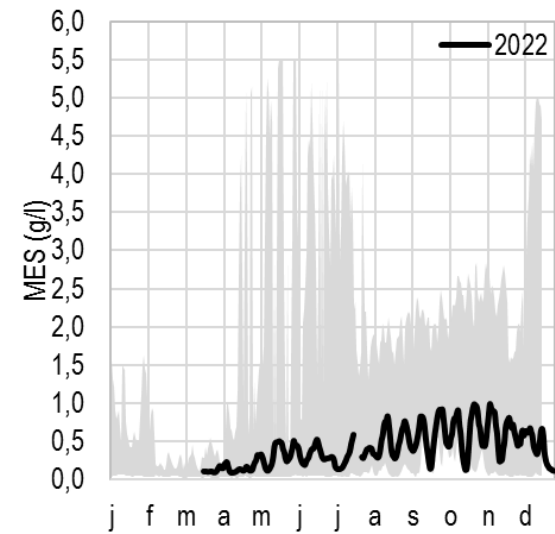
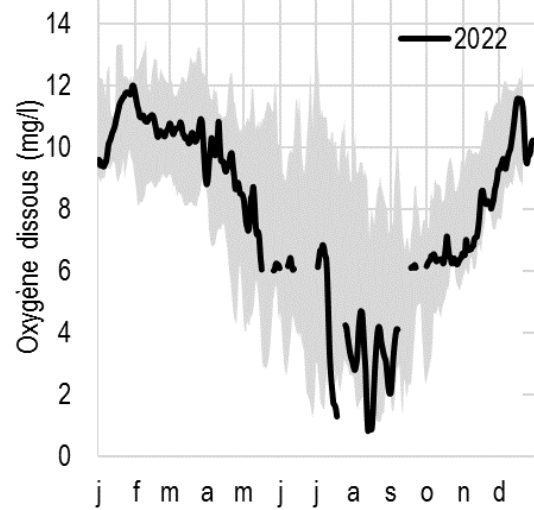
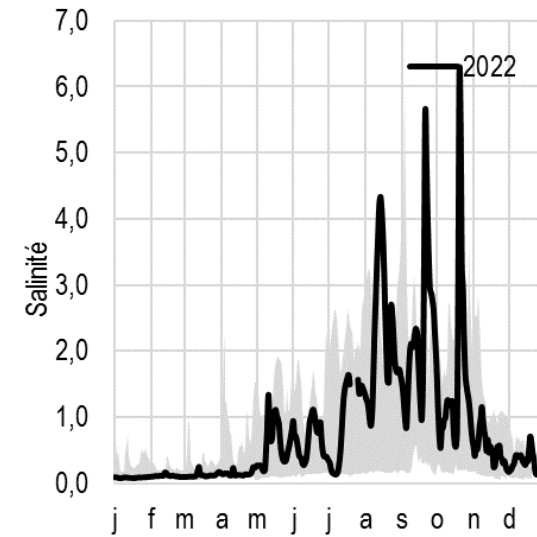
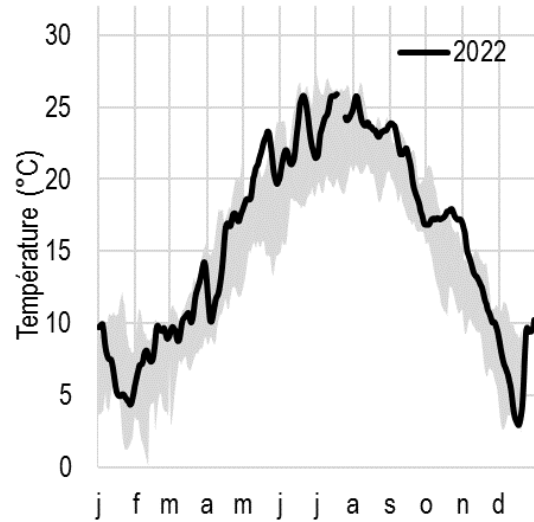
■ courbe enveloppe des minima et maxima journaliers entre 2007 et 2021

Station de Trentemoult : comparaison de la température, de la salinité, des concentrations en oxygène dissout et en MES de 2022 par rapport à leur variabilité sur la période 2007 - 2021 en valeurs journalières



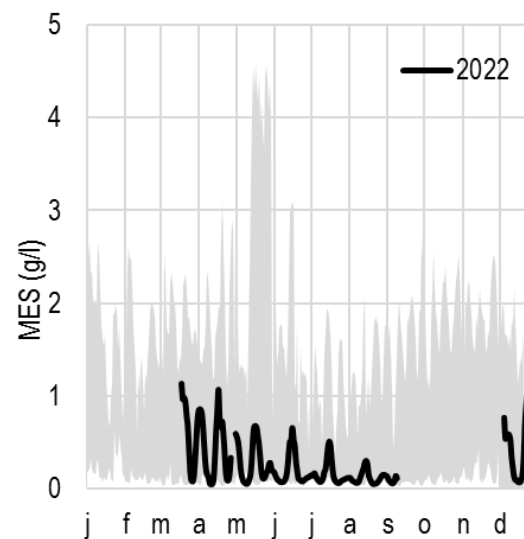
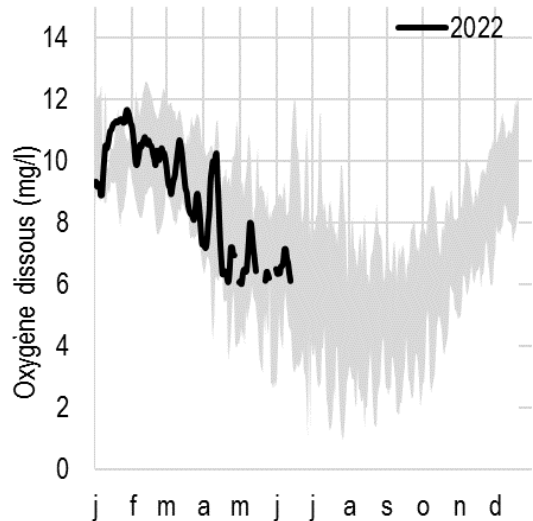
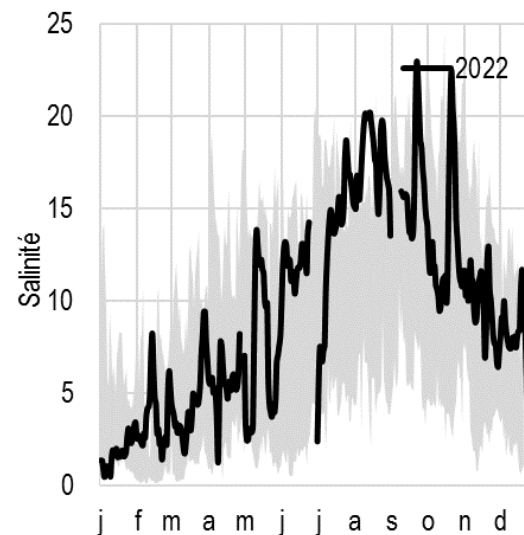
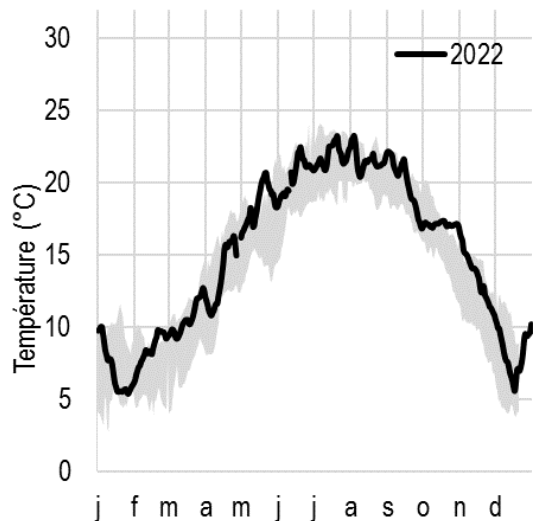
■ courbe enveloppe des minima et maxima journaliers entre 2007 et 2021

Station du Pellerin : comparaison de la température, de la salinité, des concentrations en oxygène dissous et en MES de 2022 par rapport à leur variabilité sur la période 2007 - 2021 en valeurs journalières



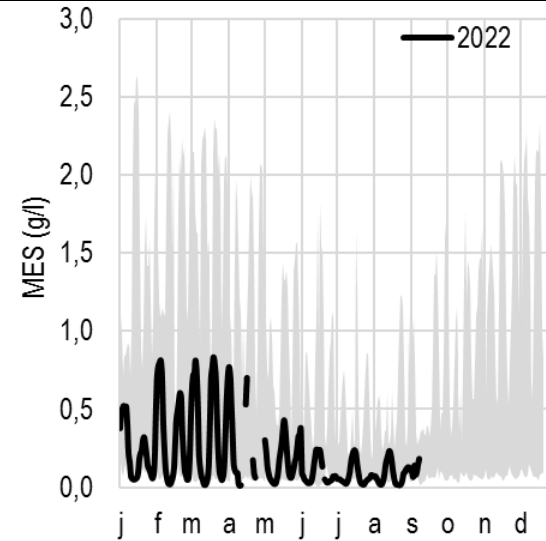
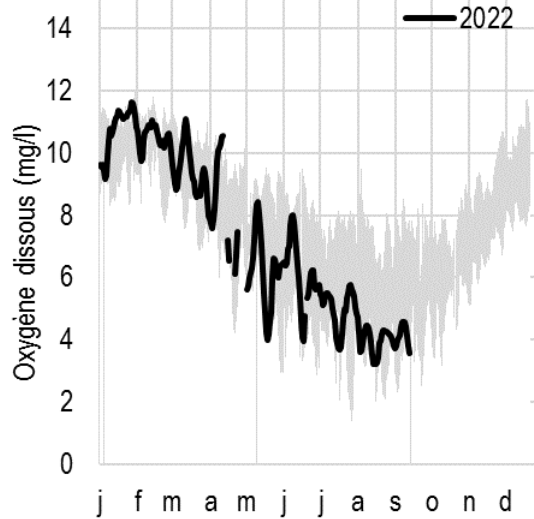
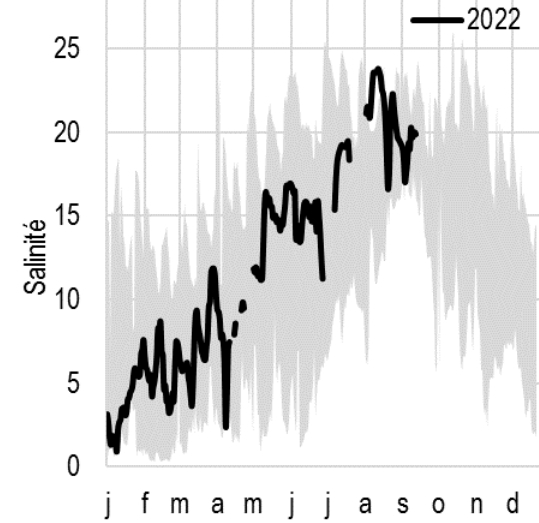
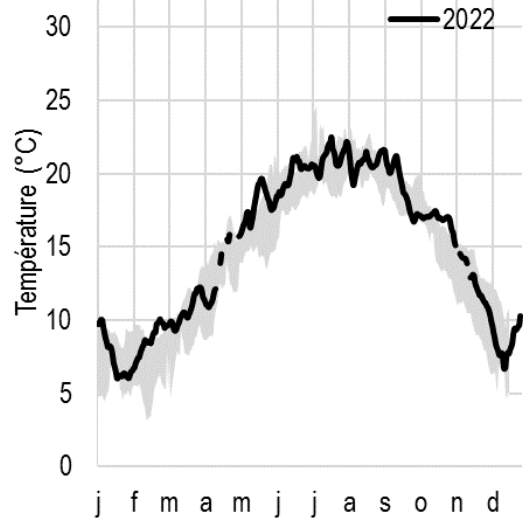
■ courbe enveloppe des minima et maxima journaliers entre 2007 et 2021

Station de Paimbœuf : comparaison de la température, de la salinité, des concentrations en oxygène dissous et en MES de 2022 par rapport à leur variabilité sur la période 2007 - 2021 en valeurs journalières



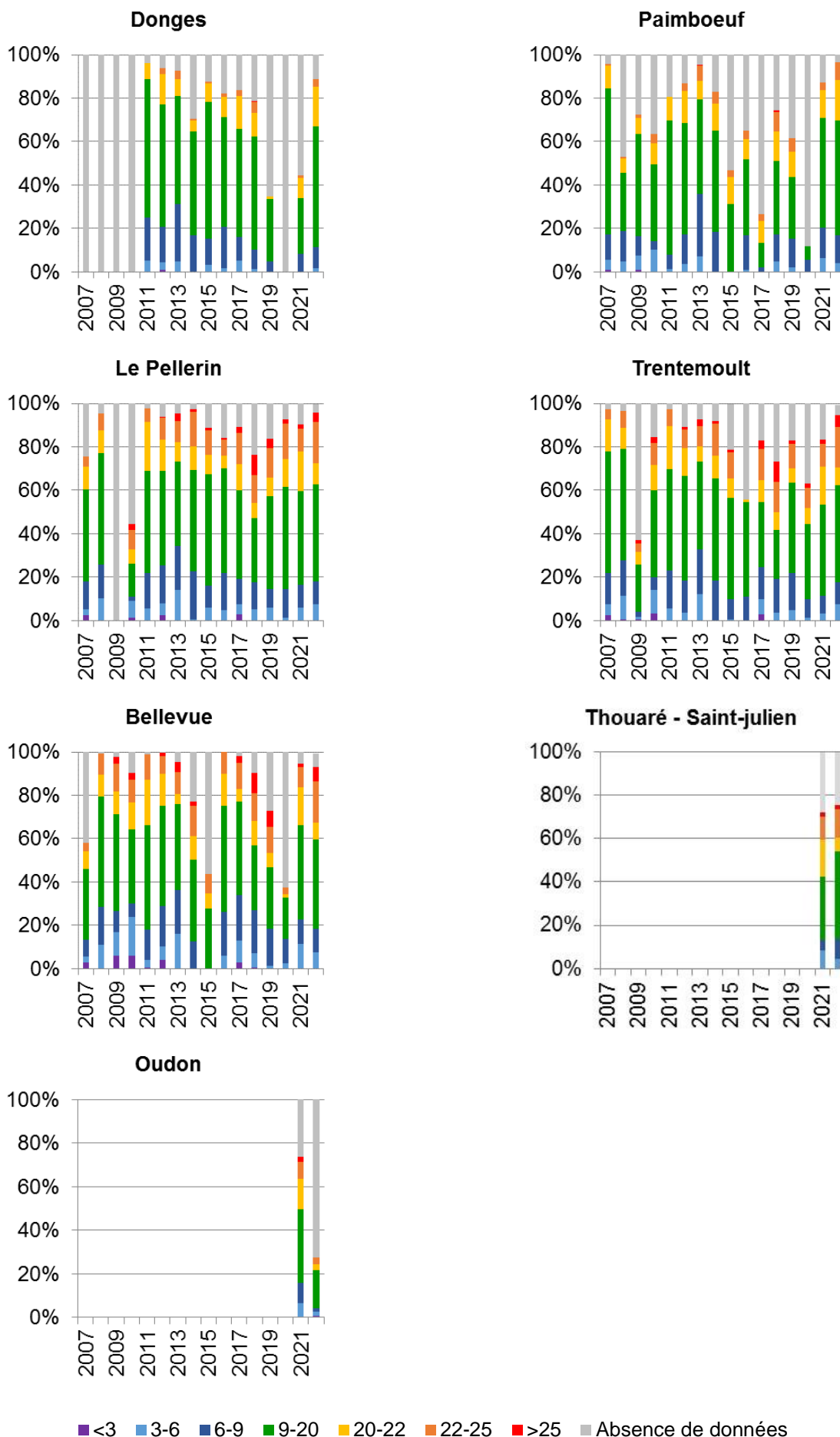
■ courbe enveloppe des minima et maxima journaliers entre 2007 et 2021

Station de Donges : comparaison de la température, de la salinité, des concentrations en oxygène dissous de 2022 par rapport à leur variabilité sur la période 2007 - 2021 en valeurs journalières



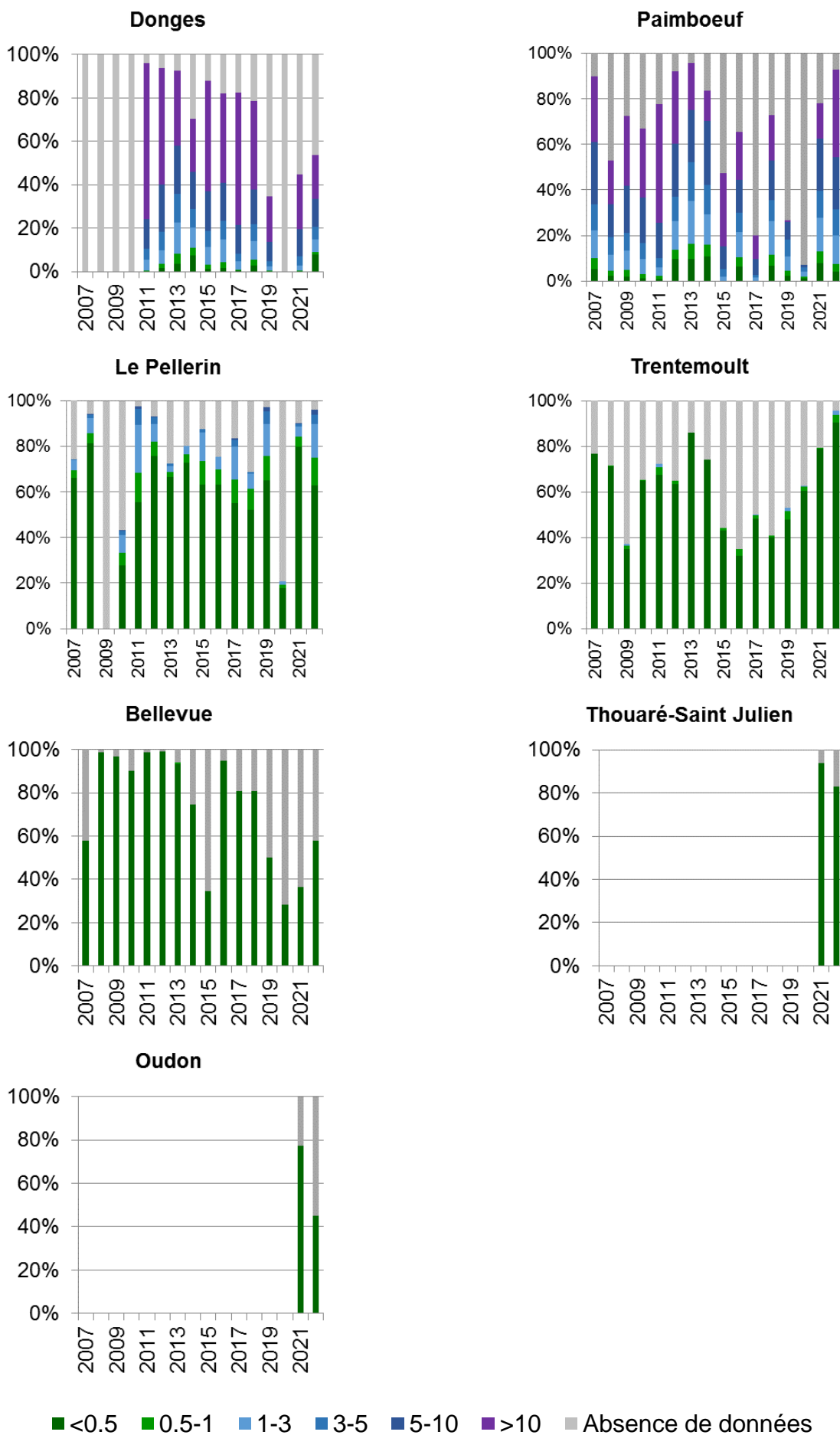
■ courbe enveloppe des minima et maxima journaliers entre 2007 et 2021

Suivi de la température en pourcentage du temps cumulé entre 2007 et 2022

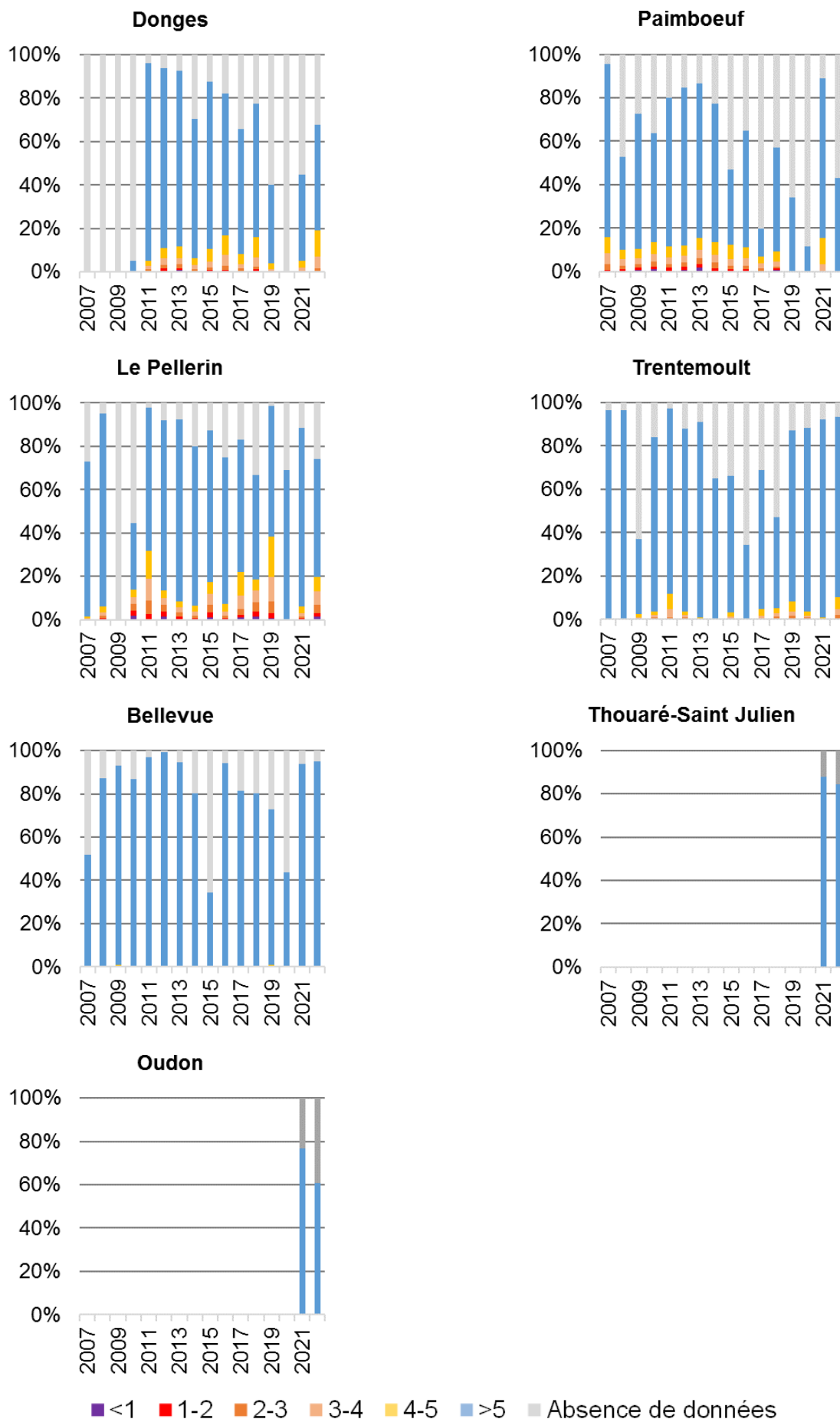


Source des données : GIP Loire Estuaire

Suivi de la salinité en pourcentage du temps cumulé entre 2007 et 2022



Suivi de la concentration en oxygène dissous en pourcentage du temps cumulé entre 2007 et 2022



Source des données : GIP Loire Estuaire

