

SYVEL

Système de Veille dans l'Estuaire de la Loire



Le réseau haute fréquence SYVEL est composé de neuf 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, Montoir-de-Bretagne en avril 2022 et Pierre Percée en juillet 2023. 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.

Quatre phénomènes sont suivis :

- la température de l'eau ;
- 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.

Les données brutes sont [visualisables en temps réel](#) sur le site internet du GIP Loire Estuaire. Les données validées seront prochainement disponibles et téléchargeables sur l'[Observatoire des eaux de l'estuaire de la Loire](#)



Figure 1 : Station SYVEL de Pierre Percée

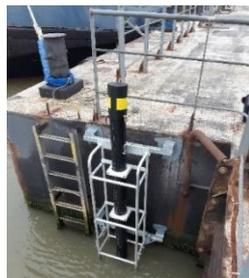


Figure 2 : Station SYVEL de Montoir-de-Bretagne

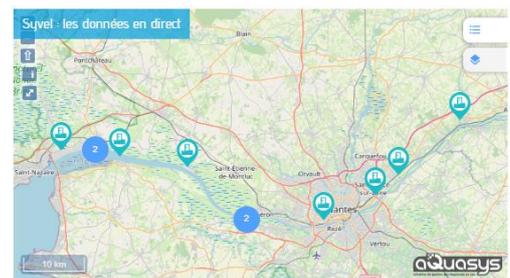


Figure 3 : Widget de suivi du réseau SYVEL (site internet www.loire-estuaire.org/)

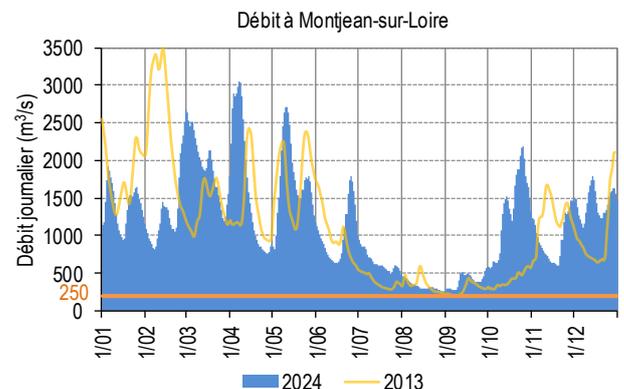
Les données validées sont fournies sur demande (syvel@loire-estuaire.org).

Bulletin n°13

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).

2024 : L'année la plus humide depuis 2001

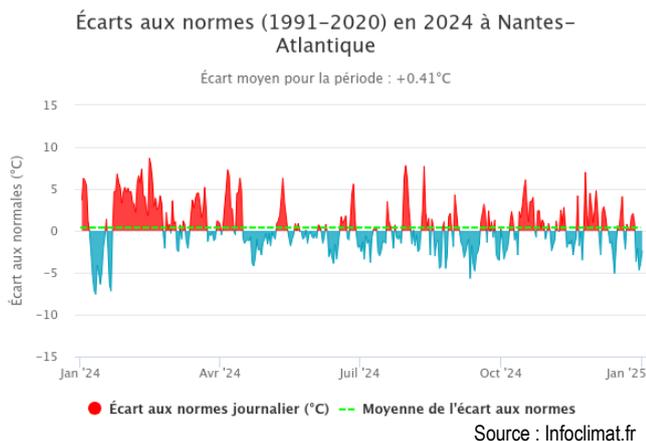
L'année 2024 est l'année la plus humide depuis 2001, avec un débit moyen annuel de 1189 m³/s et une hydraullicité de 1,4. Ses apports d'eaux sont semblables à ceux de l'année 2013. À partir de mars, les débits moyens mensuels sont supérieurs aux moyennes mensuelles (depuis 1900), et sont même dans les 20% les plus humides entre mars et octobre. Deux mois sont particulièrement remarquables : le mois de mai est le plus humide depuis 20 ans et le mois d'octobre est le 2^{ème} mois d'octobre le plus humide depuis 1900 (il a apporté 3 fois plus d'eau que la moyenne). L'étiage est très peu marqué : les débits journaliers sont restés supérieurs à 250 m³/s, ce qui n'était pas observé depuis 10 ans.



Source des données : DREAL Pays de la Loire

2024 : une année contrastée : un mois de février plus chaud que la moyenne / un été plus frais

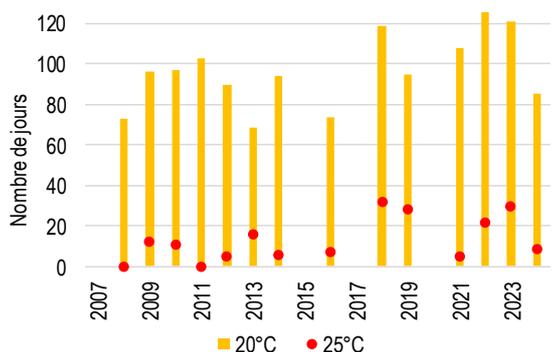
En 2024, la température annuelle de l'air est supérieure aux normales 1991-2020 (+0,4°C) à la station de Nantes-Atlantique. Néanmoins, cette année est marquée par de grandes disparités : le début et la fin d'année sont plus chauds que les normales, notamment les mois de février (+3,6°C) et octobre (+0,9°C); à l'inverse, à l'exception de quelques pics de chaleurs, l'été est plus froid que les normales (-0,2 à -0,3°C de juin à août), et particulièrement septembre (-1,1°C).



La température de l'eau dans l'estuaire suit les tendances de la température de l'air : les températures de l'eau en février et mars sont plus élevées que les moyennes mesurées sur la période 2007-2023. À la station de Bellevue, la moyenne mensuelle en février 2024 est supérieure à la moyenne des mois de février d'environ 1,5°C. De mai à septembre, les températures sont plus faibles que les moyennes. Des valeurs élevées sont néanmoins mesurées au cours du mois d'août, lors des pics de chaleurs. Sur les stations les plus à l'aval, les valeurs élevées au mois d'août sont moins marquées, sous l'influence des apports océaniques, qui refroidissent les eaux dans l'estuaire. La fin d'année est marquée par des températures proches des moyennes, ou supérieures pour le mois de décembre.

À la station de Bellevue, le nombre de jours avec une température journalière supérieure à 20°C est inférieur à la moyenne, avec respectivement 85 jours en 2024 et 97 jours sur la période 2007-2023. Cette tendance est valable jusqu'à Cordemais. Sur les stations les plus à l'aval, le nombre de jours de dépassement du seuil de 20°C est dans la moyenne. Pour toutes les stations, les dépassements du seuil de 20°C sont observés sur une période plus réduite, de fin juin à début septembre.

Bellevue - nombre de jours avec température supérieure à 20°C et 25°C, de 2007 à 2024

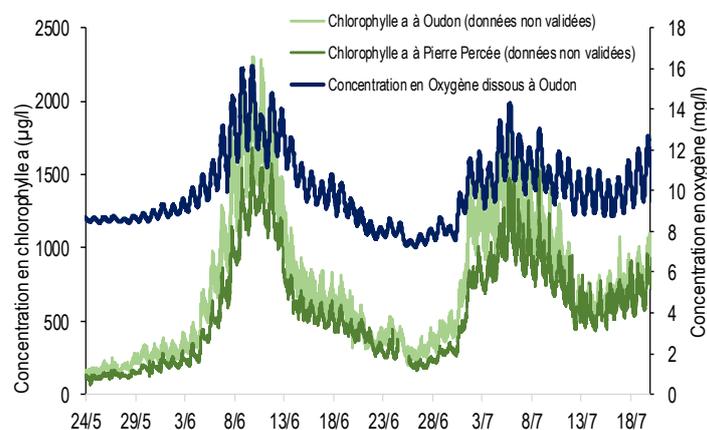


En hiver, la température de l'eau est plus élevée sur les stations aval, alors qu'en été, elle est plus élevée sur les stations amont. Un mécanisme d'inversion des températures de l'eau peut être observé, lorsque les températures à l'amont deviennent plus chaudes que les températures à l'aval, à la fin de la période hivernale. Le mécanisme inverse se produit à la fin de l'été, lorsque les températures à l'amont deviennent plus froides que les températures à l'aval. En 2024, l'inversion thermique en fin de printemps a du mal à se maintenir. Elle est effective à partir du 03/06/2024 (sur la période 2007-2023, les inversions ont généralement lieu entre mars et avril). L'inversion thermique en fin d'été est observée le 27/09/2024 (sur la période 2007-2023, les inversions ont généralement lieu entre septembre et octobre).

2024 : Pic d'eutrophisation au printemps et hypoxies tardives

Les concentrations en oxygène dissous dans l'estuaire sont contrastées au cours de l'année. Le mois de février est marqué par des concentrations plus faibles que les moyennes mensuelles, notamment en raison des températures plus élevées. Un pic d'oxygénation est observé d'Oudon au Pellerin, à la mi-juin, en lien avec des concentrations en chlorophylle a élevées. À Oudon, la concentration journalière en oxygène varie de 8,5 à 14,1 mg/l, entre le 27 mai et le 09 juin, tandis que les concentrations en chlorophylle a varient entre 176 et 1790 µg/l. Ces concentrations importantes en oxygène dissous sont suivies d'une forte diminution (7,4 mg/l le 25 juin), signe d'une eutrophisation.

Oudon - concentration instantanée en oxygène dissous et en chlorophylle a, de mai à juillet 2024



Au cours de l'été, les hypoxies sont moins marquées sur l'ensemble des stations.

Des épisodes avec une concentration en oxygène dissous inférieure à 5 mg/l sont observés à partir du mois d'août à la station du Pellerin (données non validées), jusqu'en septembre.

Les dates tardives d'apparition des hypoxies sont généralement liées à une forte hydraulité printanière, comme en 2008, 2013, 2016 avec des débits mensuels d'avril à juin ≥ 400 m³/s. Également grâce à une forte hydraulité mensuelle (double d'eau apportée), la bonne oxygénation des eaux des mois d'août 2014 et de juillet 2021 est exceptionnelle sur cette station. A contrario, en 2011 et 2019, des hypoxies sont mesurées dès le mois d'avril avec un débit mensuel respectivement de 418 m³/s et 379 m³/s, mais avec des débits journaliers inférieurs à 300 m³/s. Ces deux mois d'avril sont les plus secs depuis 2007.

Le tableau ci-dessous reprend les concentrations journalières minimales en oxygène dissous, pour l'année 2024, en comparaison aux données des années 2007 à 2023.

Concentration journalière moyenne en oxygène dissous (mg/l)

Oxygène dissous	Montoir-de-Bretagne	Donges	Paimbœuf	Le Pellerin	Trentemoult	Bellevue	Thouaré – Saint-Julien	Oudon
Période de mesures	2022-2024	2011-2024	2007-2024	2007-2024	2007-2024	2007-2024	2020-2024	2020-2024
Concentration journalière (mg/l) minimum 2024	3,2	2,4	1,3*	2,6*	6,4	6,9	7,4	7,5
Conditions hydrologiques (débit m³/s – coeff.)	22/08/2024 310 – 107	22/08/2024 310 – 107	22/08/2024 310 – 107	02/09/2024 298 – 79	31/08/2024 262 – 60	18/08/2024 290 – 71	26/06/2024 1722 – 77	25/06/2024 1788 – 79
Concentration journalière (mg/l) minimum 2013		1,4	1,0	2,9	5,1	7,1		
Concentration journalière (mg/l) - minimum 2007-2023	3,4	1,4	1,0	0,7	2,5	5,3	6,1	6,1
Conditions hydrologiques (débit m³/s – coeff.)	17/08/2022 101 – 74	26/07/2013 293 – 98	26/07/2013 293 – 98	12/08/2010 223 – 112	17/08/2022 101 – 74	17/08/2022 101 – 74	14/08/2022 95 – 103	05/07/2021 892 – 45

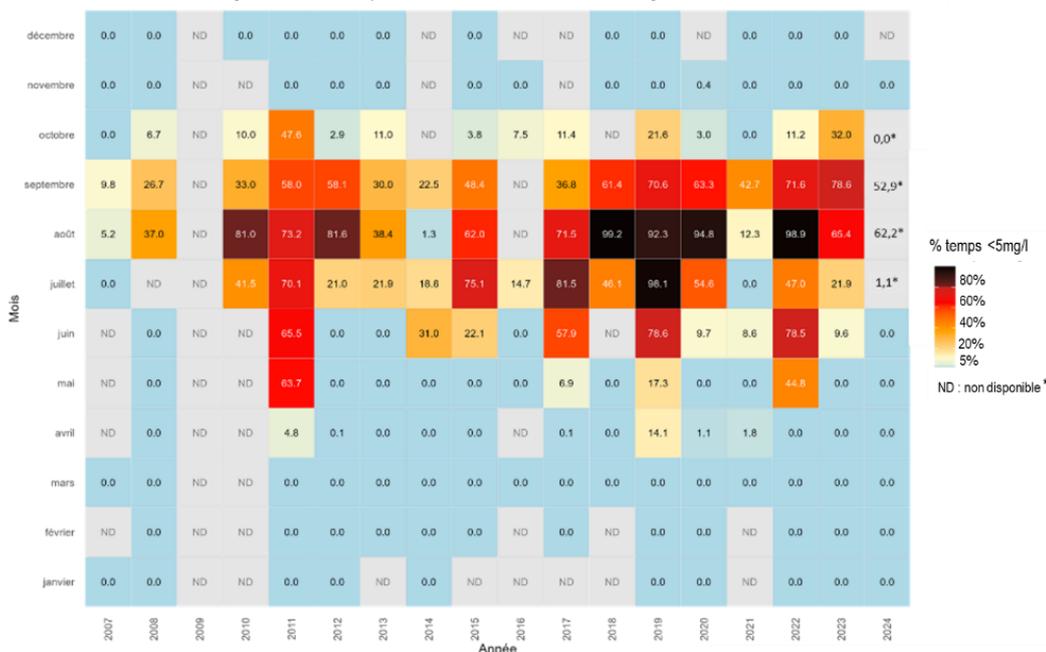
* données non validées

Source des données : GIP Loire Estuaire

Sous l'effet des débits plus élevés, le bouchon vaseux est situé plus en aval dans l'estuaire, et favorise les faibles concentrations en oxygène dissous sur ce secteur.

C'est ce qui explique en partie le fait que les concentrations minimales mesurées en 2024 sont proches des concentrations minimales sur l'ensemble des mesures à Donges et Paimbœuf ; au contraire, sur l'amont, et notamment à Trentemoult, les concentrations minimales en oxygène dissous sont nettement supérieures aux minimales de la période 2007-2023. En 2013, année hydrologique comparable, la tendance est identique.

Le Pellerin – Pourcentage mensuel de temps avec concentration O2 inférieur 5 mg/l



Source des données : GIP Loire Estuaire

* Les pourcentages sont calculés pour les mois avec 80% de données disponibles

2024 : Dessalement marqué de l'estuaire

L'année 2024 est marquée par des salinités plus faibles que les moyennes, sur l'ensemble de l'estuaire, en lien avec les débits élevés et l'absence d'étiage.

À Trentemoult, l'eau est restée douce toute l'année, avec une salinité maximale de 0,2 g/l (en valeur instantanée) le 02/09/2024. Au Pellerin, la salinité maximale a atteint 4,6 g/l le 16/08/2024. À titre de comparaison, les valeurs instantanées maximales mesurées en 2013 sont respectivement 0,8 g/l et 6,7 g/l.

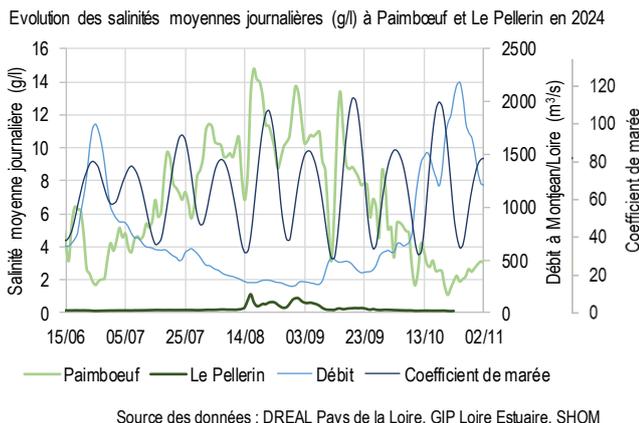
Salinité maximale instantanée (g/l)

	Donges	Paimbœuf	Le Pellerin	Trentemoult	Bellevue
2007		25,02	5,36	0,26	0,17
2008		25,82	7,31	0,61	0,19
2009		27,86		2,11	0,43
2010	16,68	27,19	6,44	1,75	0,29
2011	30,56	27,51	8,58	2,34	0,41
2012	33,26	27,23	6,62	1,38	0,33
2013	29,80	23,93	6,65	0,76	0,22
2014	27,46	22,06	4,48	1,00	0,24
2015	28,37	24,74	6,00	1,32	0,26
2016	30,32	26,85	3,73	1,35	0,22
2017	29,27	24,13	7,20	1,43	0,25
2018	29,24	23,70	5,98	1,19	0,24
2019	26,57	23,77	6,54	2,66	0,64
2020			3,04	2,72	0,20
2021	25,95	24,80	10,38	1,12	0,23
2022	27,65	26,85	11,11	3,70	0,59
2023	23,50*	22,48*	9,24	2,62	0,54
2024	23,07*	21,24	4,59	0,22	0,19

* données non validées

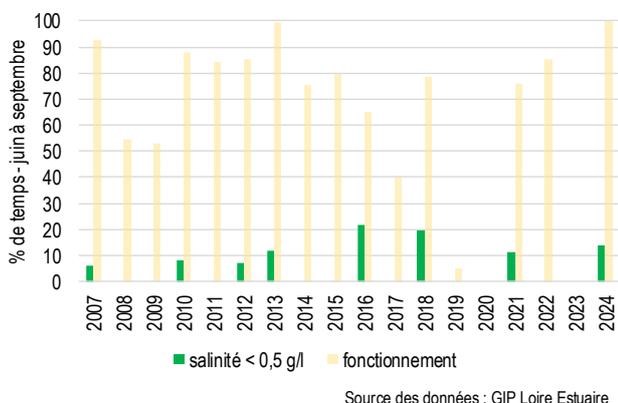
Source des données: GIP Loire Estuaire

Sur l'aval, la présence d'eau douce est plus marquée.



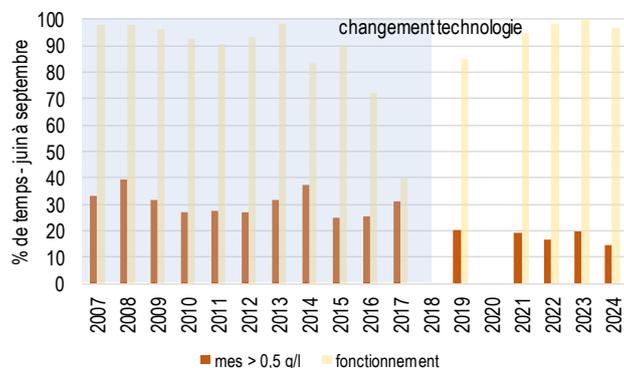
À Paimbœuf, 2024 est la 3^{ème} année avec un fort pourcentage de temps pendant lequel la salinité est inférieure à 0,5 g/l, entre juin et septembre. Seules les années 2016 et 2018 ont des pourcentages plus élevés : juin 2016 (hydraulicité 3,3) est marqué par une crue importante, avec un débit maximal de 3774 m³/s et juin 2018 (hydraulicité 1,6) fait suite à un début d'année très humide. À Paimbœuf, 2024 est comparable à l'année 2013 avec une eau douce pendant 14% du temps (par rapport au temps théorique), entre juin et septembre (12% du temps en 2013).

Paimbœuf - pourcentages de temps de salinité inférieure à 0,5g/l et de fonctionnement de la station, de 2007 à 2024



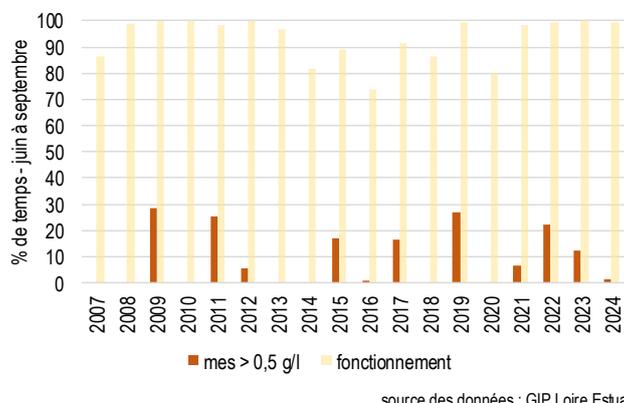
Néanmoins, sur la station de Paimbœuf, l'influence du débit est faible. Entre juin et septembre, le bouchon vaseux est présent 15% du temps en 2024, et 17% du temps en 2022 alors que l'étiage est très sévère et précoce.

Paimbœuf - pourcentages de temps de MES supérieure à 0,5g/l et de fonctionnement de la station, de 2007 à 2024



À Bellevue, la technologie de mesure est identique depuis le début de la chronique. L'influence de l'hydrologie est nettement plus marquée : lors des années humides, le bouchon vaseux ne s'installe pas à Bellevue. Entre juin et septembre 2024, le pourcentage de présence du bouchon vaseux est de 1%. À titre de comparaison, en 2013, le pourcentage est inférieur à 1%. À l'inverse, en 2022, le pourcentage est de 22%.

Bellevue - pourcentages de temps de MES supérieure à 0,5g/l et de fonctionnement de la station, de 2007 à 2024



2024 : un bouchon vaseux positionné à l'aval du Pellerin

Des lois de transformation turbidité-MES sont établies pour les stations de Montoir-de-Bretagne et Donges. Ces lois pourront être revues, en fonction des analyses des concentrations de sédiments.

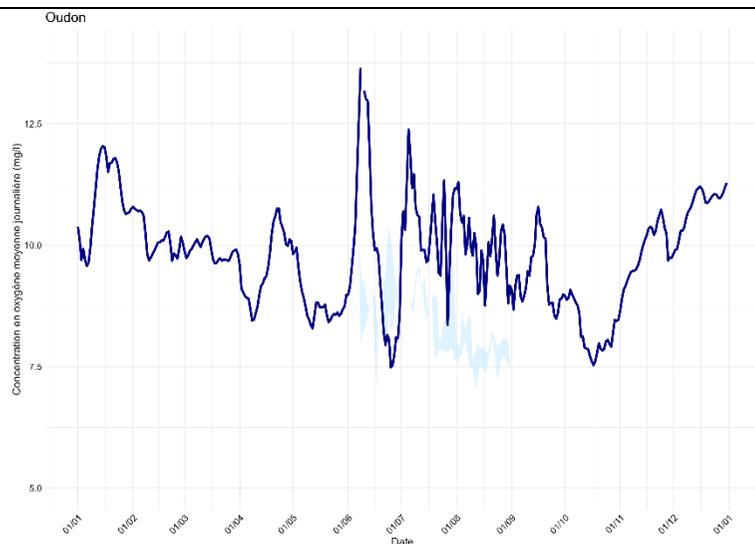
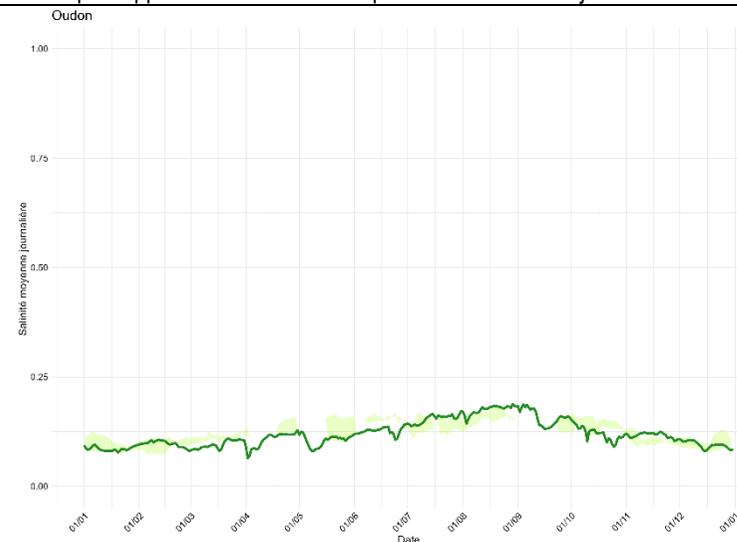
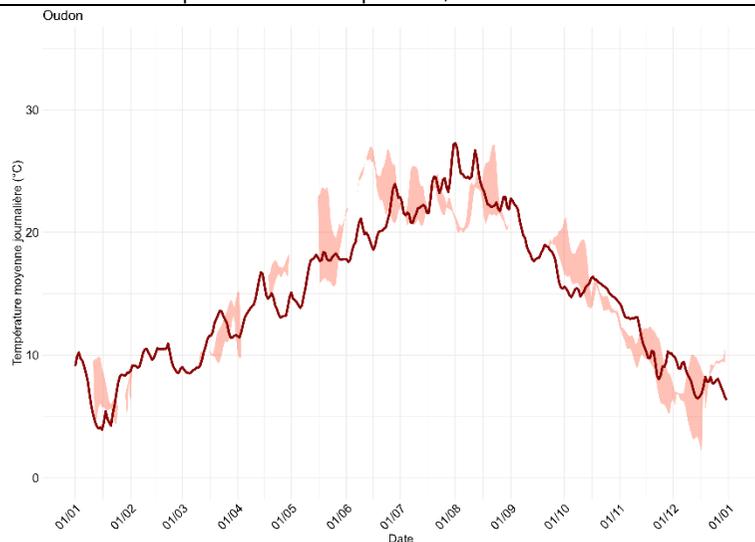
En 2024, les débits élevés favorisent la présence du bouchon vaseux à l'aval du Pellerin. Les figures suivantes présentent les pourcentages de temps, entre juin et septembre, avec une concentration en MES supérieure à 0,5 g/l. À Paimbœuf et au Pellerin, le changement de technologie correspond au remplacement des stations MAREL (pompage d'eau pour la réalisation des mesures) par des sondes multi-paramètres (mesures immergées). Ce changement de technologie peut expliquer une partie de la diminution des concentrations, à partir de 2018.

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 au moins 80% de données sont pris en compte

Station de Oudon : comparaison de la température, de la salinité et des concentrations en oxygène dissous de 2024 par rapport à leur variabilité depuis 2021 en valeurs journalières

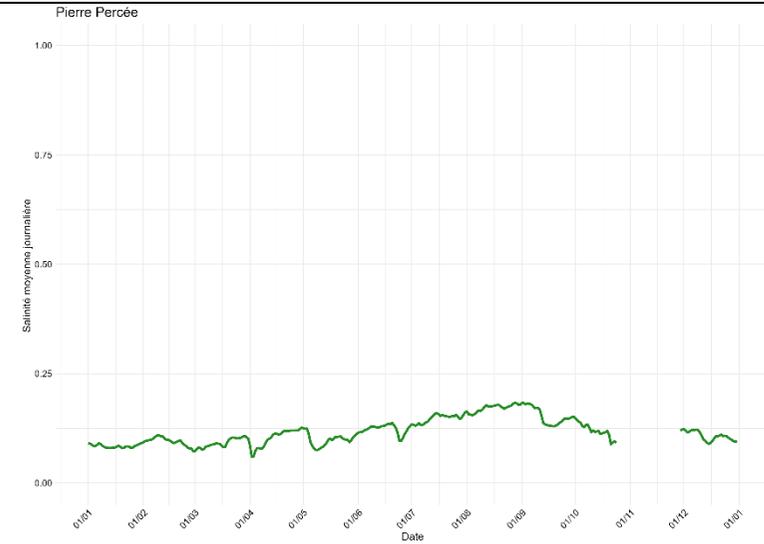


Relation turbidité-MES en cours d'étude

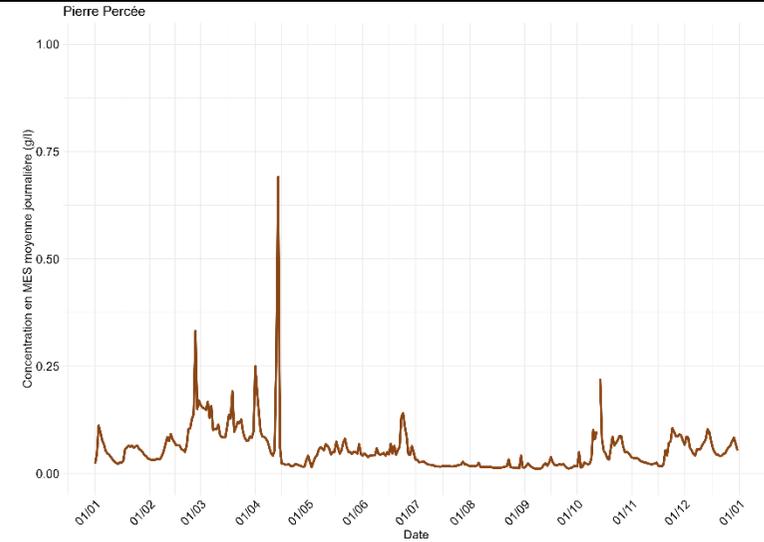
Une réévaluation des données de turbidité et de matières en suspension est actuellement menée en interne, ces données ne sont donc plus publiées pour le moment.

■ courbe enveloppe des minima et maxima journaliers entre 2021 et 2023

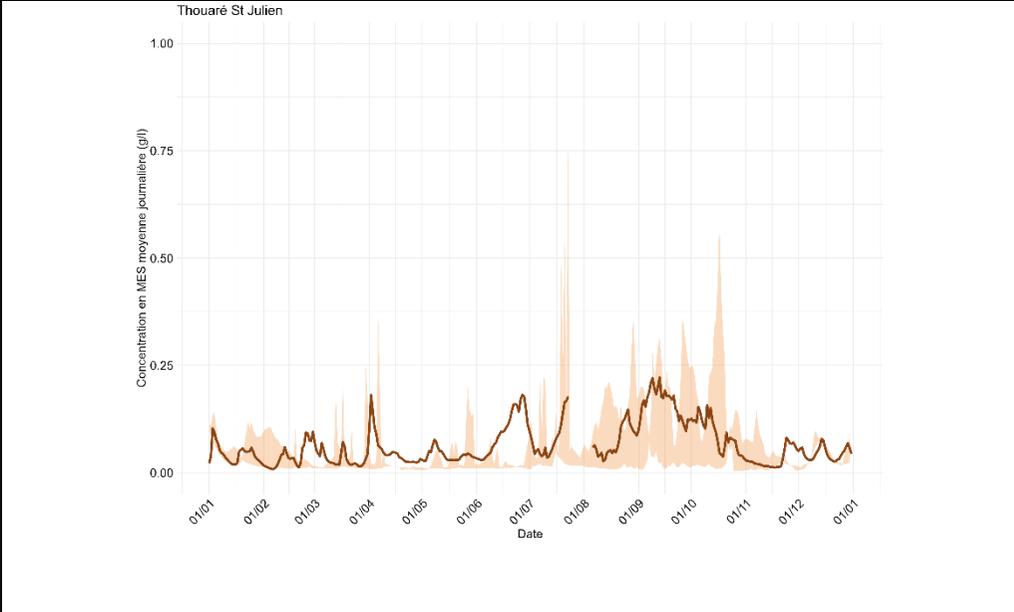
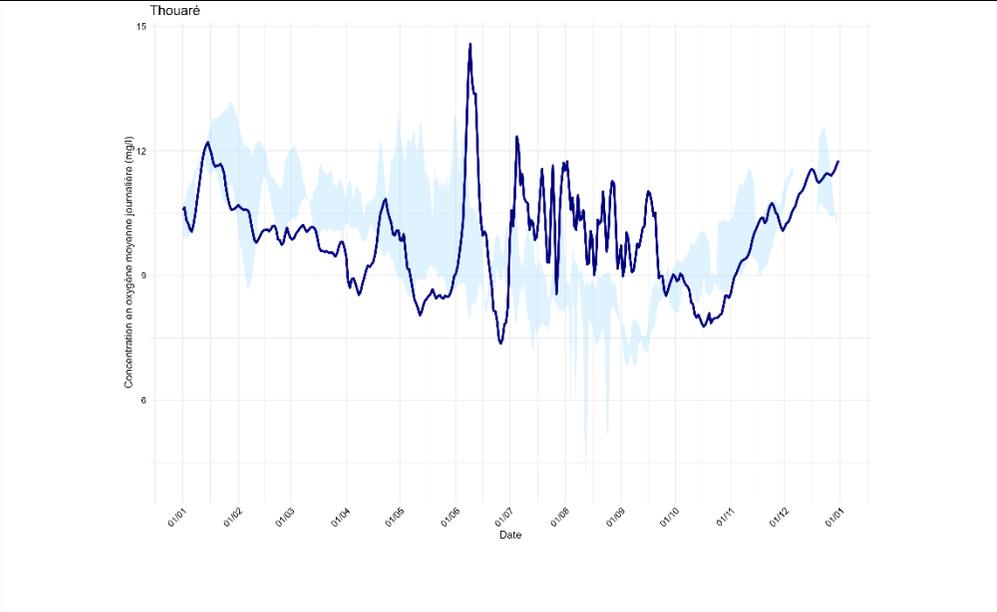
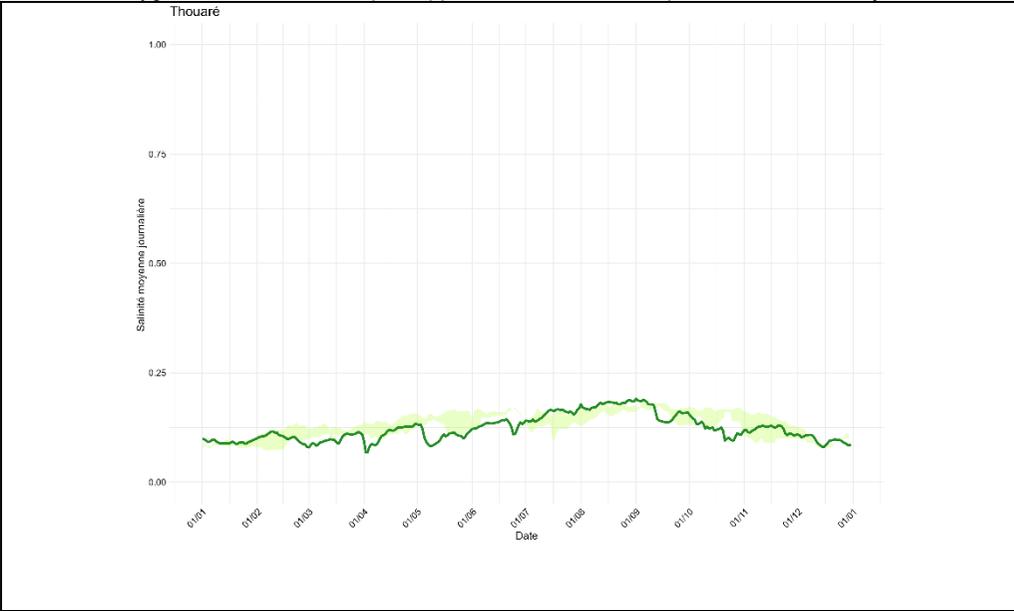
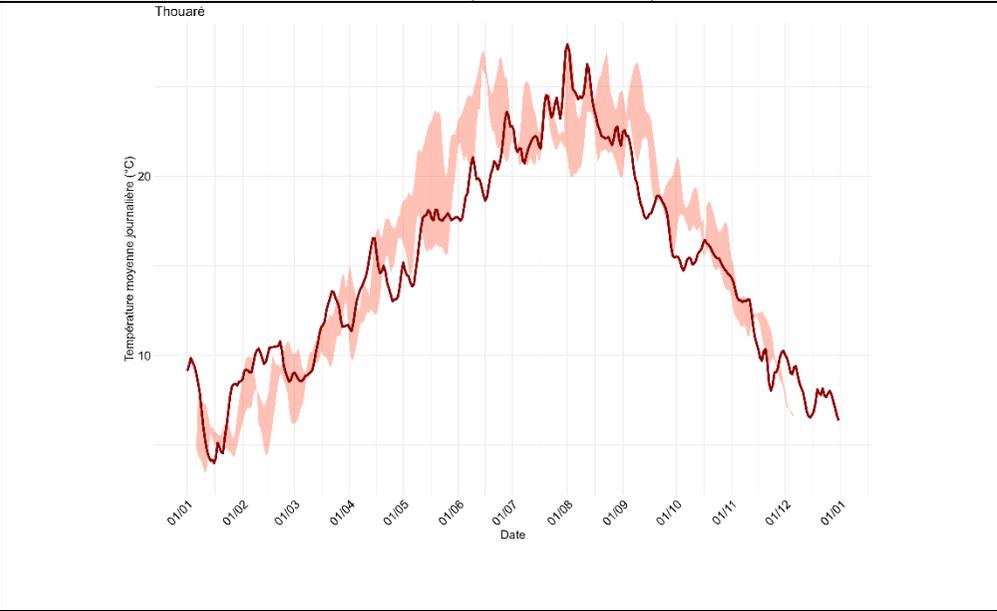
Station de Pierre Percée : données de température et de salinité de 2024 en valeurs journalières



La concentration en oxygène dissous n'est pas mesurée à la station de Pierre Percée.

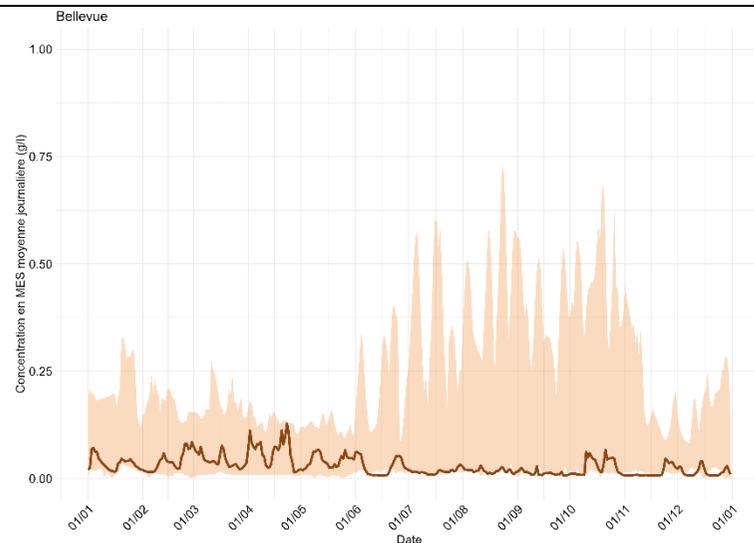
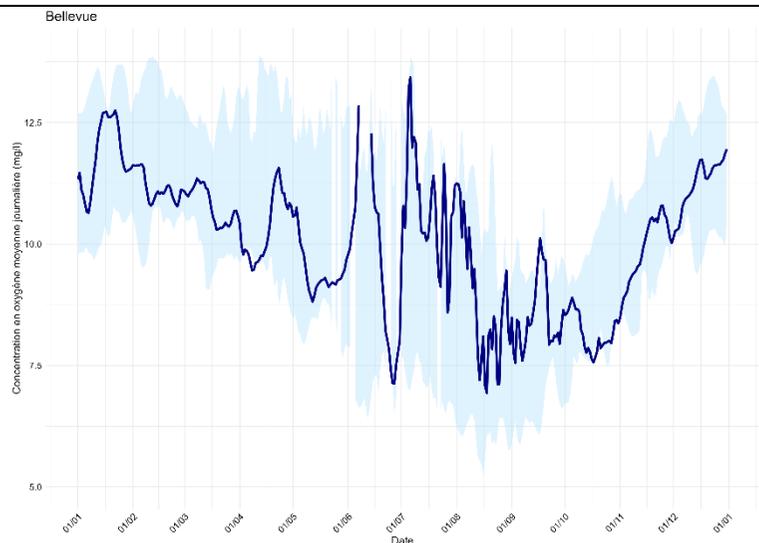
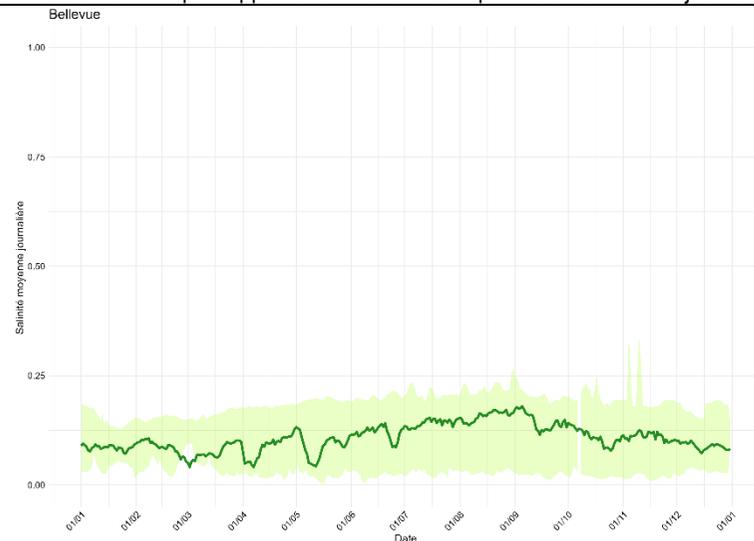
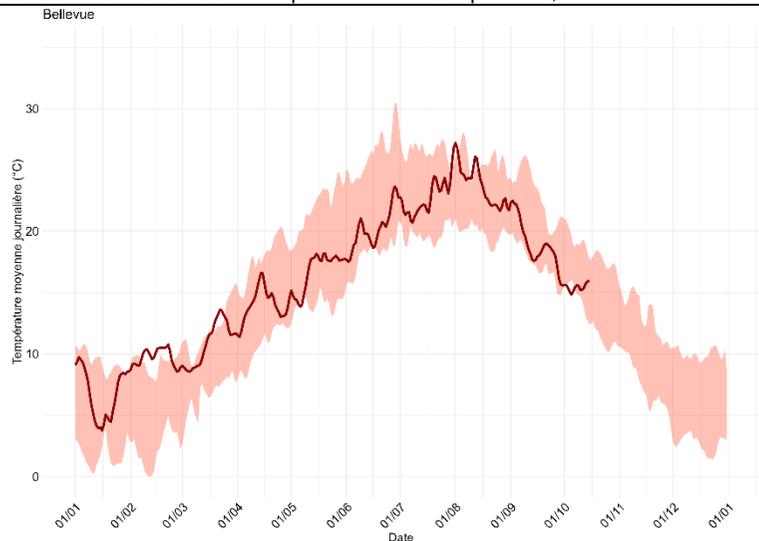


Station de Thouaré/Saint-Julien : comparaison de la température, de la salinité et des concentrations en oxygène dissous de 2024 par rapport à leur variabilité depuis 2021 en valeurs journalières



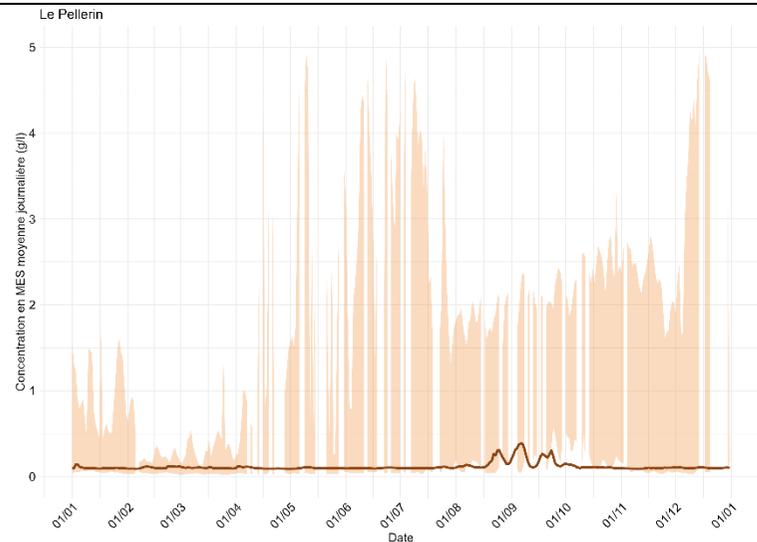
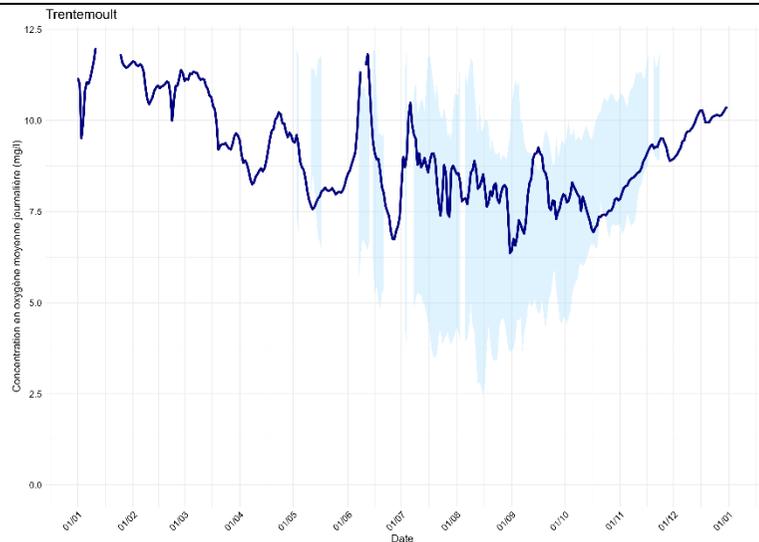
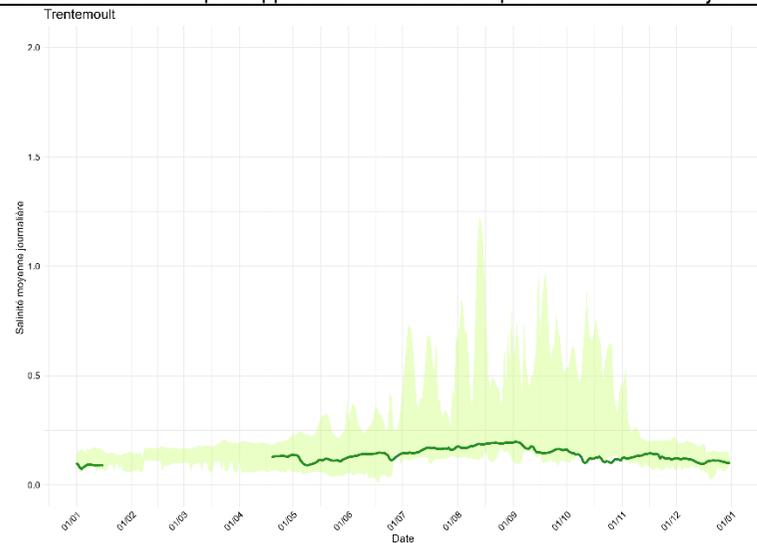
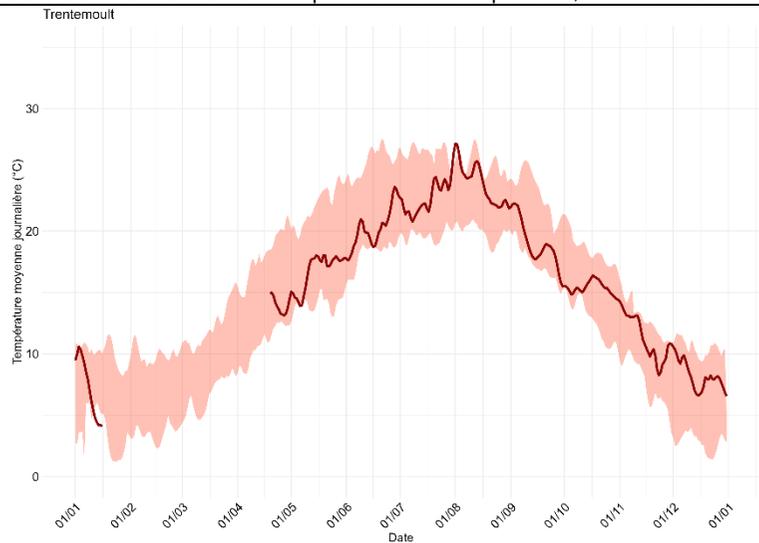
■ courbe enveloppe des minima et maxima journaliers entre 2021 et 2023

Station de Bellevue : comparaison de la température, de la salinité et des concentrations en oxygène dissous de 2024 par rapport à leur variabilité depuis 2007 en valeurs journalières



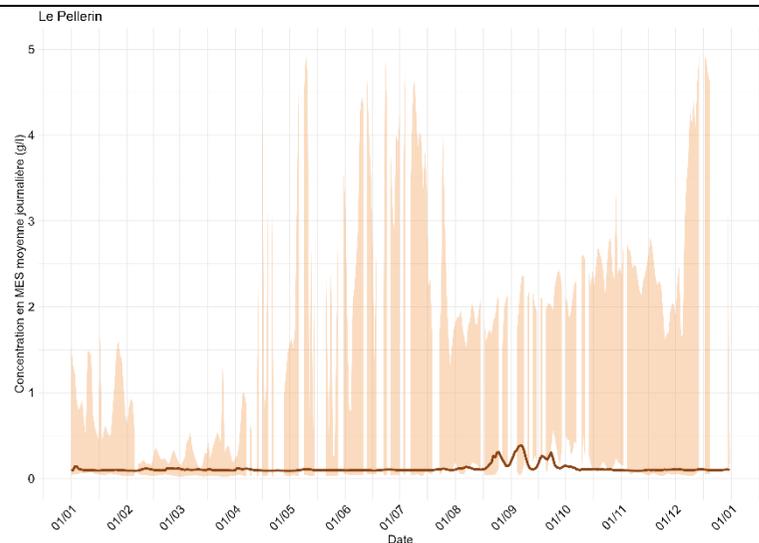
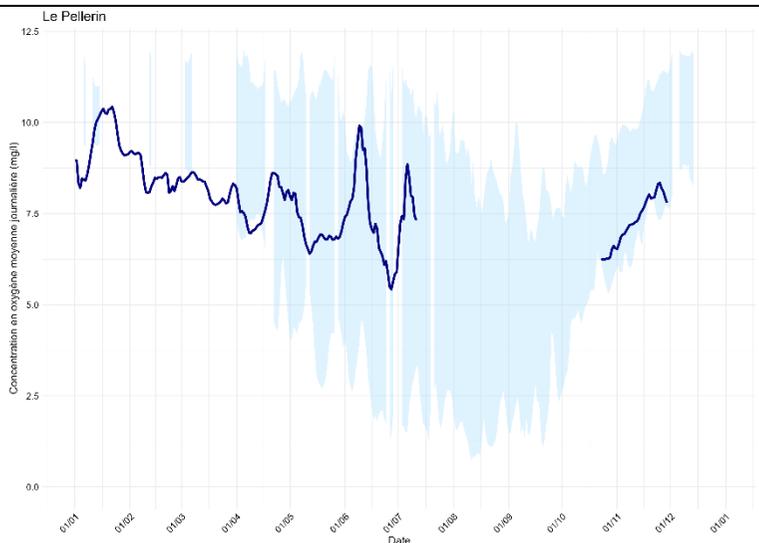
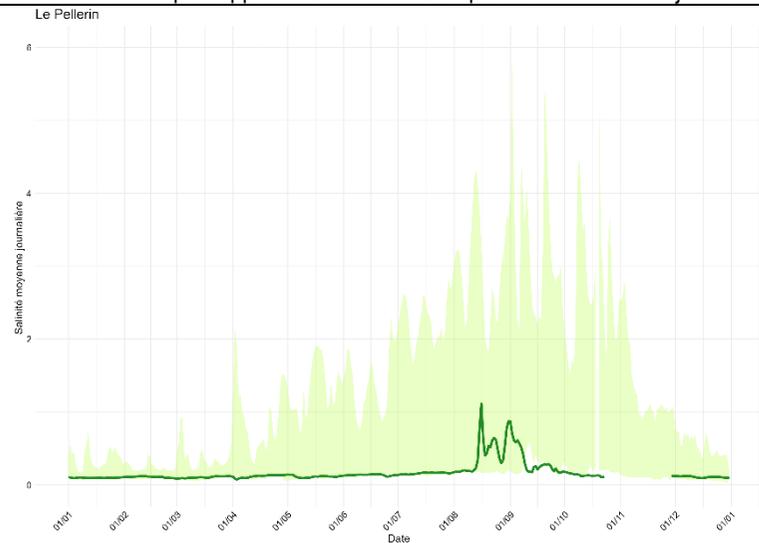
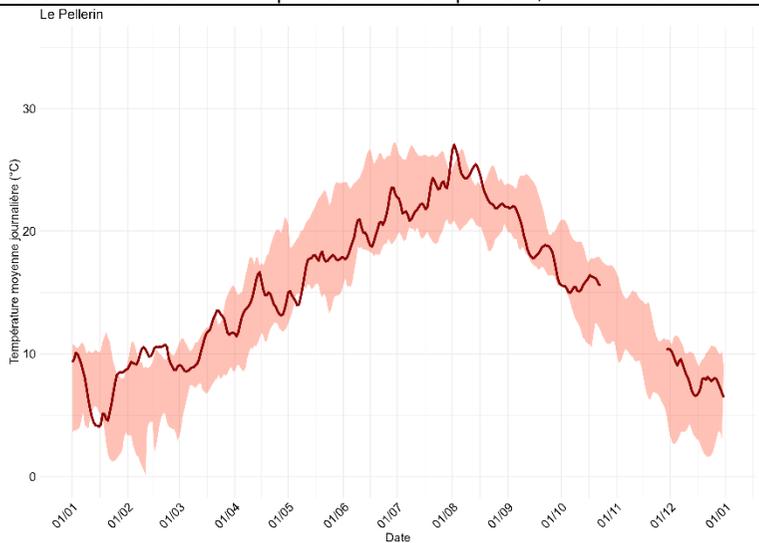
courbe enveloppe des minima et maxima journaliers entre 2007 et 2023

Station de Trentemoult : comparaison de la température, de la salinité et des concentrations en oxygène dissous de 2024 par rapport à leur variabilité depuis 2007 en valeurs journalières



■ courbe enveloppe des minima et maxima journaliers entre 2007 et 2023

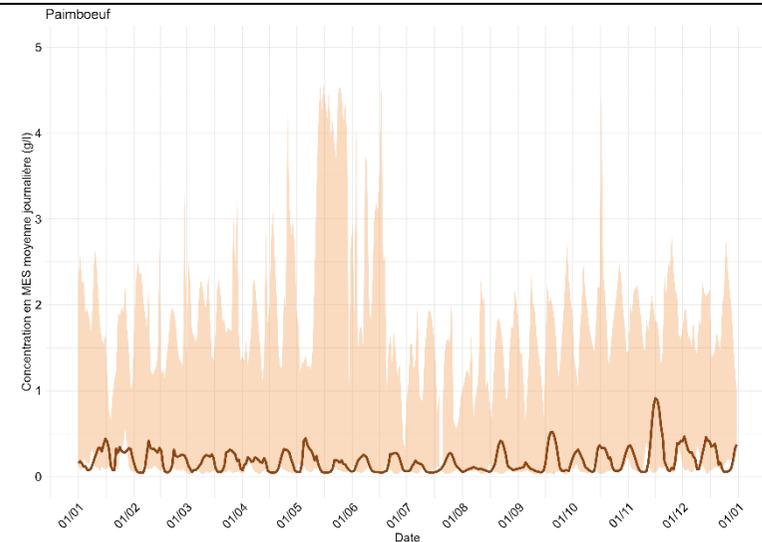
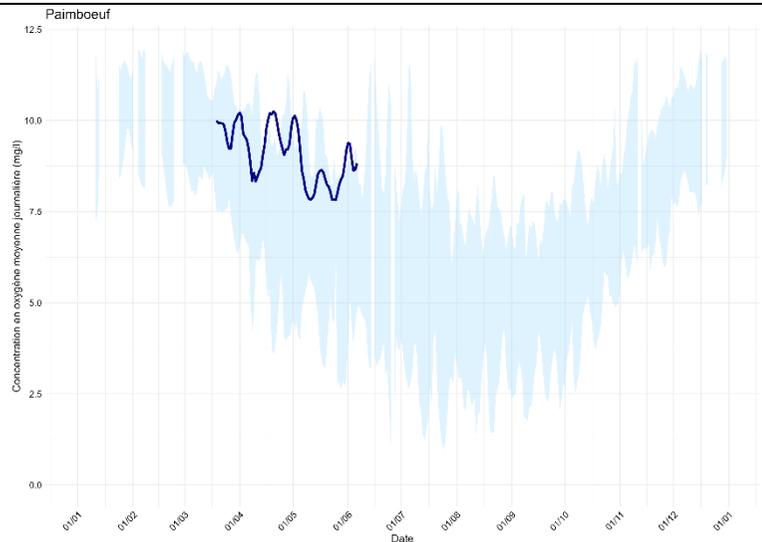
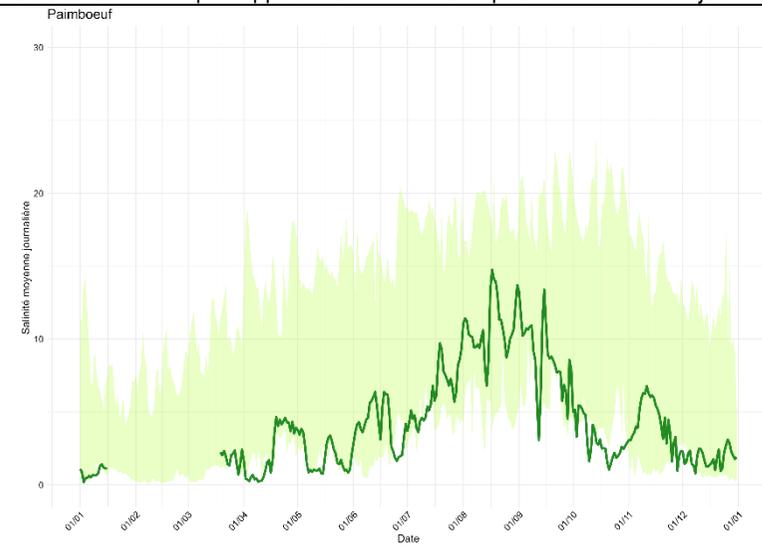
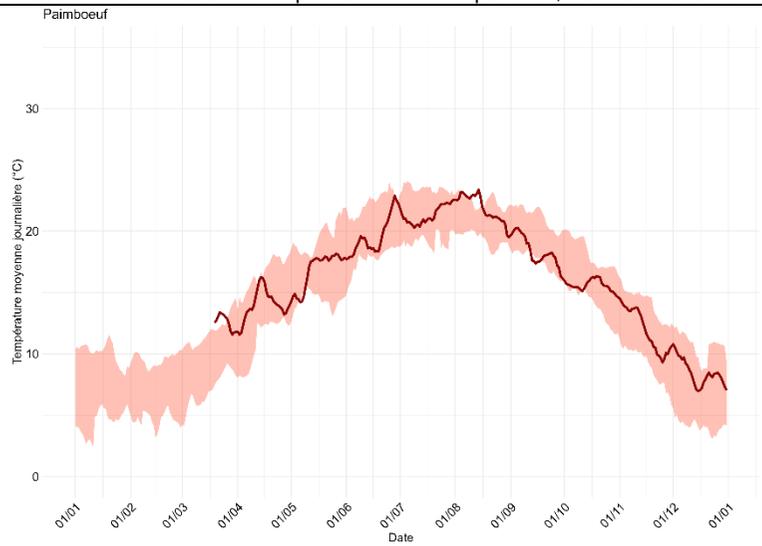
Station du Pellerin : comparaison de la température, de la salinité et des concentrations en oxygène dissous de 2024 par rapport à leur variabilité depuis 2007 en valeurs journalières



L'absence significative de données d'oxygène dissous au Pellerin en 2024 est liée principalement à des mesures de cohérence disqualifiant la donnée (données mentionnées « non validées »).

■ courbe enveloppe des minima et maxima journaliers entre 2007 et 2023

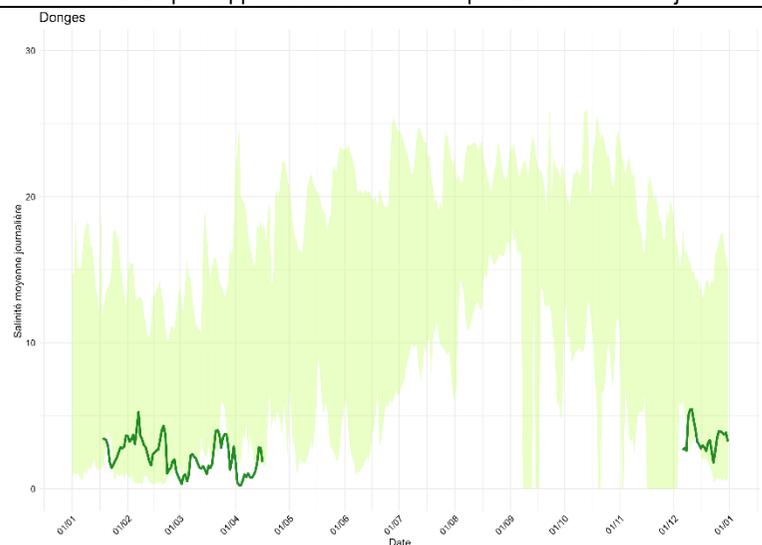
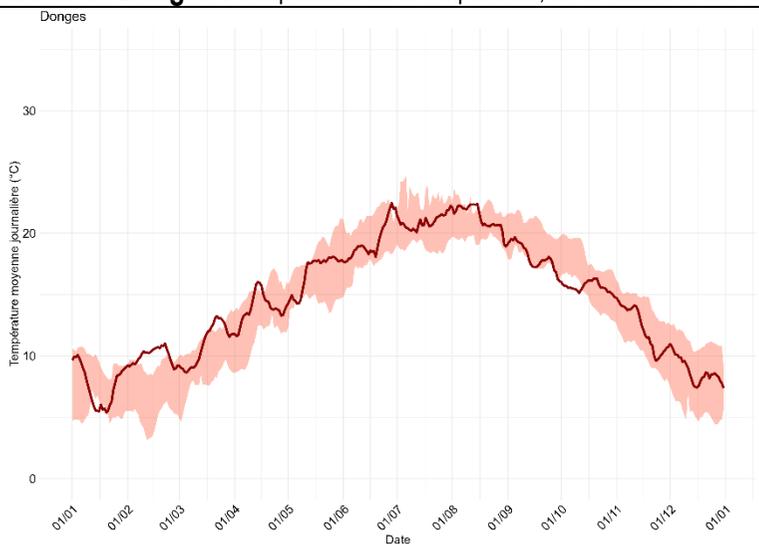
Station de Paimbœuf : comparaison de la température, de la salinité et des concentrations en oxygène dissous de 2024 par rapport à leur variabilité depuis 2007 en valeurs journalières



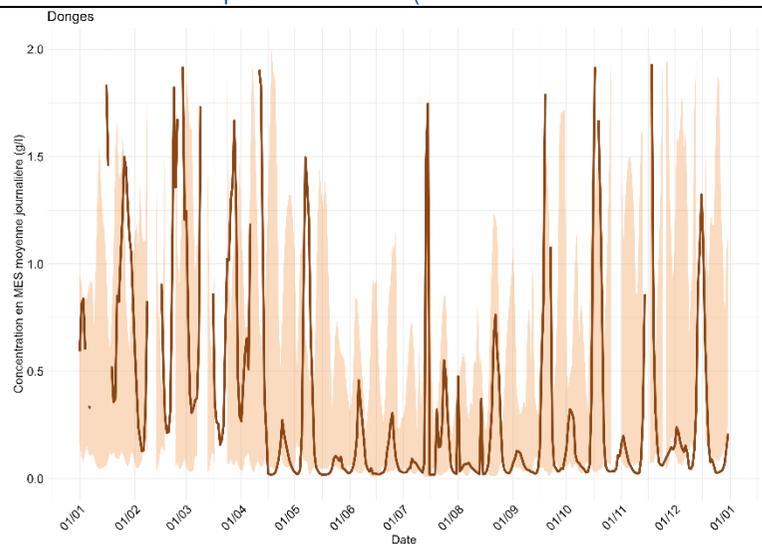
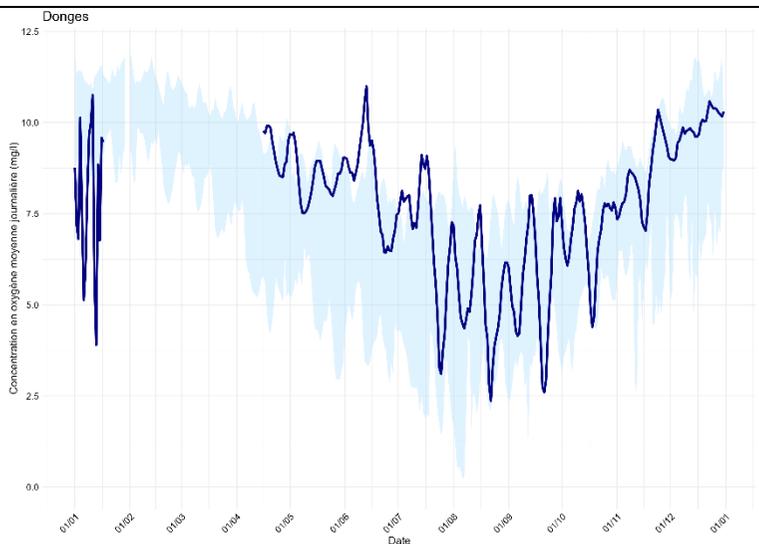
L'absence significative de données d'oxygène dissous à Paimbœuf en 2024 est liée principalement à des mesures de cohérence disqualifiant la donnée (données mentionnées « non validées »).

 courbe enveloppe des minima et maxima journaliers entre 2007 et 2023

Station de Donges : comparaison de la température, de la salinité et des concentrations en oxygène dissous de 2024 par rapport à leur variabilité depuis 2011 en valeurs journalières



L'absence significative de données de salinité à Donges en 2024 est liée principalement à des mesures de cohérence disqualifiant la donnée (données mentionnées « non validées »).

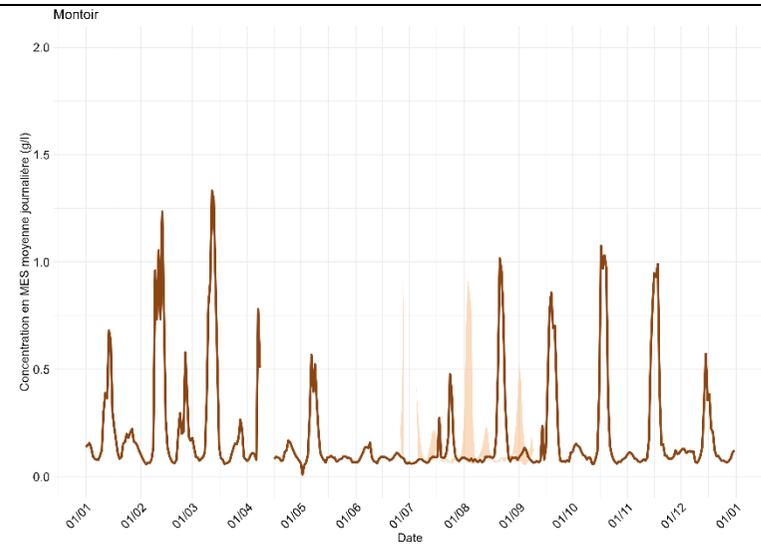
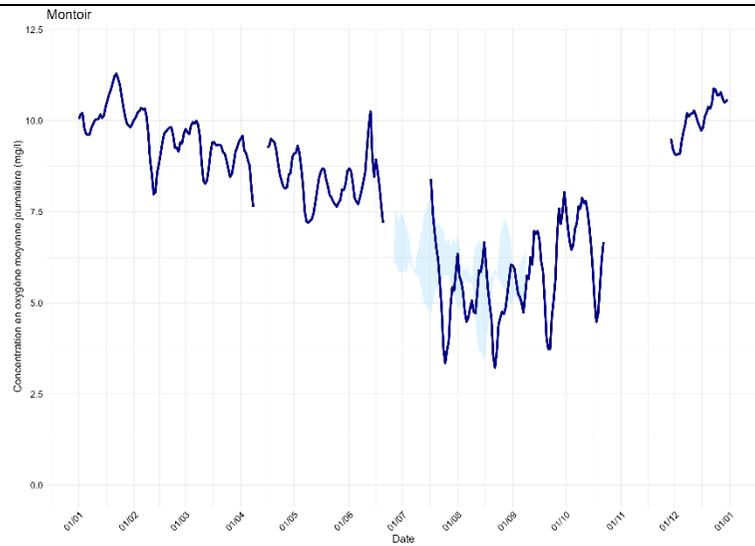


courbe enveloppe des minima et maxima journaliers entre 2011 et 2023

Station de Montoir-de-Bretagne : comparaison de la température, de la salinité et des concentrations en oxygène dissous de 2024 par rapport à leur variabilité depuis 2022 en valeurs journalières

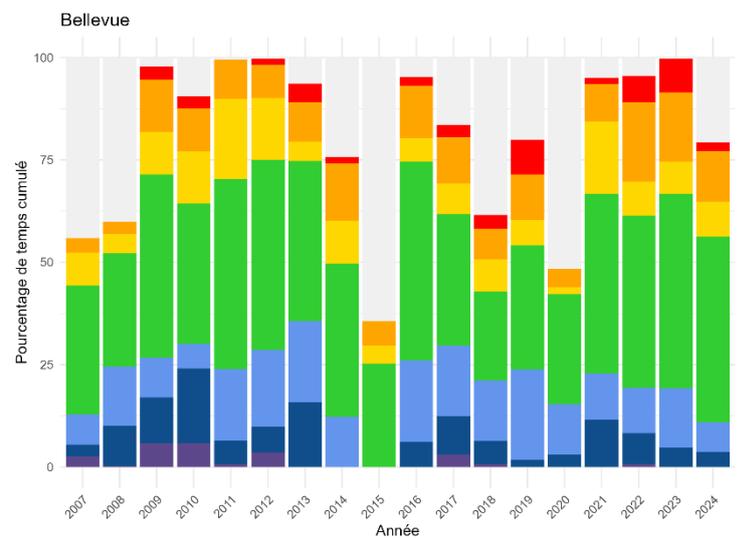
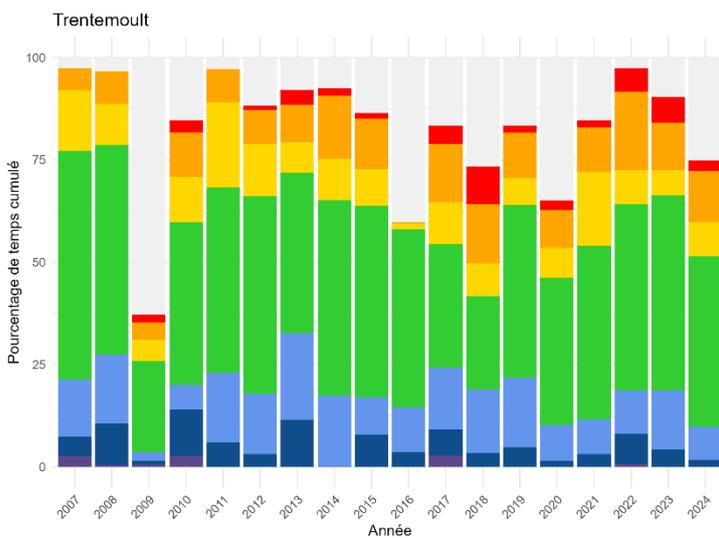
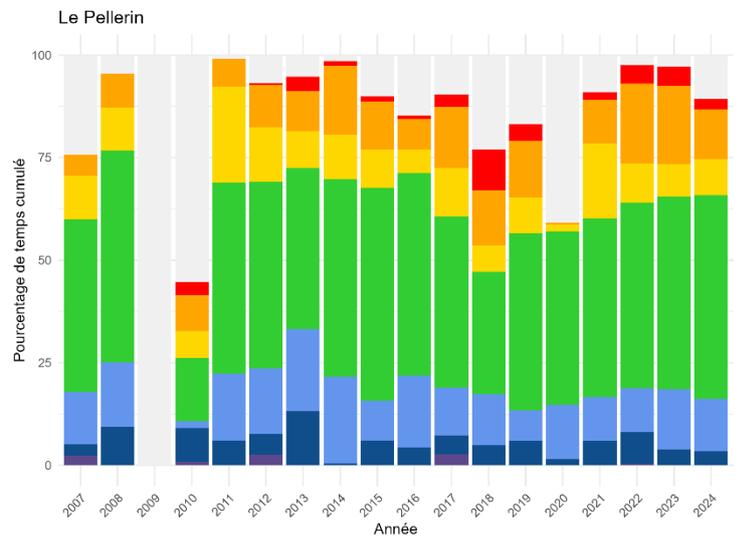
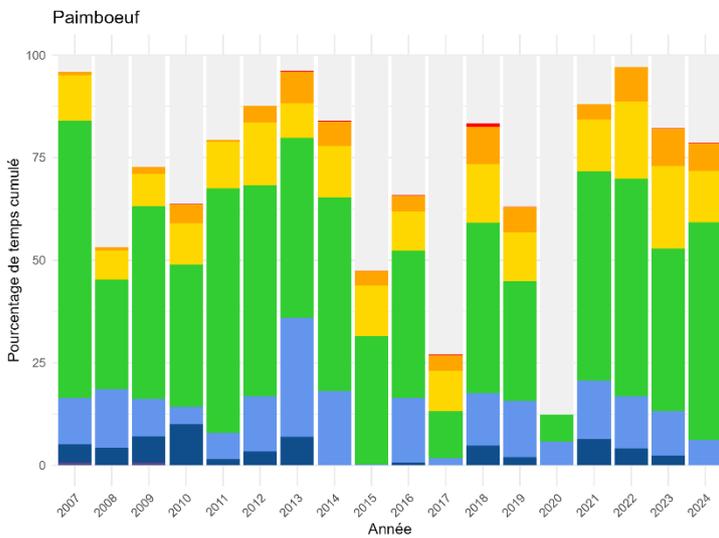
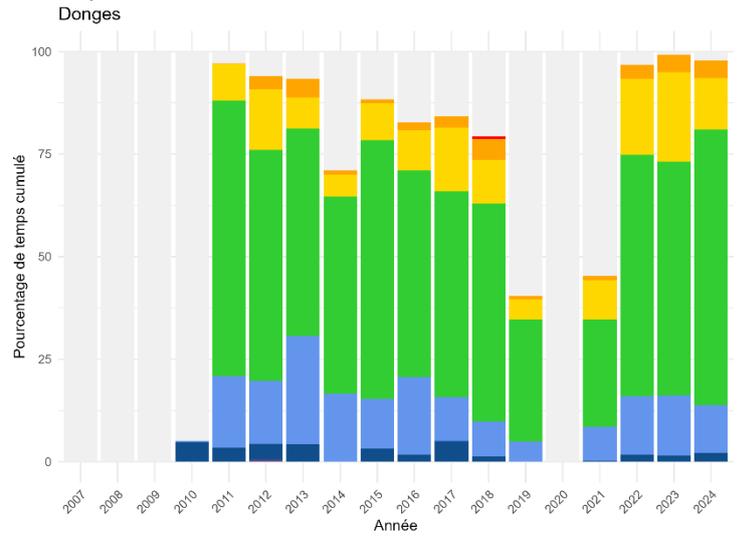
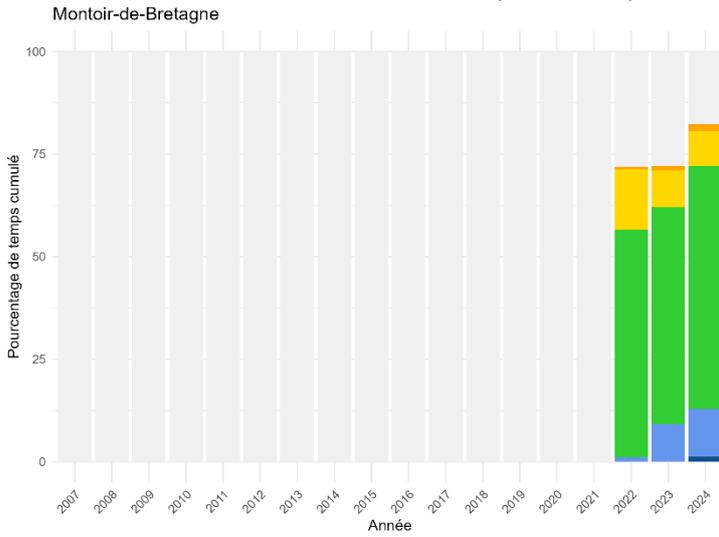


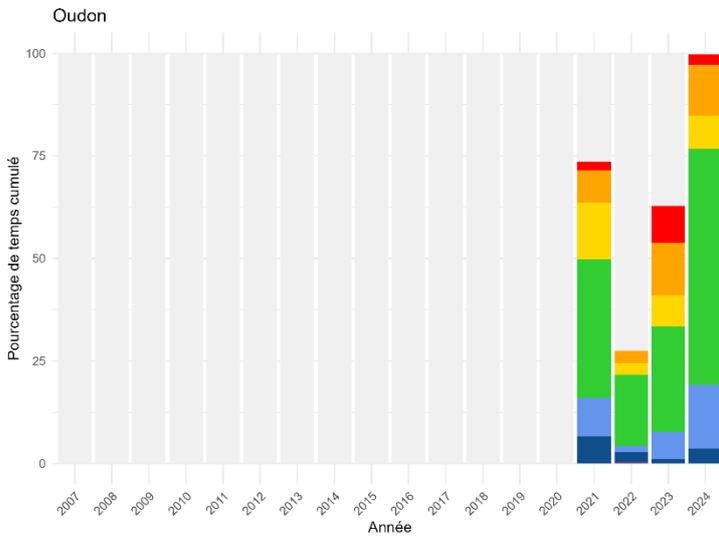
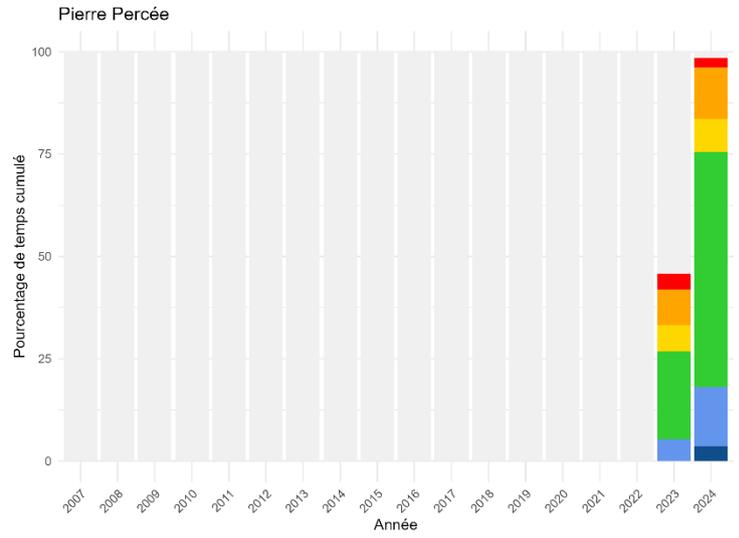
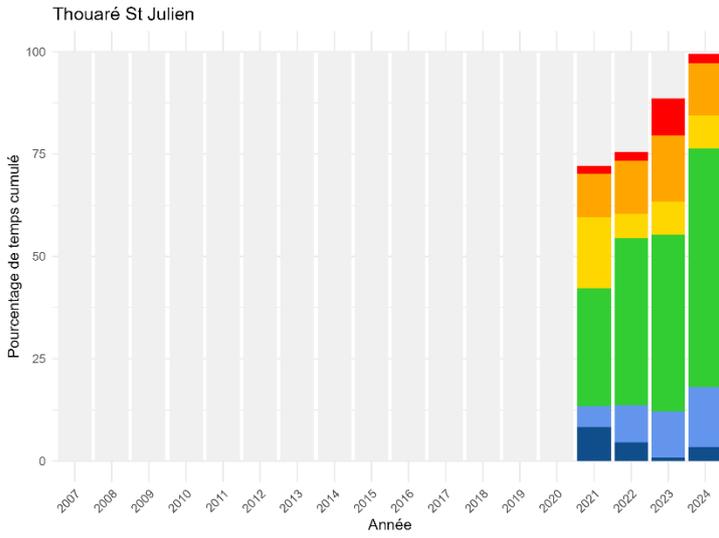
L'absence significative de données de salinité à Montoir-de-Bretagne en 2024 est liée principalement à des mesures de cohérence disqualifiant la donnée (données mentionnées « non validées »).



■ courbe enveloppe des minima et maxima journaliers entre 2022 et 2023

Suivi de la température en pourcentage du temps cumulé entre 2007 et 2024

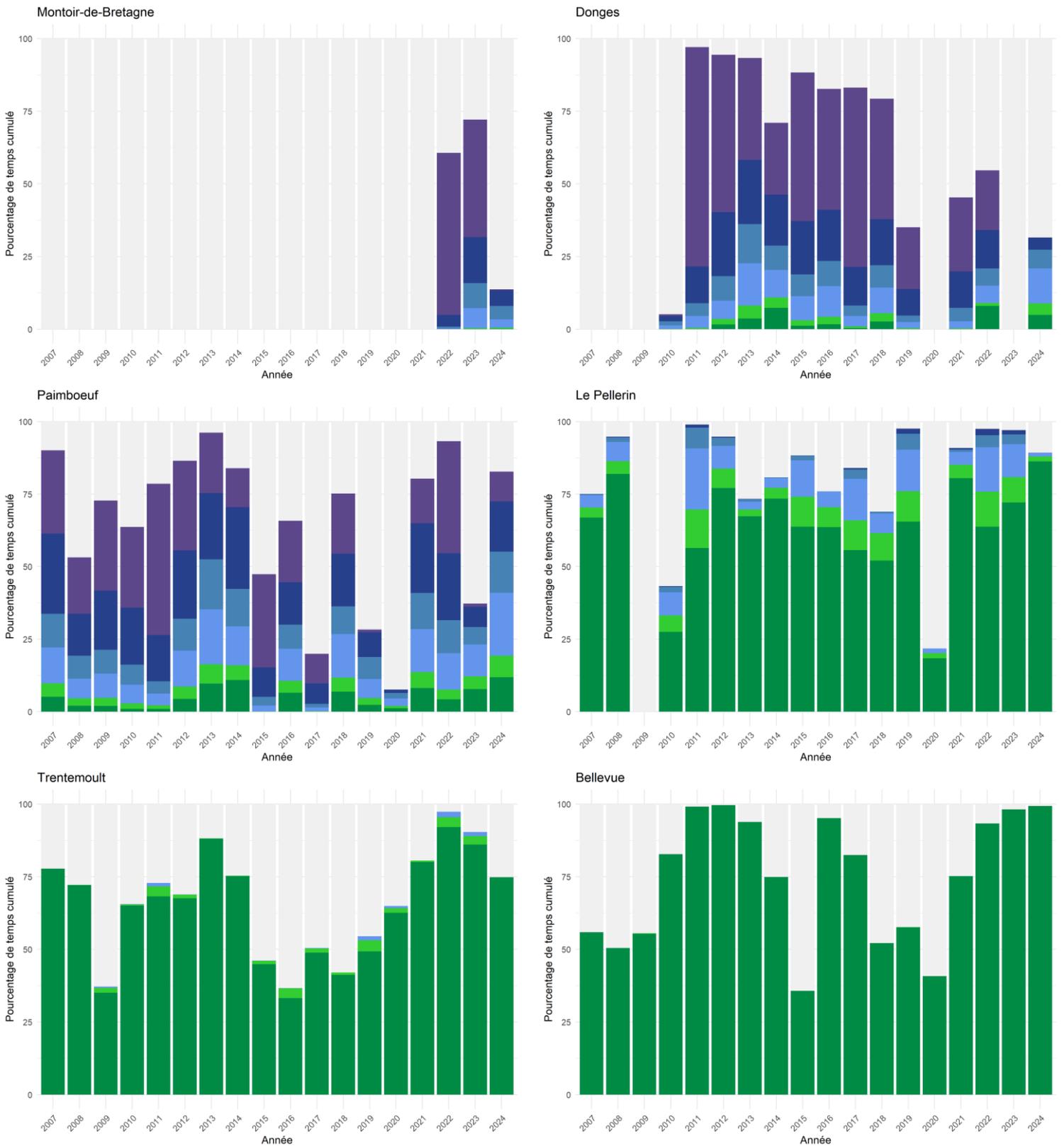


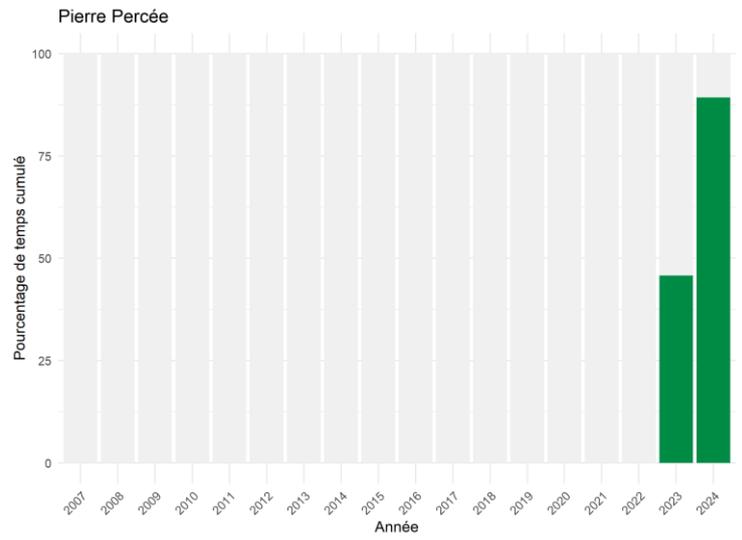
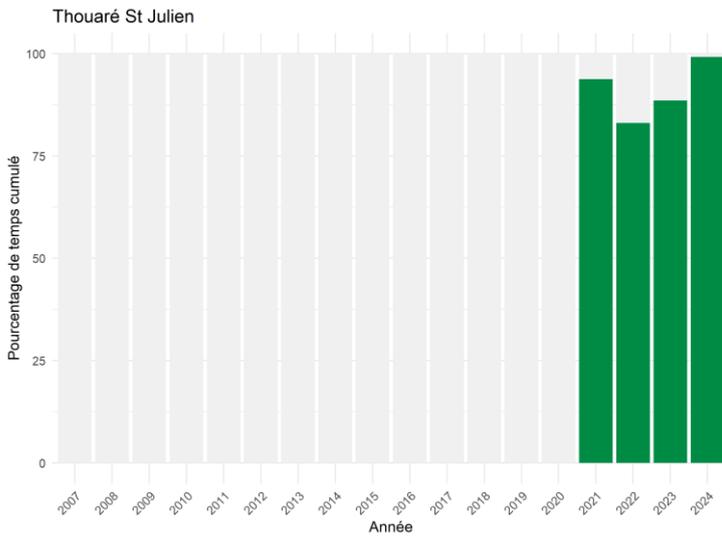


■ <3
 ■ 3-6
 ■ 6-9
 ■ 9-20
 ■ 20-22
 ■ 22-25
 ■ >25
 ■ Absence de données

Source des données : GIP Loire Estuaire

Suivi de la salinité en pourcentage du temps cumulé entre 2007 et 2024



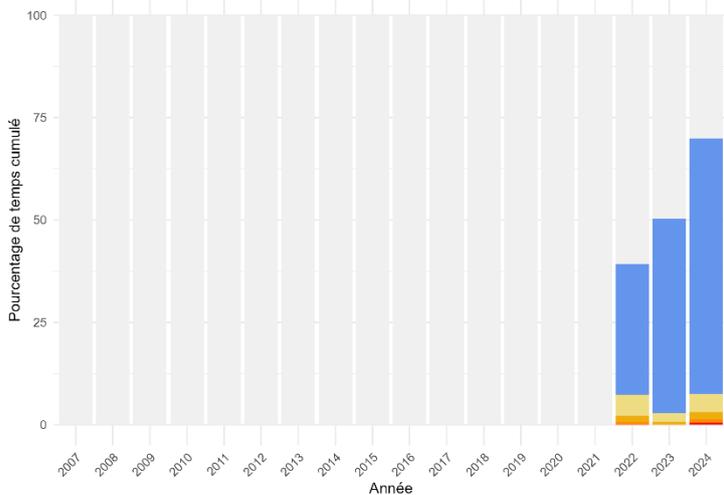


■ <0.5 ■ 0.5-1 ■ 1-3 ■ 3-5 ■ 5-10 ■ >10 ■ Absence de données

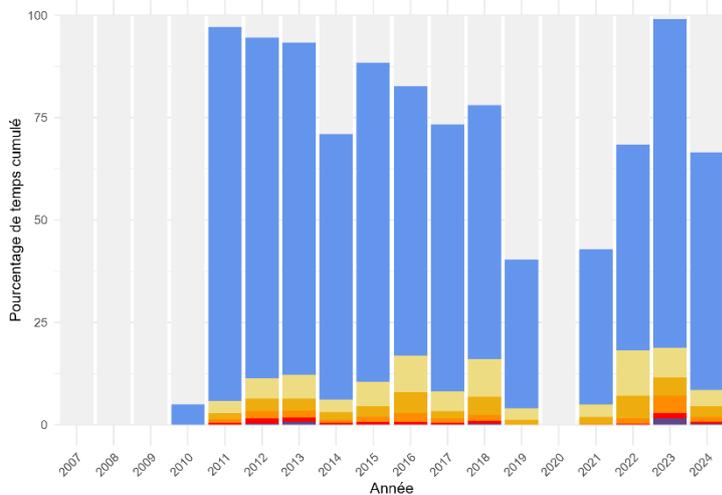
Source des données : GIP Loire Estuaire

Suivi de la concentration en oxygène dissous en pourcentage du temps cumulé entre 2007 et 2024

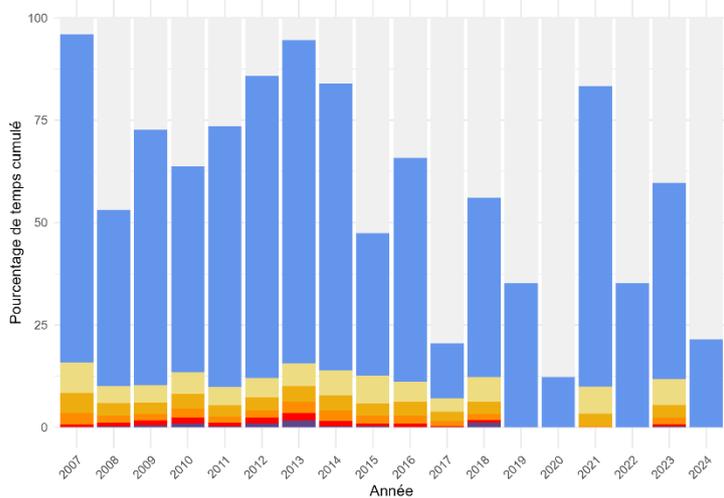
Montoir-de-Bretagne



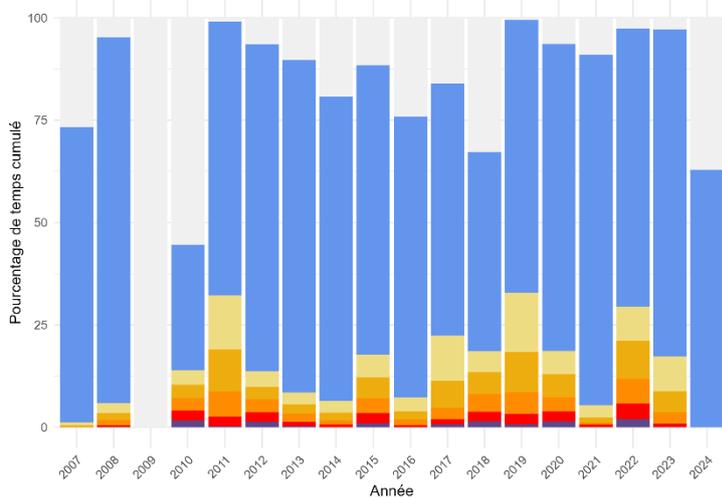
Donges



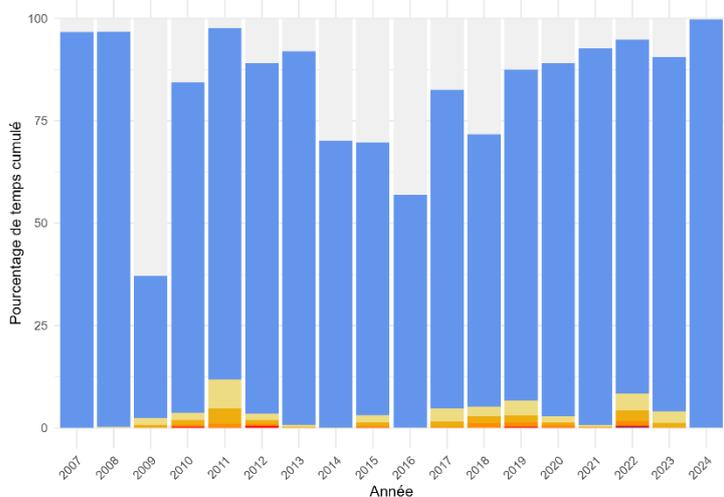
Paimboeuf



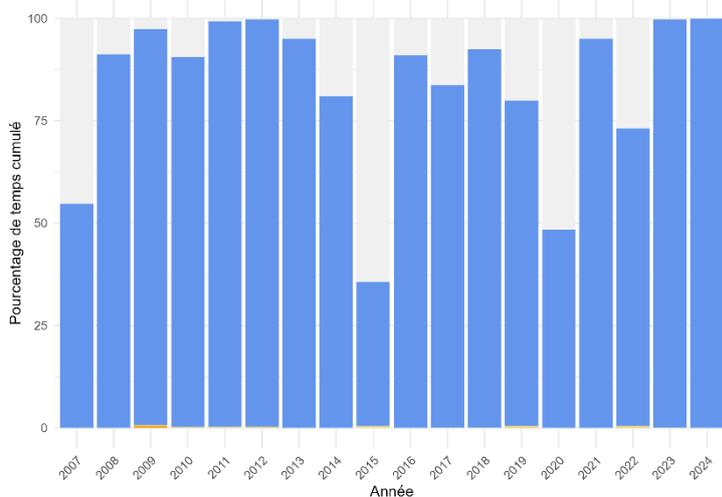
Le Pellerin

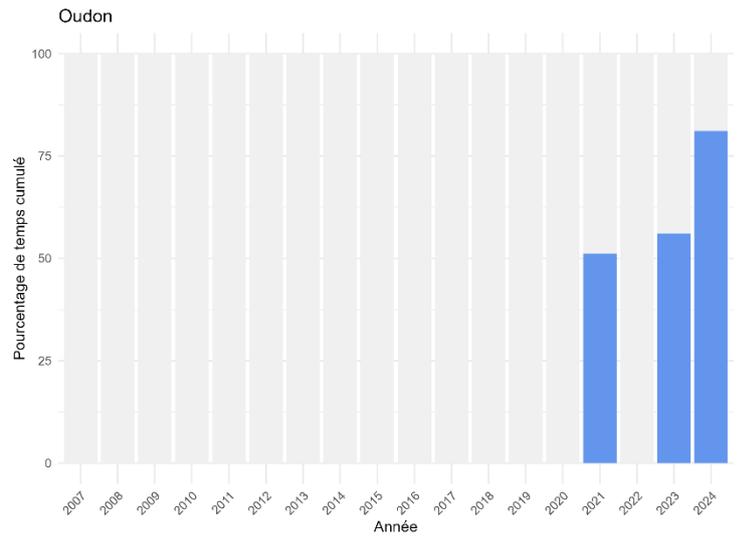
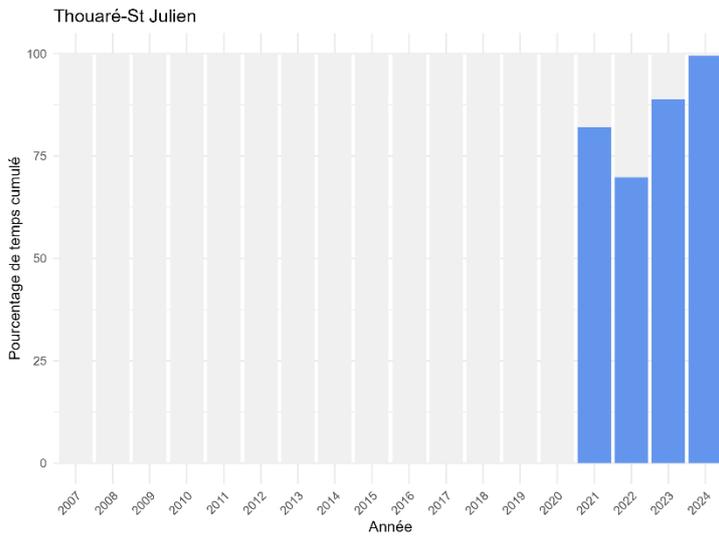


Trentemout



Bellevue

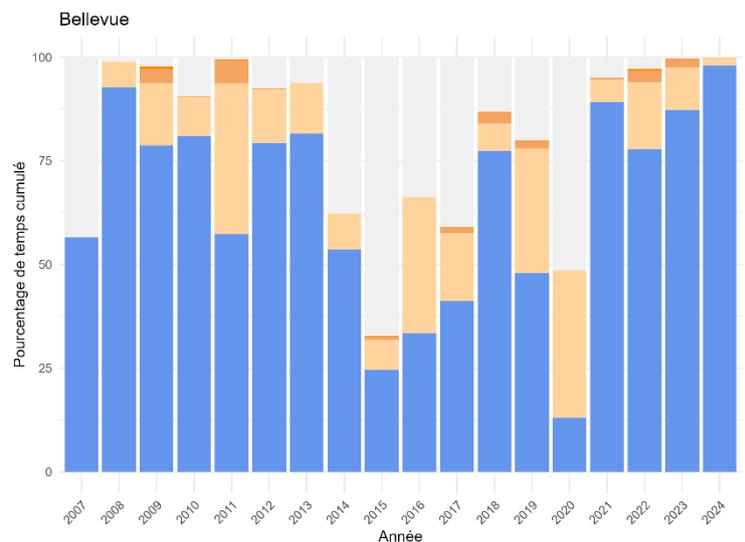
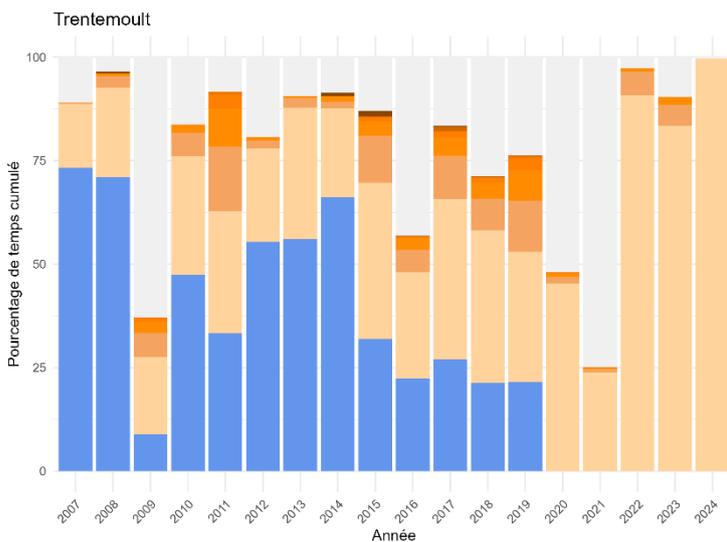
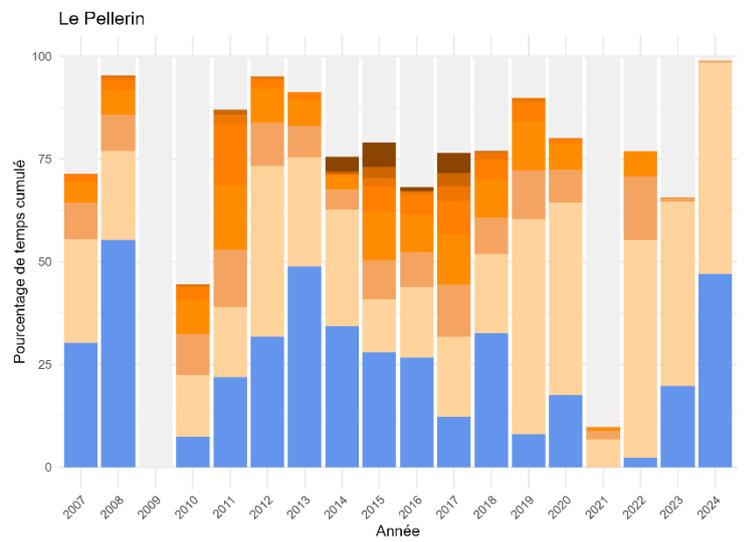
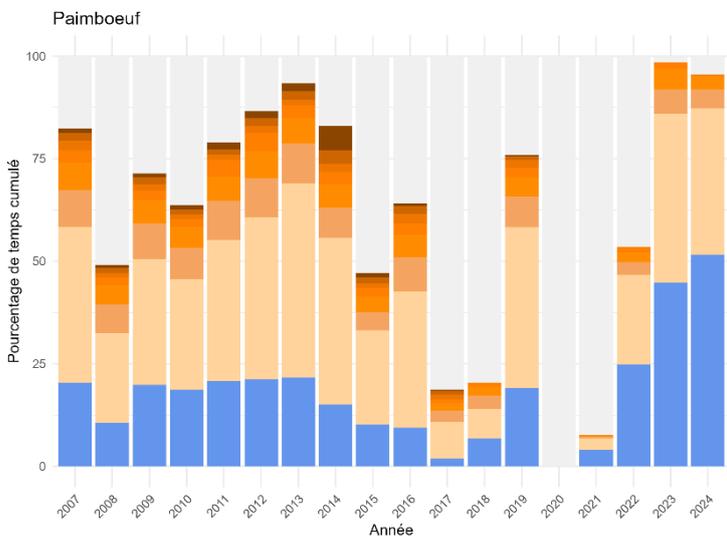
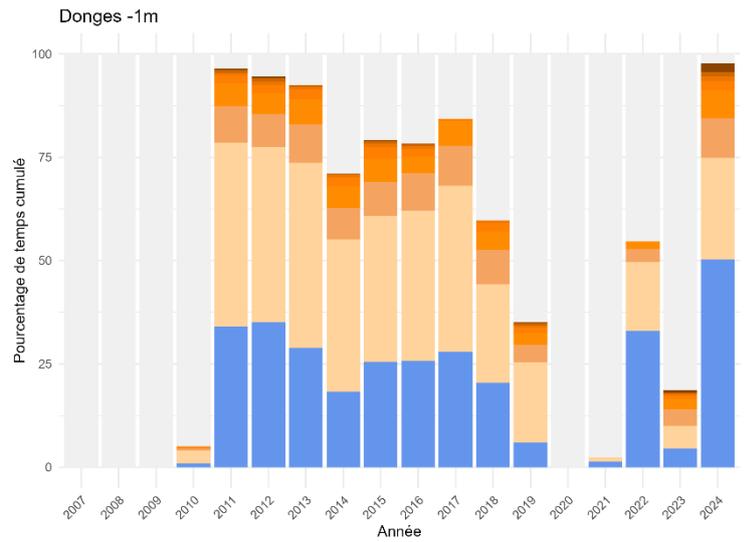
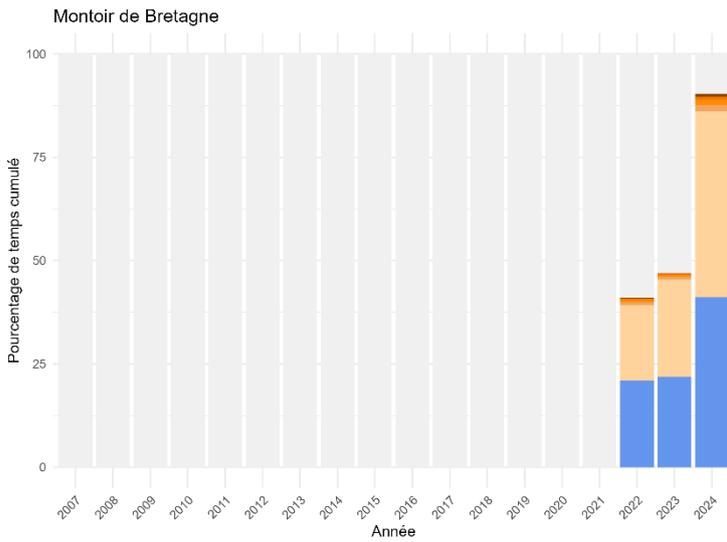


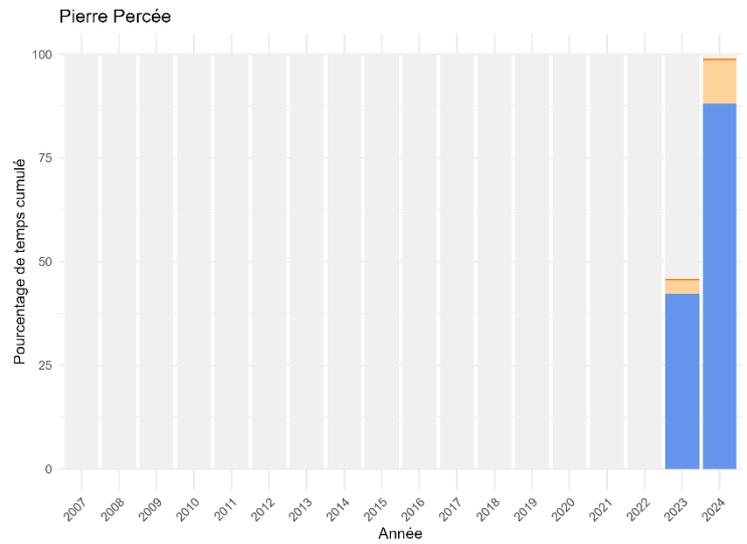
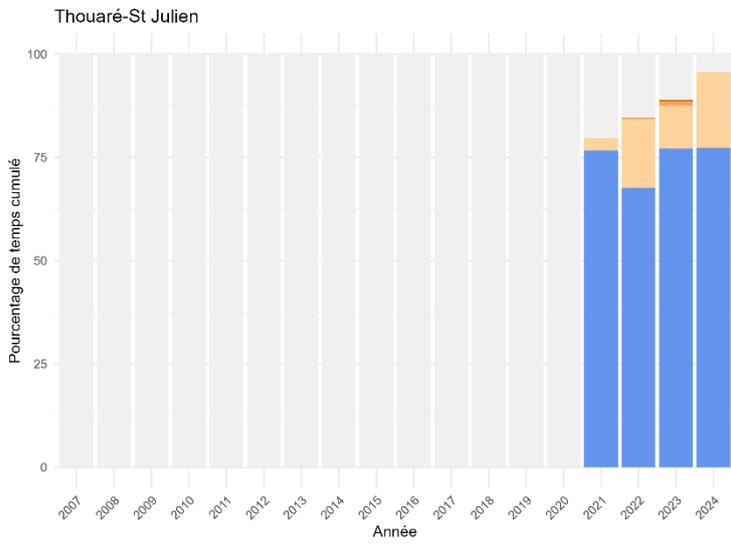


■ <1
 ■ 1-2
 ■ 2-3
 ■ 3-4
 ■ 4-5
 ■ >5
 ■ Absence de données

Source des données : GIP Loire Estuaire

Suivi de la concentration en MES en pourcentage du temps cumulé entre 2007 et 2024





■ <0,1 ■ 0,1-0,5 ■ 0,5-1 ■ 1-2 ■ 2-3 ■ 3-4 ■ 4-5 ■ >5 ■ Absences de données

Source des données : GIP Loire Estuaire