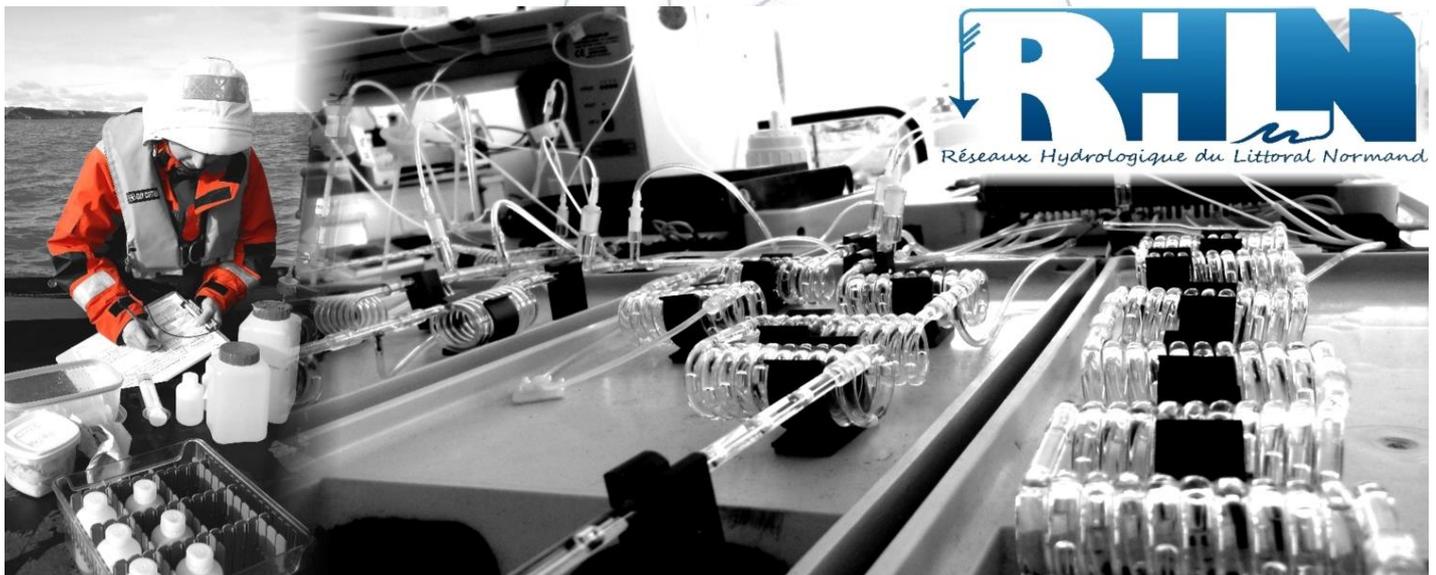


RESEAU HYDROLOGIQUE LITTORAL NORMAND 2021

Rapport scientifique annuel



Fiche documentaire

Titre du rapport : Réseau Hydrologique Littoral Normand (RHLN) – Rapport annuel 2021

Référence interne : RST.ODE/UL/LERN/22-15

Date de publication : 12/06/2023

Version : 1.0.0

Diffusion :

libre (internet)

restreinte (intranet)

interdite (confidentielle)

Référence de l'illustration de couverture

Ifremer/LERN/B. SIMON

Langue(s) : Français

Résumé/ Abstract :

Ce rapport fait la synthèse des résultats obtenus pour le réseau RHLN/REPHY en 2021 à partir des 25 points suivis le long du littoral normand. Il inclut un bilan du contexte hydro-climatique de l'année 2021 du bassin Seine-Normandie, et la présentation des résultats du réseau obtenus en relation des données interannuelles. Les résultats présentés concernent les paramètres physico-chimiques (température, salinité, oxygène dissous, turbidité, nutriments), et les paramètres biologiques (chlorophylle-*a*, abondance et composition du phytoplancton).

Mots-clés/ Key words :

Normandie ; baie de *Seine* ; écosystème côtier ; RHLN ; réseau ; nutriments ; chlorophylle-*a* ; phytoplancton ; physico-chimie ; Directive Cadre sur l'Eau ; eutrophisation ; évaluation DCE.

Comment citer ce document :

M'Zari L, Menet-Nédélec F, Hernandez-Fariñas T, Dechamps L, Fontaine B, Françoise S, Lamort L, Maheux F, Mary C, Simon B, **2023**. Réseau Hydrologique Littoral Normand (RHLN). **Suivi 2021**. *Rapport Ifremer RST ODE/UL/LERN/22-15*.

Disponibilité des données de la recherche :

Base de données Quadriges² et accessibilité via la plateforme Surval.

DOI : /

Commanditaire du rapport : Agence de l'Eau Seine-Normandie

Nom / référence du contrat : Convention cadre AESN 2020-2024 n°20-1000836 et contrat d'application 2020-2023 n°20/1000894

Rapport intermédiaire

Rapport définitif

Projets dans lesquels ce rapport s'inscrit (programme européen, campagne, etc.) :

Auteur(s) / adresse mail

**Affiliation / Direction / Service,
laboratoire**

M'ZARI Lotfi / lotfi.m.zari@ifremer.fr

MENET-NEDELEC Florence

HERNANDEZ-FARIÑAS Tania

DECHAMPS Lucie

FONTAINE Bruno

FRANCOISE Sylvaine

Ifremer/ODE/UL/LER/N

LAMORT Laure

MAHEUX Frank

MARY Charlotte

SIMON Benjamin

Encadrement(s) :

Destinataire :

Validé par : NORMAND Julien

REMERCIEMENTS

Le Laboratoire Environnement Ressources de Normandie (LER/N) de l’Ifremer assure la maîtrise d’ouvrage et la conduite opérationnelle du RHLN, en bénéficiant du soutien financier de l’Agence de l’Eau Seine Normandie (Service Littoral et Mer).

Contributeur également à ce réseau de façon opérationnelle :

- La Cellule de Suivi du Littoral Normand (CSLN),
- Le SMEL (Synergie Mer et Littoral),
- Le SYMEL (Syndicat Mixte de l’Environnement Littoral),
- La SNSM de Fécamp (Société Nationale de Sauvetage en Mer),
- La SNSM de Diélette-Flamanville (Société Nationale de Sauvetage en Mer).

Les données météorologiques sont fournies par Météo-France, et celles des débits des principaux cours d’eau sont issues de la banque Hydro. Le traitement des données a été effectué par les auteurs.

Les auteurs souhaitent adresser leurs sincères remerciements à tous les contributeurs du RHLN, que ce soit des préleveurs du LER/N, ou des analystes des autres laboratoires Ifremer d’analyse des nutriments (LER/AR, LER/LR, LER/MPL).



Table des matières

1	Introduction	9
1.1	La Directive Cadre sur l'Eau (DCE)	9
1.2	Le Réseau Hydrologique Littoral Normand en 2021	10
1.2.1	Stratégie d'observation du RHLN	10
1.2.2	Plan d'échantillonnage du réseau	11
1.2.3	Périodes et fréquences d'échantillonnage.....	11
1.2.4	Partenaires opérationnels du réseau	12
1.3	Objectifs du rapport RHLN 2021	12
2	Matériel et méthodes	14
2.1	Bilan opérationnel en 2021	14
2.2	Méthodes d'analyse	15
2.2.1	Mesures physico-chimiques.....	15
2.2.1.1	Température, salinité, oxygène dissous.....	15
2.2.1.2	Turbidité	15
2.2.1.3	Nutriments	15
2.2.2	Mesures biologiques	15
2.2.2.1	Chlorophylle- <i>a</i>	15
2.2.2.2	Flores phytoplanctoniques.....	16
2.3	Qualification des données.....	16
2.4	Méthode d'interprétation des résultats	16
2.4.1	Cycles des nutriments	16
2.4.2	Rapports molaires de nutriments.....	17
2.4.3	Peuplements phytoplanctoniques	18
3	Conditions climatiques et hydrologiques en 2021	20
3.1	Température.....	20
3.2	Précipitations.....	22
3.3	Débits des cours d'eau	24
4	Résultats du RHLN dans les masses d'eau suivies	26
4.1	Masse d'eau HC01 (Chausey_Aneret 2001-2021).....	26
4.2	Masse d'eau HT05 (Tombelaine 2010-2021)	28
4.3	Masse d'eau HC02 (Champeaux 2006-2021)	30
4.4	Masse d'eau HC03 (Donville à Denneville).....	32
4.4.1	Donville (2001-2021)	33
4.4.2	Ouest Lingreville (2016-2021)	36
4.4.3	Denneville (2006-2021)	38
4.5	Masse d'eau HC04 (FLAM - Dielette 2007-2021)	40
4.6	Masse d'eau HC60 (Digue de Querqueville 2005-2021)	42
4.7	Masse d'eau HC07 (Nord Ouest Lévi 2016-2021)	45
4.8	Masse d'eau HC08 (Réville 1 mille 2004-2006, 2009-2021).....	47
4.9	Masse d'eau HC09 (La Hougue, Gougins)	49
4.9.1	La Hougue (2003-2021)	49
4.9.2	Gougins (2006-2021)	51

4.10	Masse d'eau HC10 (Utah et Roches de Grandcamp).....	53
4.10.1	Utah (2006-2021).....	53
4.10.2	Roches de Grandcamp (2001-2021).....	55
4.11	Masse d'eau HT06 (Géfosse 2002-2021).....	57
4.12	Masse d'eau HC11 (Port-en-Bessin 1 mille 2004-2006, 2009-2021).....	60
4.13	Masse d'eau HC12 (Asnelles-Meuvoines 2004-2021).....	62
4.14	Masse d'eau HC13 (St Aubin les Essarts 2004-2021).....	64
4.15	Masse d'eau HC14 (Ouistreham 1 mille 2001-2021).....	66
4.16	Masse d'eau HT04 (Estuaire de l'Orne 2007-2021).....	68
4.17	Masse d'eau HC15 (Cabourg 2001-2021).....	70
4.18	Masse d'eau HT03 (Seine-1 2008-2021).....	73
4.19	Masse d'eau HC16 (Antifer ponton pétrolier 2002-2021).....	75
4.20	Masse d'eau HC17 (Fécamp 1 mille 2007-2021).....	78
4.21	Masse d'eau HC18 (Dieppe 1 mille 2004-2005, 2008-2021).....	80
5	Synthèse des faits marquants en 2021.....	82
5.1	Une année à deux vitesses.....	82
5.2	Une année productive en été.....	82
6	Synthèse.....	84
7	Pigments et étude du phytoplancton.....	85
7.1	Introduction.....	85
7.2	Matériel et Méthodes.....	86
7.2.1	Sites d'étude.....	86
7.2.2	Analyses pigmentaires (HPLC).....	88
7.3	Résultats.....	89
7.3.1	Classes microalgales et leurs signatures pigmentaires.....	89
7.4	Pigments et structuration en classe de taille.....	91
7.4.1	Les classes algales.....	92
7.4.2	Distribution par classe de taille.....	93
8	Références.....	95
9	ANNEXES.....	99
	Code taxon.....	102
	Code taxon.....	103
	Code taxon.....	104
	Code taxon.....	105
	Code taxon.....	106
	Code taxon.....	107
	Code taxon.....	108

1 Introduction

1.1 La Directive Cadre sur l'Eau (DCE)

La Directive Cadre sur l'Eau (DCE, 2000/60/CE) s'applique à l'ensemble des pays membres de l'Union Européenne, et établit un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau en vue d'une meilleure gestion des milieux aquatiques. Elle reprend, complète, simplifie et intègre les législations communautaires antérieures relatives à l'eau, et met en place un calendrier commun aux Etats membres pour son application. Elle fixe comme objectif général l'atteinte du bon état écologique et chimique des masses d'eau souterraines et de surface, ces dernières incluant les eaux côtières et de transition (estuaires en particulier). Il existe toutefois, sous justifications, des possibilités de dérogations dans le temps de deux fois 6 ans avec une échéance fixée au plus tard en 2027. Les Etats membres doivent donc prévenir toute dégradation supplémentaire, préserver et améliorer l'état des écosystèmes aquatiques.

Tableau 1 : Stratégie de surveillance DCE sur la période 2016 – 2021. EQ = Elément de Qualité.

Eléments de qualité	Fréquence par cycle de 6 ans	Fréquence par an	Période	ME concernées
PHYTOPLANCTON				
Biomasse	6	8	Mars-Octobre	MEC & MET non turbides
Abondance, composition		12	Janvier-Décembre	
PHYSICO-CHIMIE				
Température	6	En fonction des besoins de la chimie et biologie		MEC & MET
Salinité				
Transparence				
Oxygène dissous		4	Juin-Septembre	
Nutriments		4	Novembre-Février	

MASSE D'EAU	NOM DE LA MASSE D'EAU	Arrêté 2016		Suivi EQ Phytoplancton		Suivi EQ Physico-chimie		Début du suivi
		CS	CO	CS	CO	CS	CO	
HC01	Archipel Chausey							2001
HT05	Baie du Mont Saint Michel: fond de baie estuarien				NP			2010
HC02	Baie du Mont Saint Michel: centre baie							2006
HC03	Ouest Cotentin							2001
HC04	Cap de Carteret - Cap de la Hague							2007
HC05	Cap de la Hague Nord							
HC60	Rade de Cherbourg							2005
HC61	Cherbourg : intérieur Grande rade							
HC07	Cap Lévy - Gatteville							2016
HC08	Barfleur							2009
HC09	Anse de Saint-Vaast la Hougue							2003
HC10	Baie des Veys							2001
HT06	Baie des Veys: fond de baie estuarien et chenaux d'Isigny et de Carentan							2002
HC11	Côte du Bessin							2009
HC12	Côte de Nacre Ouest							2004
HC13	Côte de Nacre Est							2004
HC14	Baie de Caen							2001
HT04	Estuaire de l'Orne							2007
HT08	La Dives							
HC15	Côte fleurie							2001
HT01	Estuaire de Seine Amont (dulçaquicole): Poses				MNA		MNA	
HT02	Estuaire de Seine Moyen (dulçaquicole)				MNA		MNA	
HT03	Estuaire de Seine Aval				NP			2008
HT07	Risle maritime				MNA		MNA	
HC16	Le Havre - Antifer							2001
HC17	Pays de Caux Sud							2006
HC18	Pays de Caux Nord							2008

CS Contrôle de surveillance
CO Contrôle opérationnel

NP Non pertinent
MNA Méthode non applicable

En métropole, 5 bassins hydrographiques sont concernés par la surveillance et l'évaluation de la qualité des eaux littorales : Artois Picardie, Seine Normandie, Loire Bretagne, Adour Garonne, Rhône Méditerranée et Corse. Le littoral de chaque bassin hydrographique est découpé en masses d'eau côtières et de transition qui sont des unités géographiques cohérentes définies sur la base de critères physiques (hydrodynamiques et sédimentologiques) ayant une influence avérée sur la biologie. Dans le bassin Seine Normandie, le littoral a ainsi été découpé en 19 masses d'eau côtières (MEC), et 8 masses d'eau de transition (MET) (Tableau 1).

L'article 8 de la DCE prévoit la mise en œuvre d'un programme de surveillance des masses d'eau, de manière à « dresser un tableau cohérent et complet de l'état des eaux au sein de chaque bassin hydrographique ». Ce programme est défini dans l'Arrêté n°2016-21-0013 relatif au programme de surveillance de l'état des eaux du bassin de la Seine et des cours d'eau côtiers normands en application de l'article R. 212-22 du code de l'Environnement, pour une durée d'un plan de gestion, soit 6 ans. Pour répondre à cette demande, chaque bassin hydrographique a ainsi défini différents réseaux de contrôles (de surveillance, opérationnel, d'enquête, additionnel) (Tableau 1) :

- Le **contrôle de surveillance** vise à donner une image globale de l'état des masses d'eau. Ce suivi est réalisé sur une sélection de masses d'eau représentative des différents types de masses d'eau du district hydrographique, et de leurs caractéristiques (pressions subies, état connu ou suspecté).
- Le **contrôle opérationnel** doit être mis en place sur les masses d'eau identifiées comme à Risque de Non Atteinte des Objectifs Environnementaux (RNAOE).

1.2 Le Réseau Hydrologique Littoral Normand en 2021

Le Réseau Hydrologique Littoral Normand (RHLN) a été créé en septembre/octobre 2000 avec le triple objectif de :

- a) Observer les niveaux d'eutrophisation et les phénomènes associés pour comprendre leur déclenchement et évolution ;
- b) Evaluer la qualité des eaux selon les indicateurs réglementaires (DCE, OSPAR, et DCSMM), et expertiser ces évaluations selon les connaissances actuelles du milieu ;
- c) Améliorer et publier les connaissances via des projets de recherche, et permettre la validation des modèles.

1.2.1 Stratégie d'observation du RHLN

La stratégie actuelle du RHLN est basée sur un socle de 3 stations (Géfosse, Cabourg, Antifer ponton pétrolier) permettant de caractériser de façon fine trois des cinq grands écosystèmes identifiés sur le littoral normand (le quatrième étant l'Ouest Cotentin, et le cinquième le Nord Cotentin), avec une identification de la totalité du microphytoplancton, et une fréquence renforcée pendant la période productive.

Autour de ce socle, les autres stations sont positionnées sur le littoral en fonction des besoins de compréhension de certains phénomènes (*e.g.* échouages de macroalgues vertes, eaux colorées, développement du chiendent maritime), ou des enjeux régionaux (*e.g.* présence d'activités aquacoles, de pêche, touristiques), tout en s'assurant qu'elles sont bien représentatives des masses d'eau définies dans le cadre de la DCE. La stratégie appliquée permet alors d'observer l'évolution des paramètres biologique et physico-chimiques tout au long de l'année, avec pour certaines stations une fréquence renforcée lorsque l'écosystème est particulièrement dynamique en période productive.

Cette stratégie permet donc de répondre à l'un des objectifs du **réseau national REPHY**, qui est d'observer des espèces phytoplanctoniques des eaux côtières, et de recenser les événements tels que les eaux colorées, les efflorescences exceptionnelles et les proliférations d'espèces toxiques ou nuisibles pour la faune marine.

1.2.2 Plan d'échantillonnage du réseau

En parallèle de sa stratégie d'observation, le RHLN intègre l'ensemble des préconisations de la DCE sur les masses d'eau nécessitant un contrôle de surveillance et/ou opérationnel. L'historique des stations du RHLN est présenté dans l'Annexe 1. Le programme d'échantillonnage n'a pas évolué en 2021 par rapport à celui de 2020.

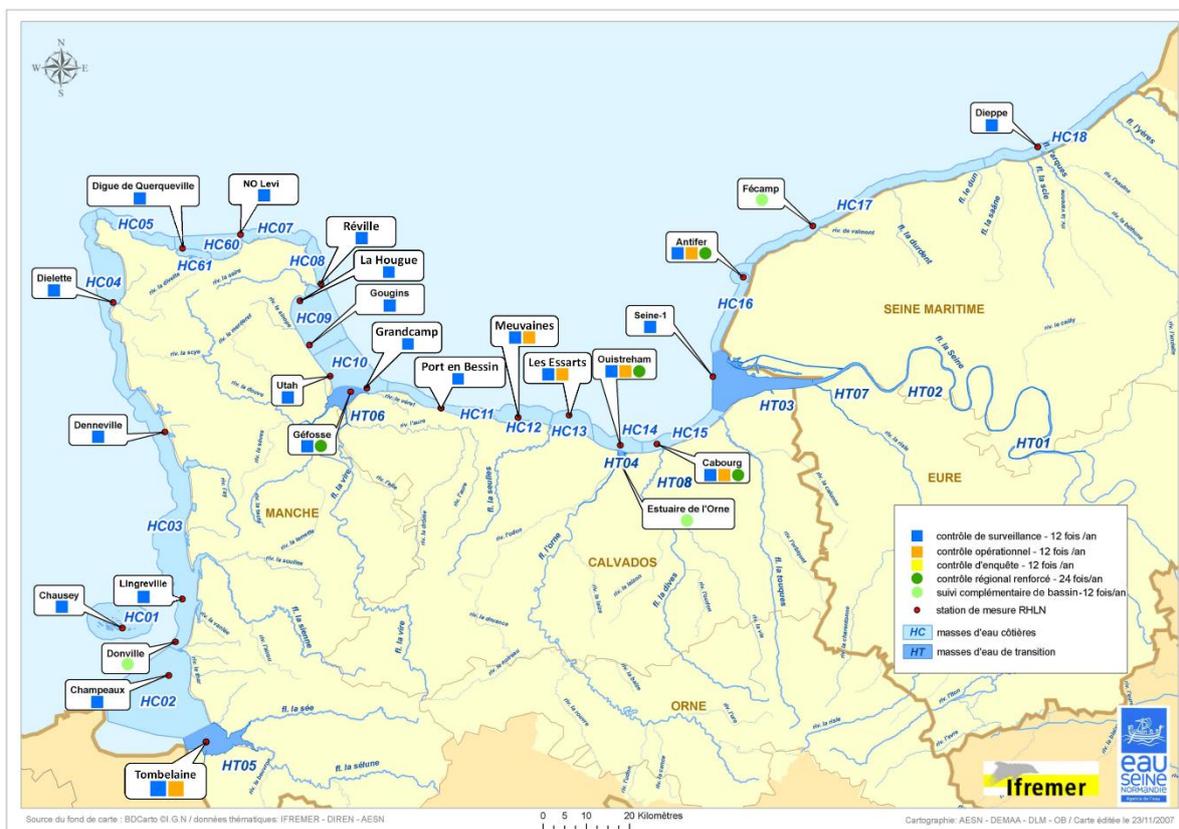


Figure 1 : Localisation des points de prélèvement (noms usuels) du RHLN en 2021.

Le RHLN 2021 a donc porté sur l'ensemble des masses d'eau côtières normandes (hormis HC05, et HC61 pour lequel le point est commun avec HC60), ainsi que sur les masses d'eau de transition HT03, HT04, HT05 et HT06 (Figure 1). En effet, les méthodologies spécifiques aux eaux marines utilisées dans le RHLN ne s'appliquent pas aux eaux très saumâtres des masses d'eau HT01 et HT02, et les masses d'eau HT07 et HT08 ne sont ni en contrôle de surveillance, ni en contrôle opérationnel pour les paramètres suivis dans le cadre du RHLN.

1.2.3 Périodes et fréquences d'échantillonnage

Les fréquences à respecter à minima dans le cadre du réseau de surveillance DCE sont décrites dans le Tableau 1. Ces fréquences minimales sont variables selon les paramètres et les types de suivis. Le RHLN n'a pas pour objectif exclusif de répondre aux exigences réglementaires, mais veut également permettre d'observer les évolutions qualitatives des masses d'eau, ainsi que de mettre en œuvre le réseau REPHY-OBS pour l'observation des populations du phytoplancton. Aussi, les suivis sont mensuels pour tous les points sur toute l'année, et sont bimensuels au cours de la période productive entre les mois de mars et octobre pour certains points retenus (Tableau 2 et Figure 1).

Tableau 2 : Synthèse du programme d'échantillonnage du réseau RHLN 2021.

MASSE D'EAU	STATIONS DE PRELEVEMENT	Stratégie			Nb de prélèvements	Prélèvements et mesures <i>in situ</i>	Analyses nutriments / chlorophylle	Analyses flores phytoplancton	Analyses pigments phytoplancton		
		CS	CO	REG							
HT05	Tombelaine				12	SMEL	SMEL				
HC01	Chausey-Aneret				12	LER/N seul ou LER/N & SYMEL 1/2	LER/N	LER/N			
HC02	Champeaux				12						LER/N
	Donville				12						
HC03	Ouest Lingreville				12	SMEL	SMEL				
	Denneville				12						
HC04	FLAM - Dielette				12	LER/N (embarcation SNSM)	LER/N	LER/N			
HC60	Digue de Querqueville				12	LER/N	LER/N	LER/N	LER/N		
HC07	Nord Ouest Levi				12	LER/N ou SMEL 1/2	LER/N	LER/N			
HC08	Réville 1 mille				12						
HC09	La Hougue				12						
	Gougins				12						
HC10	Utah				12						
	Roches de Grandcamp				12						
HT06	Géfosse			★	24				LER/N		
HC11	Port-en-Bessin 1 mille				12	LER/N	LER/N	LER/N			
HC12	Asnelles-Meuvoines				12	LER/N	LER/N	LER/N			
HC13	St Aubin les Essarts				12						
HC14	Ouistreham 1 mille			★	12						
HT04	Estuaire de l'Orne				12	LER/N	LER/N	LER/N			
HC15	Cabourg			★	24						
HT03	Seine-1				12	CSLN	LER/N	LER/N			
HC16	Antifer ponton pétrolier			★	24	LER/N	LER/N	LER/N	LER/N		
HC17	Fécamp 1 mille				12	CSLN	LER/N	LER/N			
HC18	Dieppe 1 mille				12						
<i>Fréquence renforcée</i> ★					336						

1.2.4 Partenaires opérationnels du réseau

Des collaborations ont été mises en place pour le suivi de certains points (Tableau 2) :

- « Chausey_Aneret », « Champeaux », « Donville », « Ouest Lingreville » : sortie réalisée avec la contribution des Gardes Littoraux du Syndicat Mixte Espaces Littoraux de la Manche (SYMEL) ;
- « Denneville », et « Tombelaine » : prélèvements, mesures à la sonde, analyses de chlorophylle- α et de nutriments réalisés par Synergie Mer Et Littoral (SMEL) ;
- « Réville 1 mille », « La Hougue », « Gougins », « Utah », « Roches de Grandcamp » et « Géfosse » : prélèvements et mesures à la sonde réalisés par Synergie Mer Et Littoral (SMEL) environ un mois sur deux ;
- « Seine 1 », « Fécamp 1 mille » et « Dieppe 1 mille » : prélèvements et mesures à la sonde réalisés par la Cellule de Suivi du Littoral Normand (CSLN).

En outre, le personnel préleveur du laboratoire embarque sur le bateau de la SNSM de Diélette pour le point « FLAM-Diélette ».

1.3 Objectifs du rapport RHLN 2021

Le présent rapport propose une synthèse des données obtenues en 2021.

Les données climatologiques (température, précipitations et débits des cours d'eau) sont utilisées pour poser le contexte du suivi, ces paramètres étant des facteurs identifiés comme influençant sur l'apport en nutriments dans le milieu (précipitations et débits) et le développement des blooms phytoplanctoniques (température).

Les données de concentration en chlorophylle-*a*, un estimateur de la biomasse chlorophyllienne totale, et en nutriments permettent d'identifier le type de cycle biogéochimique observé en 2021, et d'établir un diagnostic des apports en nutriments en analysant le rapport des nutriments entre eux. Ces résultats sont interprétés globalement pour estimer l'état d'eutrophisation du milieu.

Enfin, les dénombrements de flores phytoplanctoniques permettent d'identifier les espèces microphytoplanctoniques dominantes de l'année aux différents points. Certaines de ces espèces sont caractéristiques de l'état d'eutrophisation du milieu.

Cette année, l'analyse des résultats des pigments phytoplanctoniques en comparaison aux données obtenues depuis 2016, ont également été ajoutés.

Ainsi, cette synthèse permet de comparer les cycles biogéochimiques de l'année 2021 avec les cycles précédemment observés (2000/2001 à 2020), et d'évaluer les niveaux trophiques des masses d'eau normandes.

2 Matériel et méthodes

Comme les années précédentes, les paramètres suivis du RHLN ont été les suivants :

- **en sub-surface (-1 m) :** température, salinité, oxygène dissous, turbidité, chlorophylle-a, nutriments, et flores phytoplanctoniques ;
- **au fond (à 1 m du fond) :** profondeur, température, salinité et oxygène dissous.

2.1 Bilan opérationnel en 2021

Pour la mise en œuvre du réseau, le LER/N a déployé en mer ses moyens nautiques (2 zodiacs et le Delphy) selon les besoins, et effectué des prélèvements à partir de digues ou pontons (points « Antifer ponton pétrolier »). Pour le point « FLAM-Dielette », le LER/N a embarqué à bord de la vedette de la SNSM de Diélette-Flamanville et pour le point « Fécamp 1 mille », c'est le personnel de la CSLN qui a embarqué à bord de la vedette de la SNSM de Fécamp, du fait des difficultés d'accessibilité du point pour ses propres embarcations.

Les mesures *in situ* ont été réalisées à l'aide de sondes multi-paramètres pendant le prélèvement. L'ensemble des analyses de nutriments et de chlorophylle-a ont été effectuées par l'Unité technique Hydrologie du LER/N (hormis pour les points « Denneville » et « Tombelaine » réalisées par le SMEL), et les comptages de flores par l'Unité technique Phytoplancton du LER/N. Les activités d'observation et de surveillance du LER/N sont, depuis l'été 2007, réalisés dans le cadre d'un Système de Management de la Qualité selon la norme NF EN ISO/CEI 17025. Les prélèvements et essais réalisés dans le cadre du RHLN sont ainsi effectués avec une garantie de traçabilité, de suivi métrologique du matériel, de suivi des compétences techniques des agents du laboratoire, et d'habilitation des préleveurs et analystes.

Le Tableau 3 présente le bilan opérationnel des prélèvements en 2021, sur la réalisation des prélèvements dans le cadre du RHLN, et les données supplémentaires présentées dans ce rapport provenant du réseau REPHY-Sanitaire opéré par Ifremer, et du réseau HYDRONOR opéré par le SMEL.

Tableau 3 : Date des prélèvements en 2021 du RHLN (en bleu), des prélèvements du REPHY-Sanitaire (en vert, tous paramètres hors nutriments) et de l'HYDRONOR (en orange, tous paramètres) dont les données sont présentées dans ce rapport. En violet sont indiquées les périodes où les prélèvements n'ont pas pu être effectués du fait de conditions météorologiques défavorables.

Masses d'eau	HT05	HC01	HC02	HC03		HC04	HC61	HC07	HC08	HC09		HC10		HT06	HC11	HC12	HC13	HC14	HT04	HC15	HT03	HC16	HC17	HC18	
Points	Tombelaine	Chaisey-Arenet	Champaux	Dorville	Ouest Lingreville	Denneville	FLAM - Dielette	Digue de Querqueville	Nord-Ouest Lev	Révilla 1 mille	La Hoguette	Couglins	Ueh	Roches de Grandcamp	Géfosse	Port-en-Bassin 1 mille	Asnelles - Meuvaines	St Aubin les Esbarts	Ouistreham 1 mille	Estuaire de l'Orne	Calvados	Sere 1	Antifer Ponton Pétrolier	Fécamp 1 mille	Dieppe 1 mille
Janvier	15/1	18/1	18/1	18/1	18/1	4/1	4/1	6/1	6/1	28/1	28/1	28/1	28/1	28/1	14/1	7/1	7/1	7/1	7/1	7/1	7/1	18/1	26/1	26/1	26/1
Février						26/2	5/2	15/2	15/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	4/2	4/2	4/2	4/2	4/2	4/2	1/2	8/2	8/2	9/2
Mars	2/3	23/3	23/3	23/3	23/3	16/3	22/3	1/3	1/3	29/3	29/3	29/3	29/3	29/3	15/3	30/3	30/3	30/3	30/3	16/3	3/3	1/3	1/3	1/3	2/3
Avril	1/4	21/4	21/4	21/4	21/4	13/4	15/4	15/4	15/4	9/4	9/4	9/4	9/4	9/4	9/4	29/4	29/4	9/4	9/4	9/4	9/4	1/4	14/4	8/4	9/4
Mai	27/5	31/5	31/5	31/5	31/5	12/5	3/5	27/5	27/5	11/5	11/5	11/5	11/5	11/5	11/5	10/5	10/5	7/5	7/5	7/5	7/5	3/5	17/5	6/5	12/5
Juin	11/6	28/6	28/6	28/6	28/6	10/6	17/6	11/6	11/6	9/6	9/6	9/6	9/6	9/6	9/6	8/6	8/6	8/6	8/6	8/6	8/6	1/6	9/6	8/6	7/6
Juillet	26/7	19/7	19/7	19/7	19/7	23/7	1/7	1/7	1/7	13/7	13/7	13/7	13/7	13/7	17	8/7	8/7	8/7	9/7	9/7	9/7	1/7	8/7	5/7	8/7
Août	26/8	19/8	19/8	19/8	19/8	12/8	13/8	13/8	13/8	9/8	9/8	9/8	9/8	9/8	9/8			12/8	12/8	12/8	12/8	3/8	11/8	5/8	4/8
Septembre	7/9	14/9	14/9	14/9	14/9	21/9	16/9	23/9	23/9	6/9	6/9	6/9	6/9	6/9	6/9	7/9	7/9	7/9	7/9	7/9	7/9	3/9	7/9	7/9	6/9
Octobre	8/10	11/10	11/10	11/10	11/10	11/10	1/10	12/10	12/10	7/10	7/10	7/10	7/10	7/10	21/9	7/10	7/10	7/10	7/10	7/10	7/10	11/10	15/10	15/10	14/10
Novembre	9/11	29/11	29/11	29/11	29/11	9/11	2/11	18/11	18/11					3/11	3/11	8/11	8/11	8/11	8/11	8/11	8/11	10/11	25/11	3/11	9/11
Décembre		13/12	13/12	13/12	13/12	21/12	15/12	9/12	9/12	21/12	21/12	21/12	21/12	21/12	21/12	7/12	7/12	7/12	7/12	7/12	7/12	14/12	6/12	15/12	6/12
TOTAL réalisé	10	11	11	11	11	12	12	12	12	11	11	11	11	12	22	12	12	16	20	12	27	12	24	12	339
TOTAL RHLN	10	11	11	11	11	12	12	12	12	11	11	11	11	12	22	12	12	12	12	12	23	12	24	12	323
TOTAL prévu	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	24	12	12	12	12	12	24	12	24	12	336
% réalisé RHLN	83%	92%	92%	92%	92%	100%	100%	100%	100%	92%	92%	92%	92%	100%	92%	100%	100%	100%	100%	100%	96%	100%	100%	100%	96,1%

Stratégie RHLN Stratégie REPHY DGAI HYDRONOR
 Annulation météo Autre annulation
 Embarcation non Ifremer ou sans embarcation

2.2 Méthodes d'analyse

2.2.1 Mesures physico-chimiques

2.2.1.1 Température, salinité, oxygène dissous

Les mesures de température, de salinité et d'oxygène dissous sont effectuées *in situ* au moyen de sondes multi-paramètres YSI DSS PRO, YSI EXO 1, YSI 6600EDS-M ou 600QS. Ces sondes font l'objet d'un suivi métrologique mensuel afin de pouvoir vérifier l'absence de dérive. Depuis 2008, ces sondes sont équipées de capteurs optiques pour l'oxygène dissous.

La fidélité (répétabilité des mesures, ou Ecart Maximal Toléré) est respectivement de $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ pour la température, $\pm 0,15$ pour la salinité, et $\pm 0,2 \text{ mg.L}^{-1}$ pour l'oxygène dissous. La fidélité sur la profondeur est de 0,3 m.

2.2.1.2 Turbidité

La turbidité est mesurée au retour au laboratoire à l'aide d'un turbidimètre HACH 2100 IS conforme à la norme NF EN ISO 7027 selon la méthode d'Aminot A et Kérouel R (2004). Le turbidimètre et les gels de turbidité sont vérifiés une fois par an, et un contrôle de dérive est réalisé chaque jour d'utilisation.

La fidélité est de $\pm 0,2$ pour des valeurs supérieures à 2 FNU, avec une limite de quantification constructeur à 0,05 FNU.

2.2.1.3 Nutriments

Les échantillons sont préfiltrés sur une membrane de $48 \mu\text{m}$ lors du prélèvement, et depuis 2008, celui pour le dosage du silicate est filtré sur site sur une membrane de $0,45 \mu\text{m}$ (Aminot A et Kérouel R, 2004). Les échantillons pour le dosage de l'ammonium, nitrate+nitrite, phosphate et silicate inorganiques peuvent être conservés au congélateur jusqu'à 6 mois (délai optimal de 3 mois), et celui pour le dosage de silicate au réfrigérateur au maximum 2 mois.

Les échantillons sont dosés sur AutoAnalyser Technicon III selon les méthodes automatiques décrites par Aminot A et Kérouel R (2007) depuis 2008. Les méthodes précédemment utilisées étaient :

- Aminot et Chaussepied (1983) pour l'ammonium ;
- Tréguer et Le Corre (1975) pour le nitrate+nitrite, le phosphate, le silicate.

Le dosage des nutriments dans les eaux salines et eaux saumâtres font partie de la portée d'accréditation du LER/N en 2021 (section Essais, accréditation n° 1-2048, portée disponible sur le site www.cofrac.fr). Toutes les analyses ont donc été réalisées sous couvert d'une accréditation par le Cofrac, sauf exceptions signalées lors de la saisie dans la base de données Quadrige².

2.2.2 Mesures biologiques

2.2.2.1 Chlorophylle-a

Dès le retour au laboratoire, les échantillons sont filtrés sur filtre Whatman GF/F. Les filtres sont conservés au congélateur dans des tubes en polypropylène jusqu'à l'analyse (au maximum un mois plus tard à -25°C). Ils sont analysés selon la méthode spectrophotométrique de Lorenzen (1967) selon les prescriptions d'Aminot A et Kérouel R (2004) depuis 2010. Avant 2010, les essais étaient effectués selon la méthode d'Aminot et Chaussepied (1983).

Une extraction complète est possible jusqu'à $10 \mu\text{g}$ de matériel déposé sur le filtre ; au-delà, la quantité de chlorophylle-a risque d'être sous-estimée et la mesure douteuse. En théorie, la limite de quantification est d'environ $0,05 \mu\text{g/L}$ pour la chlorophylle-a, avec une fidélité de $\pm 5 \%$.

2.2.2.2 Flores phytoplanctoniques

Les échantillons de flores phytoplanctoniques sont fixés par une solution de lugol neutre dès l'arrivée au laboratoire. L'identification et le dénombrement des espèces phytoplanctoniques dont la taille est supérieure à 20 µm, et celles dont la taille est inférieure, mais qui sont en chaînes, sont effectués après sédimentation dans des cuves de 10 mL selon la méthode Utermöhl H (1958) à l'aide de microscopes inversés Olympus IMT2 ou IX71 à contraste de phase (Cahier de procédures REPHY).

Les flores réalisées sont de 2 types : flores totales ou flores partielles indicatrices :

- Lors d'une flore totale, tous les taxons présents dans l'échantillon sont déterminés et comptabilisés. L'identification va jusqu'à l'espèce lorsque cela est possible (pour les points « Donville », « Géfosse », « Cabourg », et « Antifer ponton pétrolier »).
- Pour une flore indicatrice, seules les espèces toxiques ou nuisibles (*Alexandrium* sp, *Dinophysis* sp, *Pseudo-nitzschia* sp, *Phaeocystis*), ainsi que les espèces présentes à des concentrations supérieures à 100 000 cellules par litre d'eau, sont identifiées et comptabilisées.

2.3 Qualification des données

Avant leur interprétation, les données ont été qualifiées à partir des critères suivants :

- Nombre de données par paramètre (*i.e.* repérage d'éventuels doublons ou manques) ;
- Vérification que les valeurs minimales ne sont pas inférieures à la limite de quantification ;
- Vérification que les valeurs maximales ne sont pas supérieures au domaine d'analyse ou que des mesures de dilution ont été prises ;
- Cohérence entre les données en surface et fond (température, salinité, oxygène dissous) ;
- Identification et validation des valeurs extrêmes ;
- Identification et validation des résultats ayant fait l'objet d'une non-conformité dans le système de management de la qualité ISO 17025 du laboratoire.

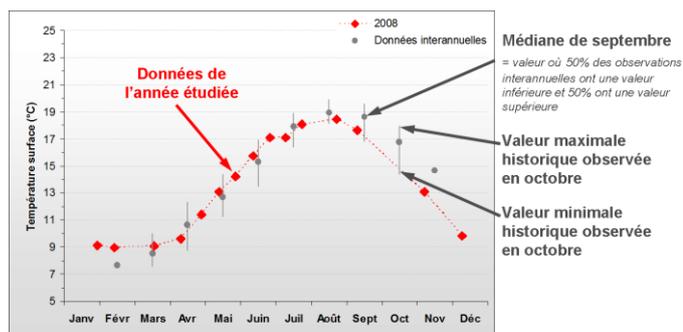
Dans le cas où un doute existerait sur la validité d'une donnée, elle est soit exclue de l'interprétation (qualification : FAUX), ou sera présentée entre parenthèses (qualification : DOUTEUX). Le résultat de cette qualification a été intégré à la base de données Quadrige².

2.4 Méthode d'interprétation des résultats

2.4.1 Cycles des nutriments

L'analyse des courbes des paramètres physico-chimiques (température, salinité, nutriments) et biologiques (chlorophylle-*a*) permet d'étudier l'évolution du cycle des nutriments rencontré dans chaque masse d'eau. De façon à pouvoir représenter de façon simplifiée toutes les données acquises dans l'année, les graphiques montrent les résultats de l'année étudiée en rouge superposés aux médianes mensuelles interannuelles et aux extrêmes (minimum et maximum) rencontrés depuis le début du suivi sur le point (Figure 2). Les résultats de l'année étudiée sont reliés par des pointillés pour aider à la lecture, et n'ont donc pas vocation à extrapoler les résultats entre deux mesures.

Figure 2 : Interprétation des graphiques de présentation des paramètres physico-chimiques et hydrologiques.



Les résultats entre des parenthèses bleues sont douteux, du fait d'un problème lors de la phase de prélèvement, de conservation, ou d'analyse des échantillons. Ceux-ci sont listés dans l'Annexe 2.

2.4.2 Rapports molaires de nutriments

Pour compléter l'interprétation, et notamment mettre en évidence un éventuel déséquilibre dans l'apport des nutriments à une masse d'eau, les rapports NID/PID, Si/PID, ou Si/NID¹ sont utilisés afin d'aborder la notion de limitation potentielle de la production de biomasse par les nutriments. En effet, selon Redfield *et al.* (1963), la composition élémentaire moyenne du phytoplancton en carbone:azote:silice:phosphore (C:N:Si:P) est proche de 106:16:16:1. Le rapport N/P moyen dans le phytoplancton serait donc égal à 16, de même que le rapport Si/P, alors que le rapport Si/N serait égal à 1. Il est à noter cependant que des études plus spécifiques au milieu côtier suggèrent que le rapport N/P moyen y serait plus proche de 30. De façon à pouvoir aborder la problématique de potentielles carence ou excès de nutriments dans les eaux de surface, les rapports de Redfield dans le phytoplancton sont couramment extrapolés dans l'eau de mer, ce qui permettrait alors une croissance « optimale » du phytoplancton. Aussi, une différence significative entre le rapport de ces nutriments dans l'eau de mer et les valeurs théoriques de Redfield *et al.* (1963), pourrait indiquer un excès ou une carence potentielle d'un des nutriments en présence (voir Figure 3). Cette approche n'exclut cependant pas que d'autres facteurs (par exemple le broutage, les virus, la mixotrophie ...) peuvent avoir un impact non négligeable sur les peuplements phytoplanctoniques.



Figure 3 : Interprétation des graphiques de présentation des rapports de nutriments dans l'eau de mer.

¹ L'azote N est représenté par le sigle NID pour Azote (N) Inorganique Dissous et le phosphore P par PID pour Phosphore Inorganique Dissous.

2.4.3 Peuplements phytoplanctoniques

La composition des peuplements microphytoplanctoniques (20 à 200 µm) se développant au sein des masses d'eau est étudiée en s'intéressant aux principaux taxons rencontrés dans les eaux côtières de l'Atlantique Nord-est et de la Manche (Tableau 4).

Tableau 4 : Abréviations des taxons les plus souvent rencontrés le long du littoral normand.

ASTEGLA	<i>Asterionellopsis glacialis</i>	PLAG	<i>Plagiogramma</i> sp
CERAPEL	<i>Cerataulina pelagica</i>	PSNZ	<i>Pseudo-Nitzschia</i> sp
CHAE	<i>Chaetoceros</i> sp	RHIZDEL	<i>Guinardia delicatula</i>
CHAESOC	<i>Chaetoceros socialis</i>	RHIZFRA	<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>
FMNITZ	Famille <i>Nitzschiaceae</i>	RHIZIMB	<i>Rhizosolenia imbricata</i>
GYMN	<i>Gymnodinium</i> sp	RHIZSTO	<i>Rhizosolenia stolterfothii</i>
LEPT	<i>Leptocylindrus</i> sp	SKELCOS	<i>Skeletonema costatum</i>
ODONAU	<i>Odontella aurita</i>	THAL	<i>Thalassiosira</i> sp
PHAE	<i>Phaeocystis globosa</i>	THALROT	<i>Thalassiosira rotula</i>

Sur les points de suivi où seules des flores partielles indicatrices ont été réalisées, les taxons dont le nombre d'individus a dépassé l'un des 2 seuils (100 000 cellules par litre ou 1 000 000 cellules par litre) sont identifiés, et les fréquences de dépassement de ces seuils sont déterminées. Ces calculs sont effectués sur la totalité des données disponibles pour chaque masse d'eau pour décrire au mieux les peuplements, pour aborder l'aspect des successions phytoplanctoniques et pour pouvoir décrire une vision écologique de la distribution des taxons par masse d'eau. Ces données sont cependant réduites à une donnée mensuelle (entre janvier et décembre) pour les évaluations des indicateurs DCE, afin de ne pas biaiser les évaluations entre les points suivis en fréquence mensuelle et ceux suivis à des fréquences plus élevées.

Les abréviations des noms des espèces utilisées ci-dessus ne correspondent pas aux noms en vigueur actuellement dans la littérature scientifique. Ceux-ci changent régulièrement en fonction des avancées de la taxinomie. Pour un souci de cohérence par rapport aux premiers rapports RHLN réalisés et de simplification dans les textes, figures et tableaux, cette nomenclature est conservée. La liste complète des taxons est présentée en Annexe 3.

Les données sont présentées sous forme de graphiques, permettant ainsi de comparer le nombre de blooms observés dans l'année étudiée par rapport à la moyenne annuelle et maximum interannuel depuis le début du suivi sur chaque point (Figure 4).

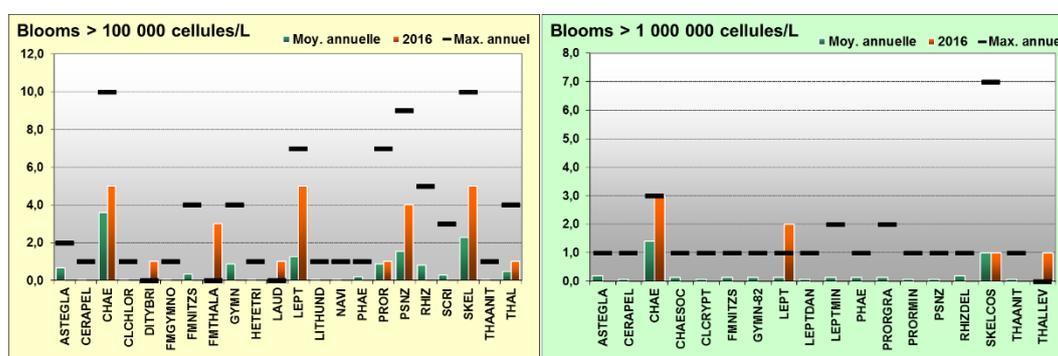


Figure 4 : Exemple de l'évolution des résultats pour le point « Antifer Ponton Pétrolier » entre 2001 et 2016.

Pour les points « Donville », « Géfosse », « Cabourg » et « Antifer ponton pétrolier », des flores totales ont été réalisées dans le cadre du RHLN intégrant le suivi du REPHY-Observation. Toutes les cellules du microphytoplancton (cellules $\geq 20 \mu\text{m}$) sont alors identifiées et dénombrées, ce qui permet de disposer de données relatives à l'abondance relative mensuelle réelle des principaux taxons.

Afin d'exprimer les variations d'abondance relative (en %) des principaux taxons au cours du temps, le mode de représentation retenu est donné par la Figure 5, avec en abscisse les mois (de 1 à 12) et en ordonnée les années (6 années glissantes).

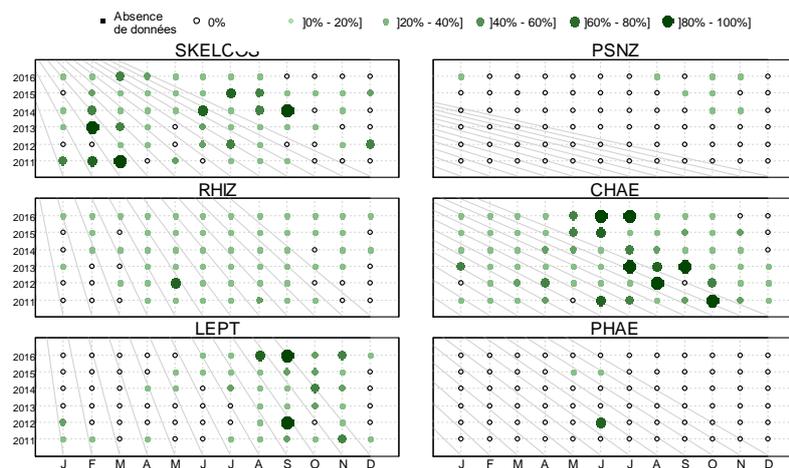


Figure 5 : Exemple de l'évolution temporelle de l'abondance (en %) des taxons les plus emblématiques à Antifer ponton pétrolier.

3 Conditions climatiques et hydrologiques en 2021

La période des normales utilisée correspond à celle de Météo-France, soit : 1991 – 2020.

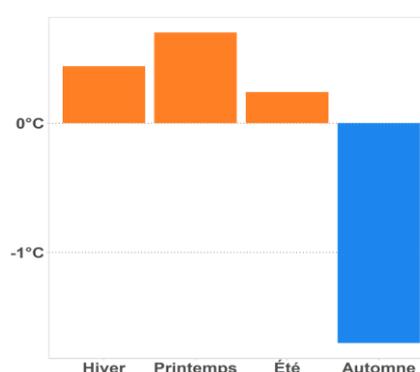
Les " normales " servent à représenter le climat d'une période donnée. Elles sont calculées sur 30 ans et mises à jour toutes les décennies. En 2021, Météo-France a entrepris la production des normales sur la période 1991-2020. Ces nouvelles normales de référence ont été mises à jour et remplacent les normales 1981-2010.

En termes de moyenne calculée sur 30 ans, la nouvelle normale de température calculée sur la période 1991-2020 en France s'établit pratiquement à 13 °C (12,97 °C) en hausse de + 0,42 °C par rapport à 1981-2010 (source Météo-France).

3.1 Température

SYNTHESE TEMPERATURE :

En 2021, la température moyenne annuelle en baie des Veys montre une année légèrement chaude avec 11,7°C. Cependant on observe une forte disparité entre l'automne et les autres saisons. Les températures ont particulièrement été fraîches en automne (- 1,7°C à la normale) alors que celles-ci restent relativement douces le reste de l'année (+0,44°C à la normale en hiver).



L'étude des écarts à la normale **des températures de l'air** enregistrées à Englesqueville montre **qu'en 2021 la température moyenne annuelle a été encore chaude (11,7°C)**, soit un écart positif de + 0,4°C à la normale. L'année 2021 a donc encore été supérieure à la normale pour la septième année consécutive même si celle-ci apparait comme la plus douce depuis 2014 (Figure 6).

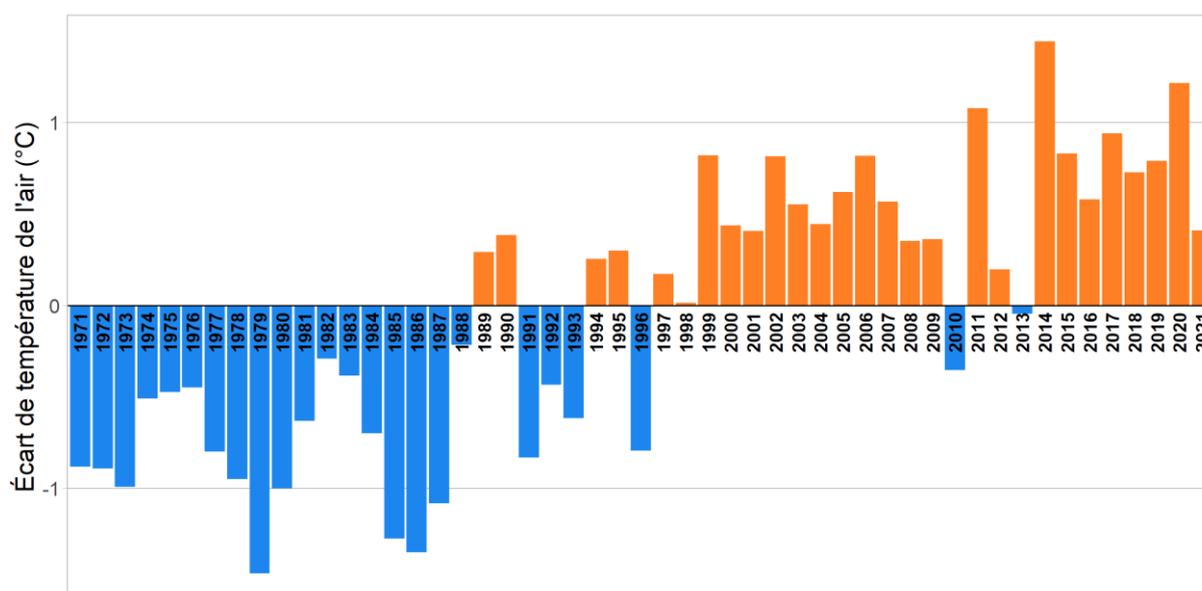


Figure 6 : Ecart entre les températures moyennes annuelles dans l'air à Englesqueville-la-Percée (Calvados) depuis 1971 et la normale (1991-2020) (données Météo-France). Orange = écarts positifs ; bleu = écarts négatifs.

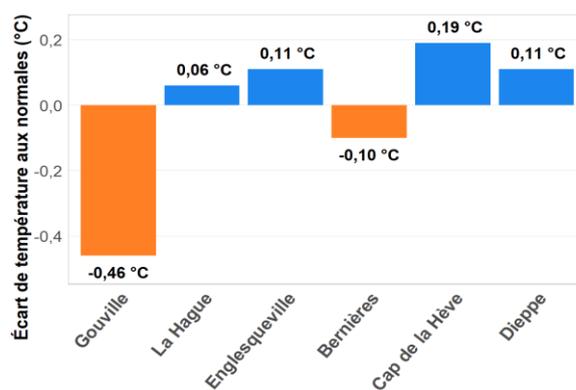


Figure 7 : Ecart de la température de l'air annuelle en 2021 par rapport à leur normale (1991-2020) sur différents sites le long du littoral normand (Données Météo-France).

Sur le littoral normand, le plus fort écart de température annuelle à la normale, a été relevé en négatif à Gouville (-0,46°C), et en positif au Cap de la Hève de + 0,19°C (Figure 7).

L'étude des moyennes mensuelles de la **température de l'air** enregistrée à Englesqueville-la-Percée en 2021 (Figure 8), met en évidence une température relativement proche de la normale tout au long de l'année, exceptée en avril-mai où elle était légèrement plus froide et en septembre avec une température de l'air supérieure à la moyenne à +17,03°C. Les températures ont régulièrement dépassé les valeurs extrêmes mensuelles interannuelles pendant l'année. En ce qui concerne la **température de l'eau** de mer à Géfosse (Figure 8), les moyennes mensuelles sont relativement proches de la normale ; avec néanmoins un mois de mai légèrement en-dessous de la moyenne interannuelle et un mois de novembre légèrement au-dessus.

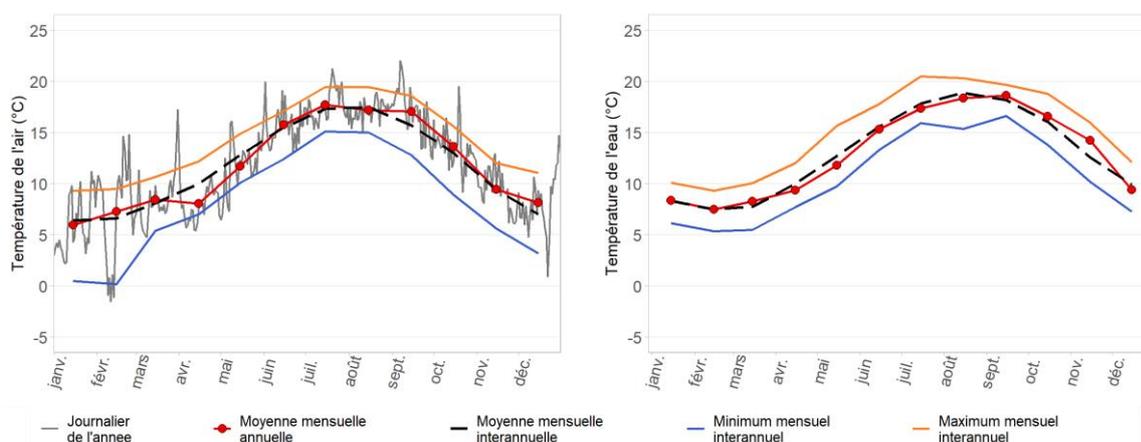


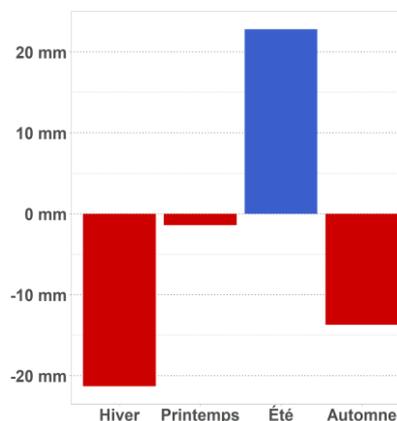
Figure 8 : Moyennes journalières et mensuelles des températures de l'air à Englesqueville-la-Percée (à gauche, données Météo-France), et moyennes mensuelles de la température de l'eau de mer à la station de prélèvement Géfosse (à droite). Comparaison des données mensuelles 2021 (en rouge) et journalières (en gris) avec la normale 1991-2020 (en noir) pour Englesqueville-la-Percée, et la moyenne interannuelle 2001-2020 (en noir) pour Géfosse. Courbes bleue et orange = valeurs extrêmes mensuelles minimum et maximum respectivement entre 1971 et 2021 à Englesqueville-la-Percée, et 2001 et 2021 à Géfosse.

3.2 Précipitations

SYNTHESE PRECIPITATIONS :

L'année 2021 a été une année relativement sèche compte-tenu des précipitations enregistrées à Englesqueville-la-Percée, avec une moyenne des écarts à la normale régionale de -3,4 mm. Après un hiver très sec (- 21,3 mm, à la normale) et un printemps proche de la normale (- 1,4 mm), un apport conséquent survient au cours de l'été avec un écart à la normale de + 22,8 mm. Cet apport est amplement compensé par la sécheresse d'automne avec un écart pluviométrique négatif de - 13,7 mm à la normale.

Le bilan de l'année 2021 à l'échelle du littoral normand fait apparaître une pluviométrie excédentaire sur la côte Ouest de la région avec un écart de précipitation de + 203 mm à la normale à Gouville. Contrairement aux autres stations qui montrent un déficit de précipitation, principalement, comme à La Hague (- 175,7 mm, à la normale).



Par rapport à la normale interannuelle, **l'année 2021 apparaît comme la moins pluvieuse depuis 2019**, avec des précipitations cumulées annuelles de + 853,3 mm, et un écart pluviométrique de + 16,7 mm à Englesqueville-la-Percée (Figure 9).

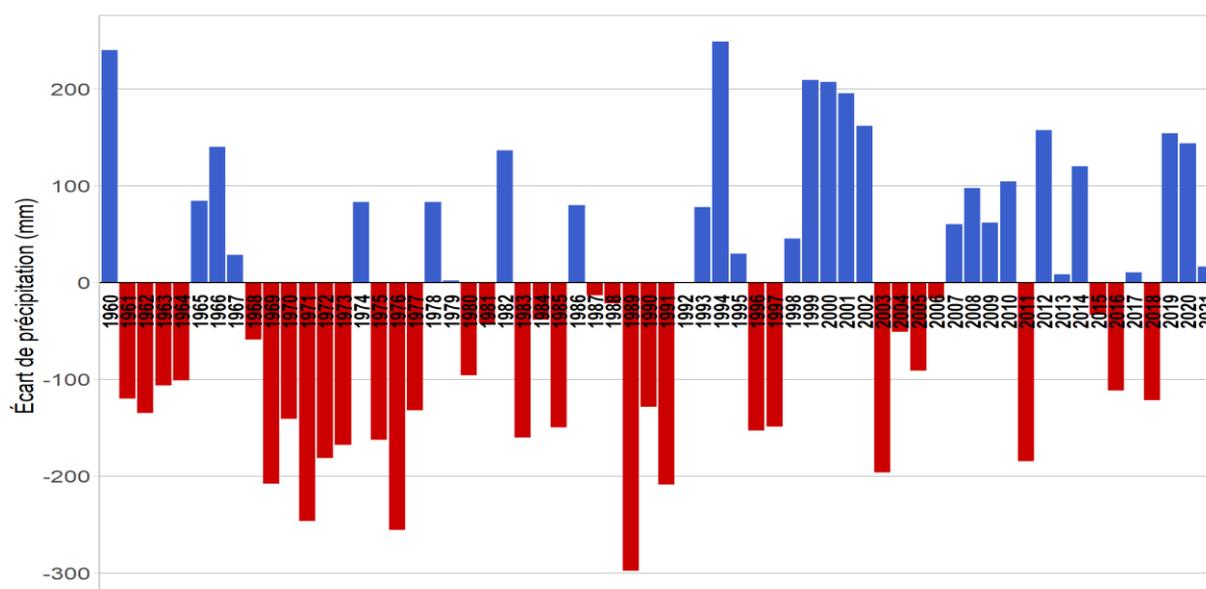


Figure 9 : Ecart entre les pluviométries annuelles enregistrées à Englesqueville-la-Percée (Calvados) depuis 1960 et la normale (1991-2020) (données Météo-France). Bleu = écarts positifs ; rouge = écarts négatifs.

L'examen des données mensuelles de la station météorologique d'Englesqueville met en évidence des saisons à plusieurs vitesses. En Hiver, les mois de novembre et décembre montrent des valeurs en-dessous des normales alors que le mois de Janvier apparait au-dessus, sans pour autant compenser ce déficit. *A contrario*, l'été apparait avec des précipitations supérieures aux normales, principalement en Juin (**Figure 10**).

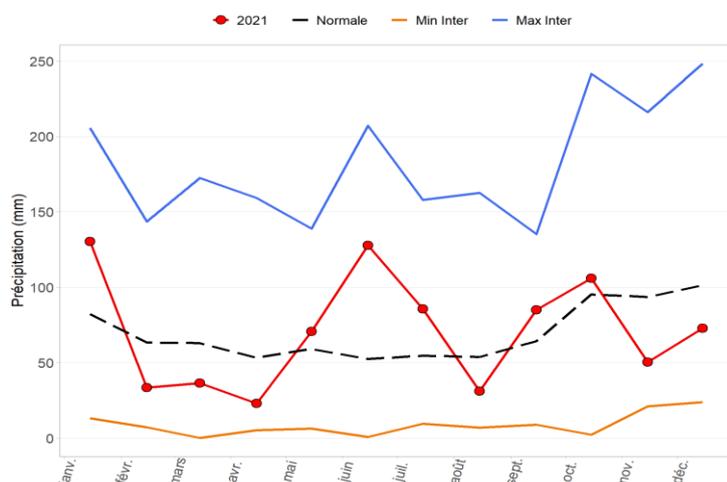


Figure 10 : Comparaison des précipitations moyennes mensuelles sur Englesqueville-la-Percée en 2021 (en rouge) avec la normale 1991-2021 (en noir) et les extrêmes sur 1960-2020 (Données Météo-France). Minima en orange, maxima en bleu.

La **Figure 11** met en évidence une disparité géographique, du point de vue des précipitations annuelles en 2021. Un déficit par rapport aux normales interannuelles est observé entre La Hague et Dieppe, avec un écart moyen de - 96,6 mm sur ces cinq stations. À l'inverse, d'importantes précipitations ont été observées à Gouville, avec un écart à la normale de + 203 mm.

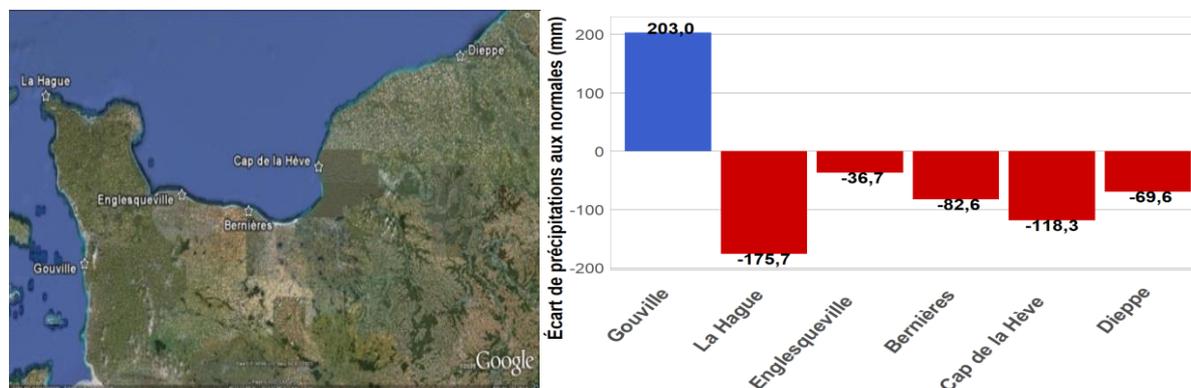


Figure 11 : Ecart de précipitations annuelles enregistrées en 2021 aux normales (1991 – 2020) sur différentes stations météorologiques de Normandie (données Météo-France).

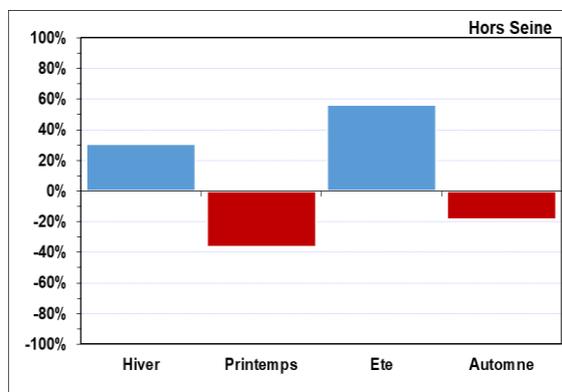
Ces résultats peuvent alors être mis en relation avec l'évolution des débits des cours d'eau normands au cours de l'année 2021.

3.3 Débits des cours d'eau

SYNTHESE DEBITS :

En 2021, les débits (hors Seine) étaient en excès par rapport à la normale durant l'été, l'automne et l'hiver (maximum + 55 %, en été) alors que le printemps apparaît en déficit (minimum - 34 %).

Pour la Seine, son débit mensuel a globalement été excès (+ 19 %) sur l'année 2021. Principalement due aux mois de Juillet, août et septembre ; qui présentent des débits mensuels supérieurs aux normales (+ 123 %), ce qui est corrélé avec les importantes précipitations relevées à cette même période.



La **Figure 13** montre les écarts relatifs des débits moyens mensuels de 2021 aux normales (1991-2020) des principaux cours d'eau normands (**Figure 12**). De façon générale, le bilan annuel pour la plupart des cours d'eau (hors *La Valmont*) montre un cycle saisonnier, avec une période hivernale (décembre à février) en excès allant de +10% à +100%. Cette période est suivie d'un printemps déficitaire, compris entre -25% et -75% ; avant de retrouver des débits importants en été. L'automne quant à lui fluctue entre de faibles débits en septembre et novembre, contre un mois d'octobre avec des débits relativement plus élevés. Les débits journaliers de la Seine montrent des valeurs de débits supérieurs à la moyenne interannuel en Février, Juillet-Août et en Décembre, ce qui est en accord avec les données moyennes mensuelles des autres cours d'eau et les précipitations mesurées (source DREAL).



Figure 12 : Situation géographique des sites hydrométriques étudiés (HydroPortail).

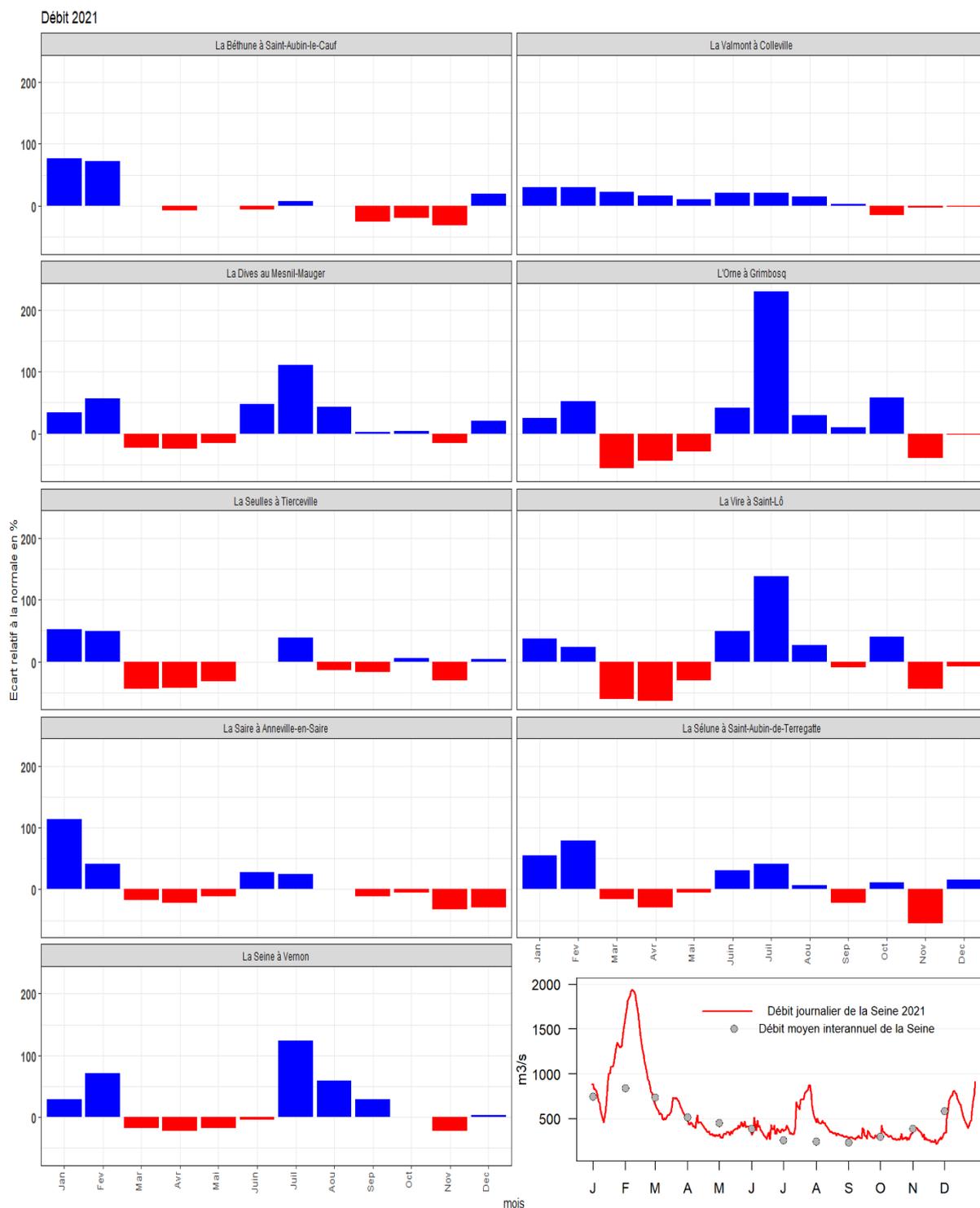
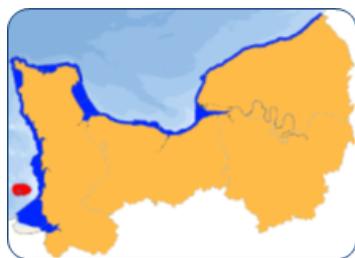


Figure 13 : a) Évolution des écarts des débits mensuels moyens des principaux cours d'eau normands en 2021 par rapport à la normale (Données collectées par les DREAL Basse-Normandie, Haute-Normandie et de Bretagne, bancarisées dans la banque HYDRO-MEDD/DE). b) Débits journaliers de la Seine en 2021 (en rouge) et normale mensuelle (en gris) (données DRIEE IDF).

4 Résultats du RHLN dans les masses d'eau suivies

4.1 Masse d'eau HC01 (Chausey_Aneret 2001-2021)

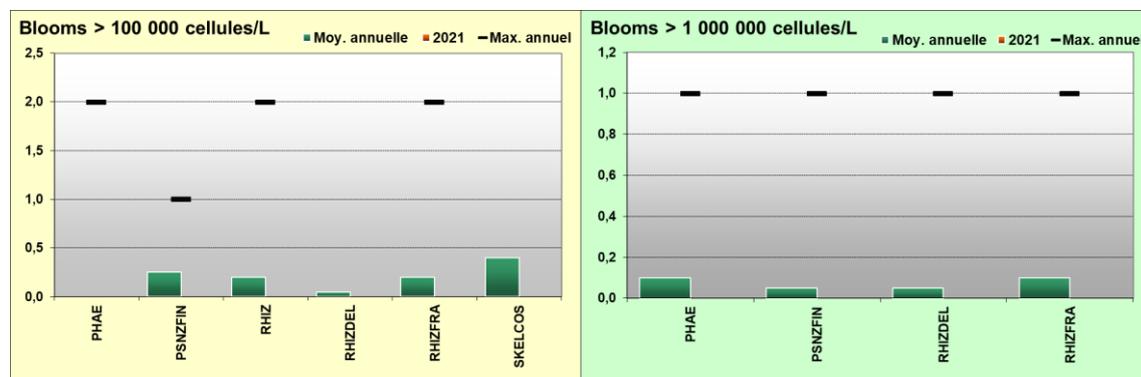


Du fait de sa situation géographique, la masse d'eau HC01 surveillée par le point « Chausey_Aneret » est très peu influencée par des apports terrigènes, ce qui en fait un site de référence.

En 2021, aucune dessalure n'a été enregistrée pendant l'année ; cependant, une salinité légèrement au-dessus des données interannuelles a été mesurée pour le mois de janvier. Le stock en nutriments est proche de la moyenne interannuelle tout au long de l'année. Seule une concentration élevée en phosphate est mesurée en mai, sans explication apparente. Le pic printanier de chlorophylle-*a* a été mesuré en mars avec une concentration de 2,7 µg/L. Aucune espèce phytoplanctonique en état de bloom a été observée.

Paramètres	Moyenne interannuelle	Moyenne 2021	Spécificités 2021
PHYSICO-CHIMIE			
Salinité	34,9	34,9	Dessalure maximale : 34,6
Turbidité	2,0 FNU	1,6 FNU	Maximum : 2,9 FNU
Oxygène dissous fond	103,7 %	100,8 %	Minimum : 92,5 %
HYDROLOGIE			
Nitrate + Nitrite	4,3 µM	3,6 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 13,6 µM
Ammonium	0,28 µM	0,26 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 0,10 µM
Phosphate	0,26 µM	0,26 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 0,52 µM
Silicate	3,8 µM	3,8 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 8,2 µM
Rapport NID/PID	14,7	13,9	NID/PID maximum : 35,8 NID/PID minimum : 0,4
BIOLOGIE			
Chlorophylle- <i>a</i>	1,3 µg/L	1,1 µg/L	Pic printanier (mars-mai) : 2,7 µg/L Pic fin d'été (août-oct) : 1,6 µg/L
Phytoplancton - Blooms observés :			<i>Pas de blooms</i>
RISQUE D'EUTROPHISATION :			Très faible

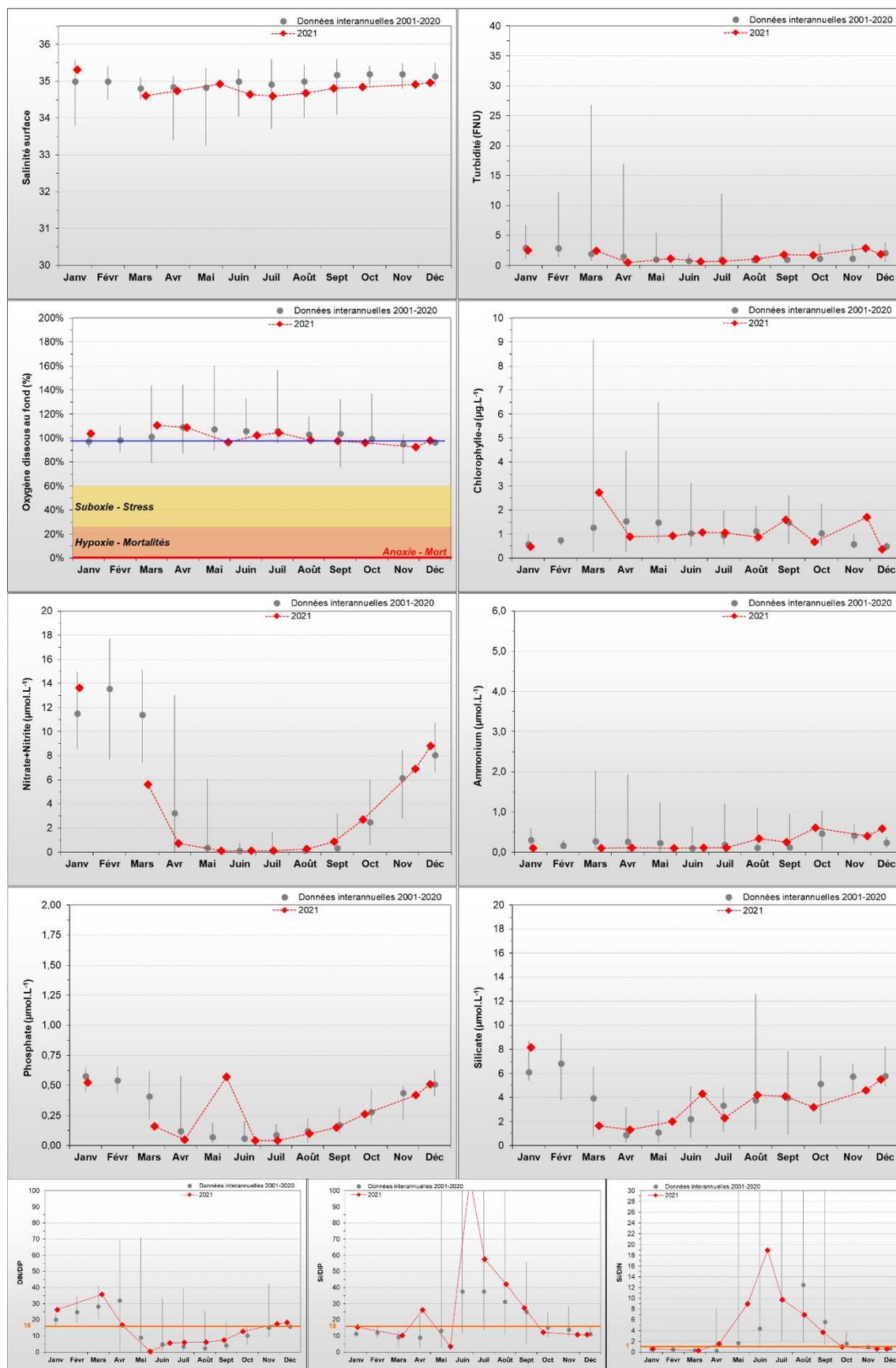
BLOOMS PHYTOPLANCTONIQUES A CHAUSEY ANERET



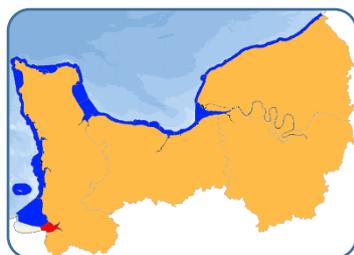
Moy. annuelle : moyenne interannuelle du nombre de blooms phytoplanctoniques

Max. annuel : maximum interannuel du nombre de blooms phytoplanctoniques observés par an

PARAMETRES HYDROLOGIQUES A CHAUSEY ANERET



4.2 Masse d'eau HT05 (Tombelaine 2010-2021)



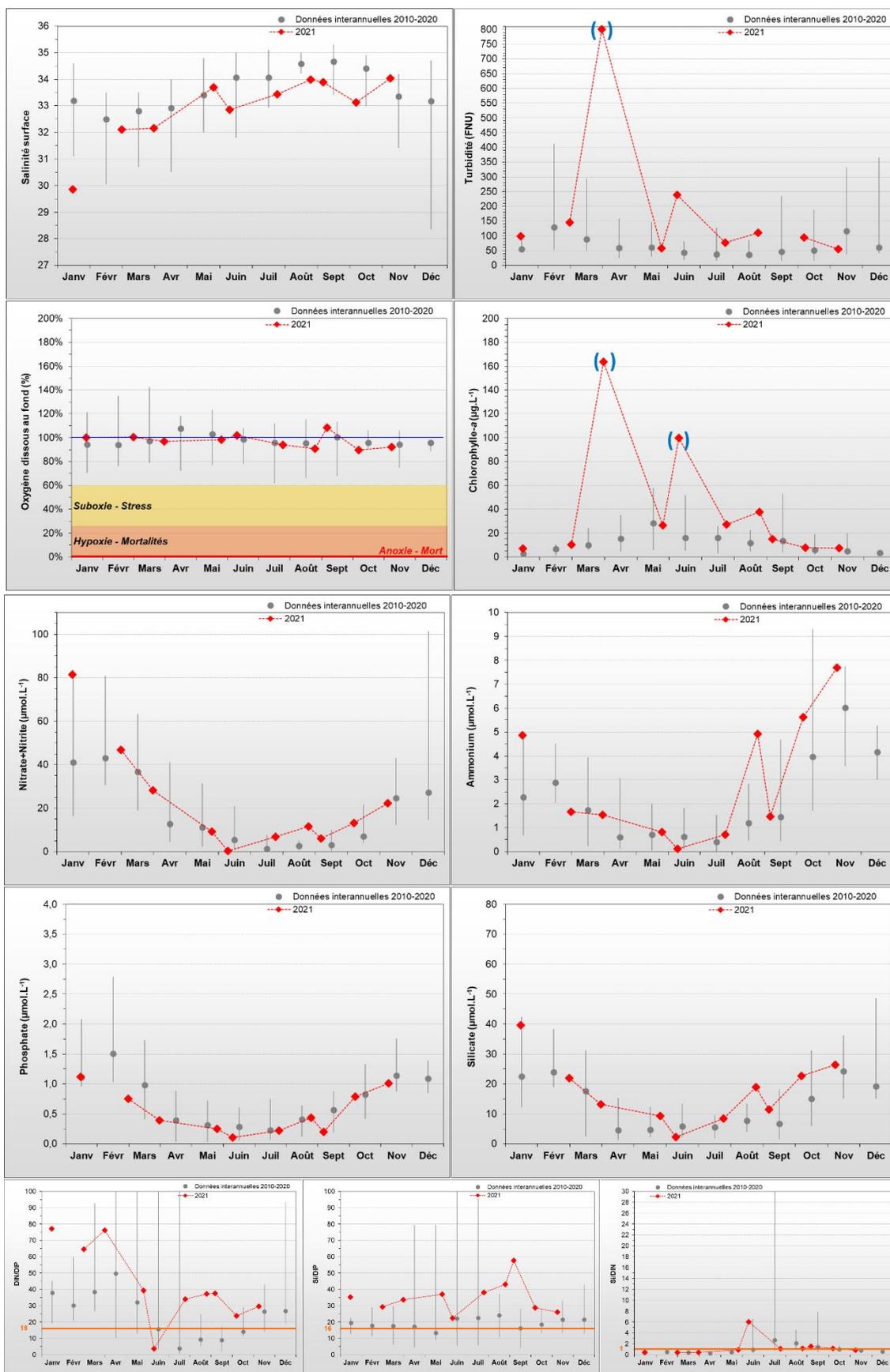
La masse d'eau HT05 est une masse d'eau directement soumise aux apports du *Couesnon*, de la *Sée* et de la *Sélune*, sources d'apports terrigènes qui enrichissent le milieu en nutriments, favorisant la croissance du phytoplancton.

Les eaux au point « Tombelaine » sont très turbides, ce qui ne permet pas l'observation du phytoplancton.

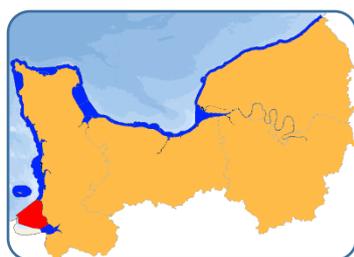
L'année 2021, débute avec un stock azoté au-dessus des données interannuelles pour le mois de janvier, en lien avec une forte dessalure (29,9). Dans un second temps, les valeurs restent proches des médianes historiques jusqu'en août et repartent à la hausse jusqu'à la fin de l'année, et ce pour tous les paramètres (hors phosphate). En effet, des salinités légèrement en-dessous des médianes historiques sont observées à partir de juin et ce jusqu'à novembre ; ce qui a probablement permis un apport constant en nutriments (hors phosphate). Une concentration exceptionnelle en chlorophylle-*a* est mesurée en avril (163 µg/L), en lien avec une turbidité tout aussi exceptionnelle (800 FNU) qui nous amène à indiquer ces valeurs comme « douteuse ». La concentration en chlorophylle-*a* est généralement restée plus forte que les médianes interannuelles de juin à septembre, avec un autre pic qualifié comme « douteux » et enregistré en juin à 99,8 µg/L.

Paramètres	Moyenne interannuelle	Moyenne 2021	Spécificités 2021
PHYSICO-CHIMIE			
Salinité	33,4	32,9	Dessalure maximale : 29,9
Turbidité	89,7 FNU	186,3 FNU	Maximum : 800,0 FNU
Oxygène dissous fond	95,8 %	97,2 %	Minimum : 89,5 %
HYDROLOGIE			
Nitrate + Nitrite	18,7 µM	22,6 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 81,6 µM
Ammonium	2,26 µM	2,94 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 4,86 µM
Phosphate	0,70 µM	0,53 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 1,12 µM
Silicate	13,6 µM	17,5 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 39,7 µM
Rapport NID/PID	15,0	11,4	NID/PID maximum : 77,2 NID/PID minimum : 3,7
BIOLOGIE			
Chlorophylle- <i>a</i>	15,4 µg/L	40,2 µg/L	Pic printanier (mars-mai) : 163,7 µg/L
			Pic fin d'été (août-oct) : 37,8 µg/L
Phytoplancton - Blooms observés :			<i>Pas de blooms</i>
RISQUE D'EUTROPHISATION :			Modéré

PARAMETRES HYDROLOGIQUES A TOMBELAINE



4.3 Masse d'eau HC02 (Champeaux 2006-2021)

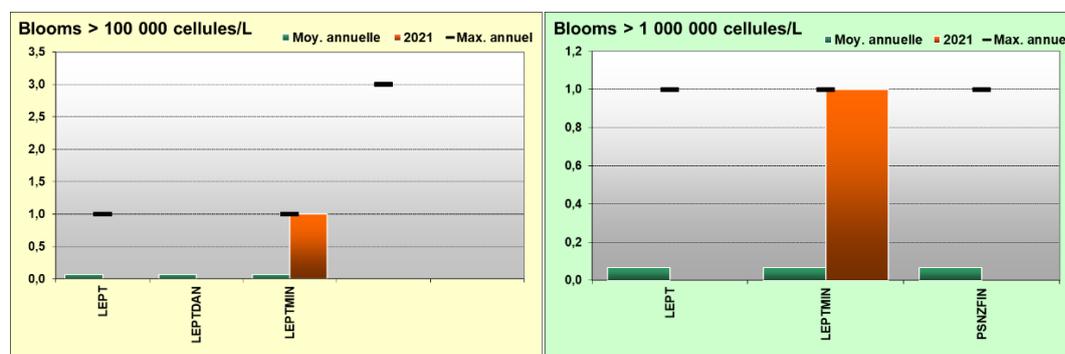


La masse d'eau HC02 est sous l'influence indirecte des trois principaux cours d'eau se jetant dans la baie du Mont St Michel (*Couesnon*, *Sée* et *Sélune*), sources d'apports terrigènes qui enrichissent le milieu en nutriments, favorisant la croissance du phytoplancton.

En 2021, une dessalure en août est observée (salinité : 33,5) au point « Champeaux » ce qui permet d'expliquer les concentrations élevées en nutriments, avec des valeurs exceptionnelles en ammonium et en silicate. Cependant, la concentration en chlorophylle-*a* est restée légèrement inférieure aux médianes interannuelles d'avril à juin. Un léger pic de chlorophylle-*a* est observée en juillet (3,6 µg/L) et une espèce phytoplanctonique *Leptocylindrus sp.* a été observée en état de bloom (> 100 000 cellules/L) à la même période.

Paramètres	Moyenne interannuelle	Moyenne 2021	Spécificités 2021
PHYSICO-CHIMIE			
Salinité	34,0	34,0	Dessalure maximale : 31,7
Turbidité	9,8 FNU	5,9 FNU	Maximum : 18,6 FNU
Oxygène dissous fond	101,5 %	101,4 %	Minimum : 89,2 %
HYDROLOGIE			
Nitrate + Nitrite	15,9 µM	11,7 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 36,1 µM
Ammonium	1,10 µM	0,90 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 0,96 µM
Phosphate	0,40 µM	0,33 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 0,66 µM
Silicate	10,4 µM	8,9 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 20,3 µM
Rapport NID/PID	42,3	39,1	NID/PID maximum : 192,2 NID/PID minimum : 0,3
BIOLOGIE			
Chlorophylle- <i>a</i>	2,1 µg/L	1,4 µg/L	Pic printanier (mars-mai) : 1,5 µg/L Pic fin d'été (août-oct) : 2,3 µg/L
Phytoplancton - Blooms observés :	<i>Leptocylindrus, complexe minimus</i> 3 256 900 cell/L 19/07/2021 <i>groupe des fines</i>		
RISQUE D'EUTROPHISATION :			Faible

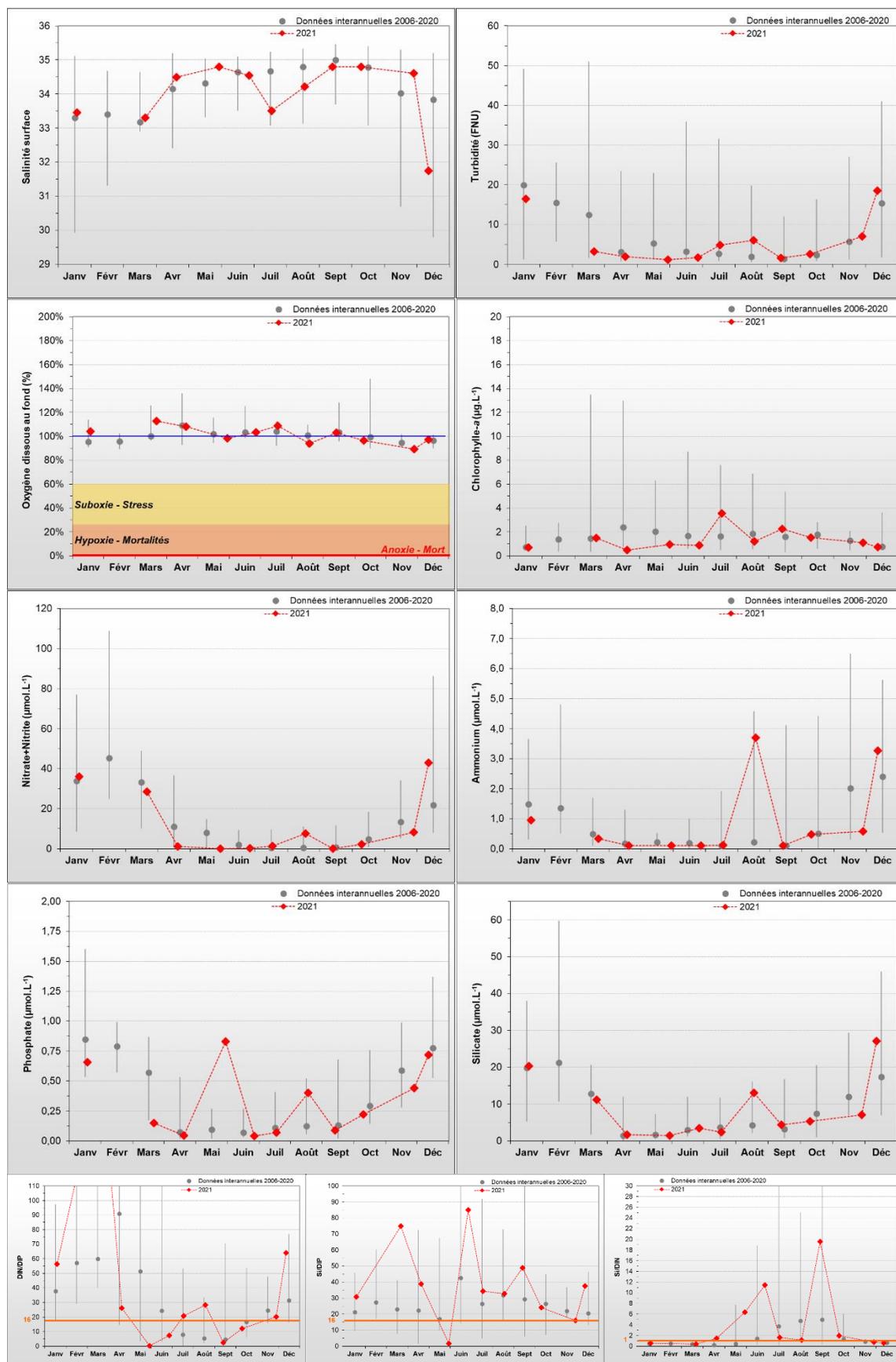
BLOOMS PHYTOPLANCTONIQUES A CHAMPEAUX



Moy. annuelle : moyenne interannuelle du nombre de blooms phytoplanctoniques

Max. annuel : maximum interannuel du nombre de blooms phytoplanctoniques observés par an

PARAMETRES HYDROLOGIQUES A CHAMPEAUX



4.4 Masse d'eau HC03 (Donville à Denneville)



La masse d'eau HC03 est très étendue et reçoit les apports de 4 principaux cours d'eau par des havres. Cette situation en fait un milieu propice à de nombreux usages, dont la conchyliculture. C'est pourquoi 3 points permettent son observation dans le cadre du RHLN, complétées par les données du réseau HYDRONOR du SMEL. Ainsi, de par sa proximité avec la baie du Mont St Michel et avec les eaux à forte hydrodynamique au Nord, la masse d'eau est typiquement plus productive au Sud.

En 2021, les observations sont différentes sur les trois points surveillés :

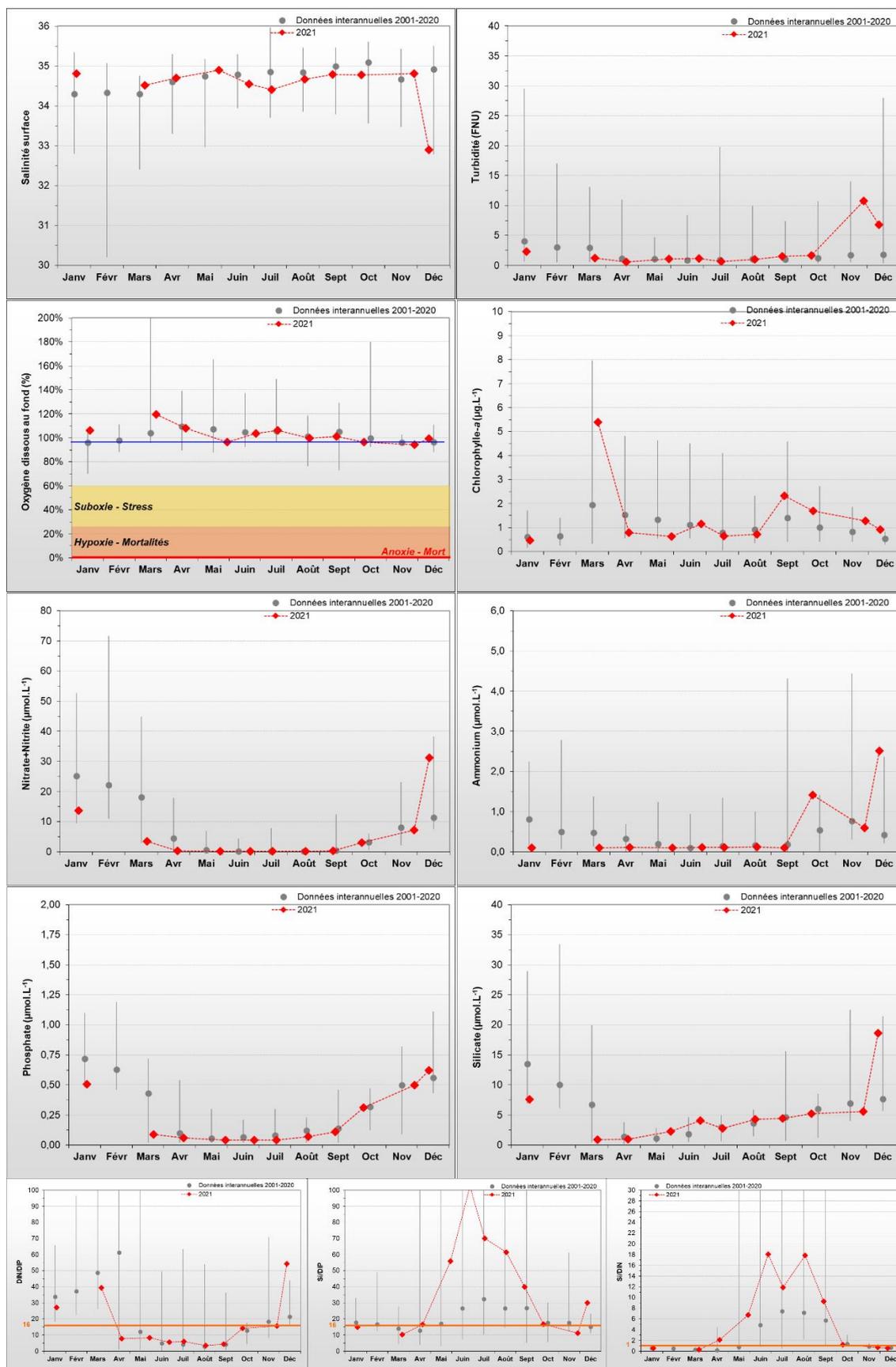
- Pour Donville, les salinités se situent légèrement au-dessus de la moyenne historique sur les trois premiers mois de l'année et une dessalure est observée en fin d'année (32,9, en décembre). Le stock hivernal (décembre à février) de nutriments se situe en-dessous des données interannuelles, probablement dû à une consommation précoce des nutriments par le phytoplancton. Ces faibles concentrations en nutriments sont corrélées à un pic printanier de chlorophylle-*a*, observé mi-mars (5,4 µg/L). Des blooms phytoplanctoniques (> 100 000 cellules/L) ont été observés, principalement des diatomées de la famille de *Thalassiosiraceae* en mars. Puis l'espèce *Guinardia delicatula* en mai, appartenant à la famille des *Rhizosoleiniaceae* ; *Leptocylindrus* en juillet et enfin des Cryptophyceae en septembre/octobre.
- Pour Ouest Lingreville, les salinités se situent légèrement au-dessus de la moyenne historique sur les trois premiers mois de l'année mais aucune dessalure n'est observée le restant de l'année. Tout comme Donville, le stock hivernal (décembre à février) de nutriments se situe en-dessous des données interannuelles, probablement dû à une consommation précoce des nutriments par le phytoplancton. Cependant, une valeur élevée en phosphate apparait en mai sans explications apparentes. Ces faibles concentrations en nutriments sont également corrélées à un pic printanier exceptionnel de chlorophylle-*a*, observé mi-mars (6,3 µg/L). Aucune espèce microphytoplanctonique n'a été observée en état de bloom depuis le début du suivi en 2016.
- Pour Denneville, contrairement aux deux points précédents, une légère dessalure est observée sur les deux premiers mois de l'année (33,2 en février), puis la salinité retrouve des valeurs proches de la moyenne historique tout au long de l'année. Ces dessalures ont donc permis un renouvellement du stock hivernal en nutriments, notamment en nitrate+nitrite (20,4 µM en février). Cet apport en nutriment a probablement favorisé le développement du phytoplancton, car un pic printanier de chlorophylle-*a* est observé mi-mars (10,2 µg/L). Aucune espèce microphytoplanctonique n'a été observée en état de bloom.

4.4.1 Donville (2001-2021)

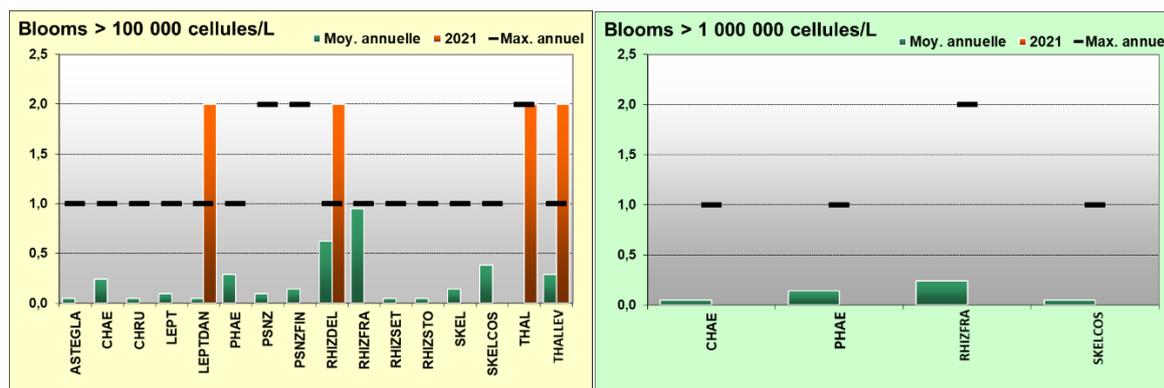
Ce point, limitrophe aux masses d'eau HC02 et HC03, permet de rendre compte de la qualité des eaux de part et d'autre de la pointe du Roc (Menet-Nédélec et al, 2018), et de l'influence de l'agglomération de Granville.

Paramètres	Moyenne interannuelle	Moyenne 2021	Spécificités 2021
PHYSICO-CHIMIE			
Salinité	34,6	34,5	Dessalure maximale : 32,9
Turbidité	2,9 FNU	2,6 FNU	Maximum : 10,8 FNU
Oxygène dissous fond	103,3 %	102,9 %	Minimum : 94,3 %
HYDROLOGIE			
Nitrate + Nitrite	8,6 µM	5,4 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 13,6 µM
Ammonium	0,51 µM	0,49 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 0,10 µM
Phosphate	0,30 µM	0,22 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 0,51 µM
Silicate	5,9 µM	5,2 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 7,6 µM
Rapport NID/PID	28,6	16,9	NID/PID maximum : 54,4
			NID/PID minimum : 3,4
BIOLOGIE			
Chlorophylle-a	1,2 µg/L	1,5 µg/L	Pic printanier (mars-mai) : 5,4 µg/L
			Pic fin d'été (août-oct) : 2,3 µg/L
Phytoplancton - Blooms observés :			<i>Thalassiosira + Porosira</i> 646 700 cell/L 23/03/21
			<i>Thalassiosira levanderi + minima</i> 218 400 cell/L 23/03/21
			<i>Cryptophyceae</i> 164 200 cell/L 23/03/21
			<i>Guinardia delicatula</i> 261 200 cell/L 31/05/21
			<i>Leptocylindrus, complexe danicus groupe des larges</i> 311 200 cell/L 19/07/21
			<i>Cryptophyceae</i> 200 800 cell/L 14/09/21
			<i>Cryptophyceae</i> 112 800 cell/L 11/10/21
RISQUE D'EUTROPHISATION :			Modéré

PARAMETRES HYDROLOGIQUES A DONVILLE



BLOOMS PHYTOPLANCTONIQUES A DONVILLE



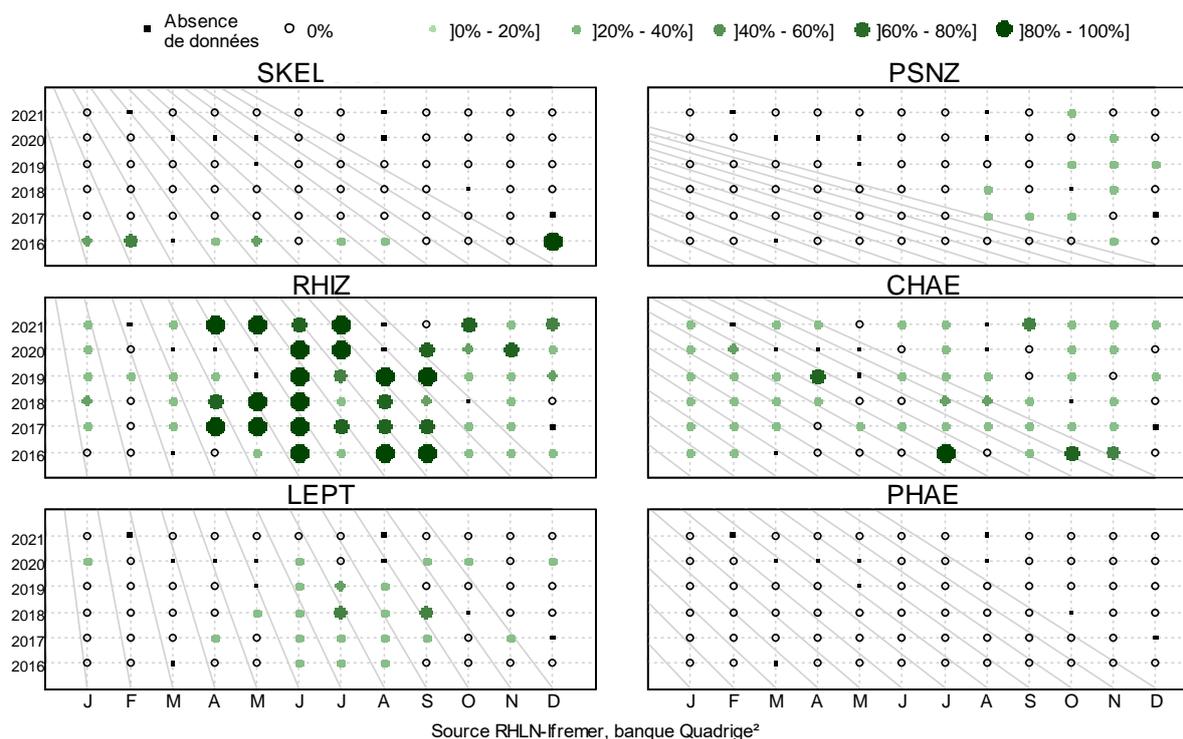
Moy. annuelle : moyenne interannuelle du nombre de blooms phytoplanktoniques

Max. annuel : maximum interannuel du nombre de blooms phytoplanktoniques observés par an

ESPECES PHYTOPLANCTONIQUES DOMINANTES A DONVILLE

La famille dominant le peuplement phytoplanktonique à « Donville » est les diatomées Rhizosoleniaceae du printemps (Avril) jusqu'au début d'automne. La diatomée du genre *Chaetoceros* sp (CHAE) apparait de façon régulière toute l'année, sans spécialement dominer une saison.

AESN - 018-P-054 - Donville



Evolution temporelle des principales espèces (%), par mois et par année. RHIZ = *Rhizosolenia* sp, SKEL = *Skeletonema*, CHAE = *Chaetoceros* sp, LEPT = *Leptocylindrus* sp, PSNZ = *Pseudo-Nitzschia* sp, PHAE = *Phaeocystis*.

4.4.2 Ouest Lingreville (2016-2021)

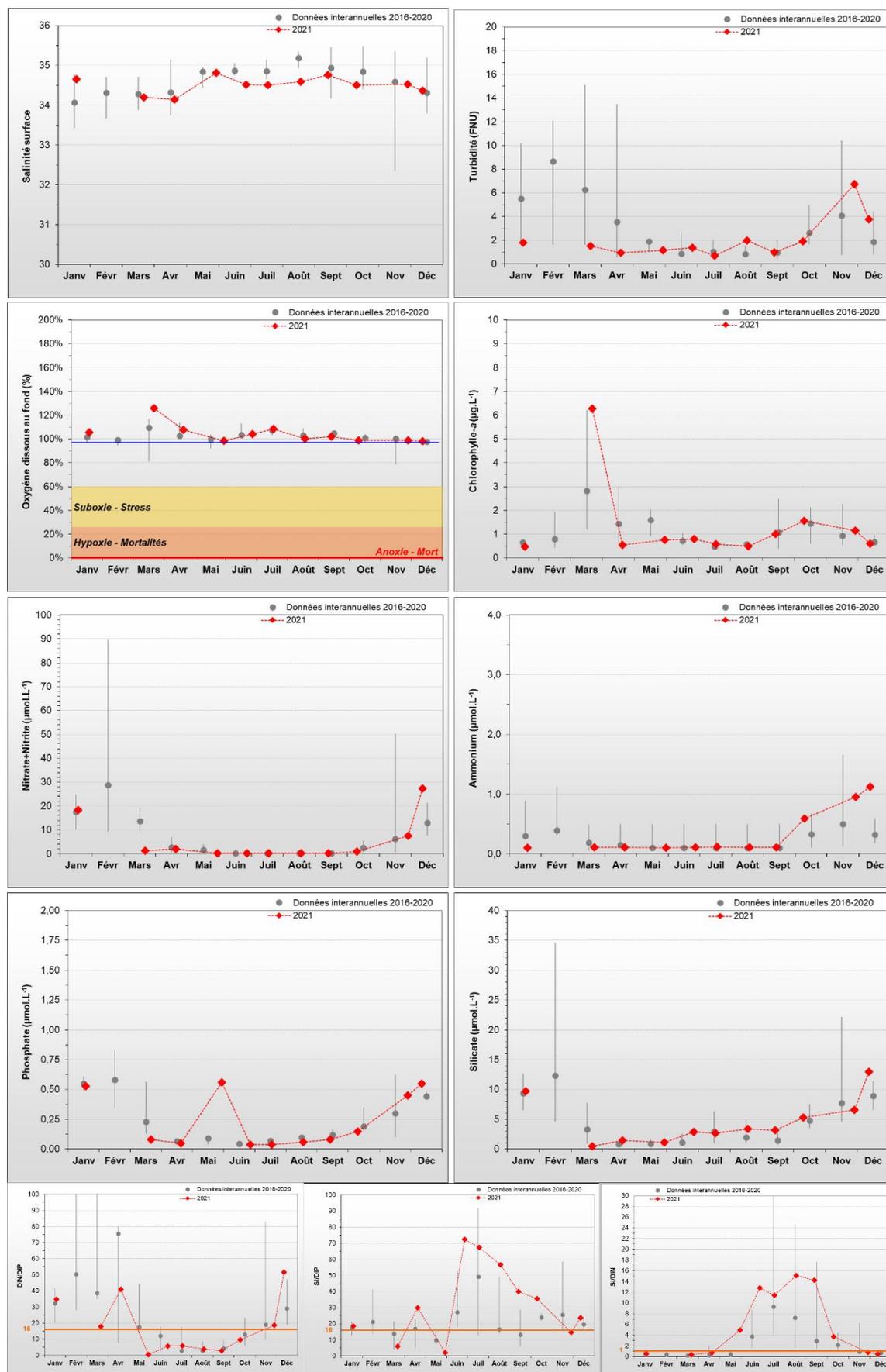
Le point « Ouest Lingreville » a été créé en 2016 pour devenir le nouveau point de surveillance DCE dans le Sud de la masse d'eau HC03. Ce point est situé dans une zone moins influencée par les apports de la baie du Mont St Michel que le point « Donville », et relativement peu par ceux du havre de la Vanlée au Nord (Menet-Nédélec et al, 2018).

Paramètres	Moyenne interannuelle	Moyenne 2021	Spécificités 2021
PHYSICO-CHIMIE			
Salinité	34,6	34,5	Dessalure maximale : 34,1
Turbidité	3,2 FNU	2,1 FNU	Maximum : 6,7 FNU
Oxygène dissous fond	102,3 %	104,4 %	Minimum : 98,2 %
HYDROLOGIE			
Nitrate + Nitrite	8,28 µM	5,2 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 18,3 µM
Ammonium	0,31 µM	0,32 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 0,1 µM
Phosphate	0,25 µM	0,24 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 0,5 µM
Silicate	5,34 µM	4,5 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 9,7 µM
Rapport NID/PID	25,1	17,4	NID/PID maximum : 51,7
			NID/PID minimum : 0,4
BIOLOGIE			
Chlorophylle- <i>a</i>	1,2 µg/L	1,3 µg/L	Pic printanier (mars-mai) : 6,3 µg/L
			Pic fin d'été (août-oct) : 1,6 µg/L
Phytoplancton - Blooms observés :			<i>Pas de blooms</i>
RISQUE D'EUTROPHISATION :			Faible

BLOOMS PHYTOPLANCTONIQUES A OUEST LINGREVILLE

Aucune espèce microphytoplanctonique n'a été observée en état de bloom depuis le début du suivi en 2016.

PARAMETRES HYDROLOGIQUES A OUEST LINGREVILLE

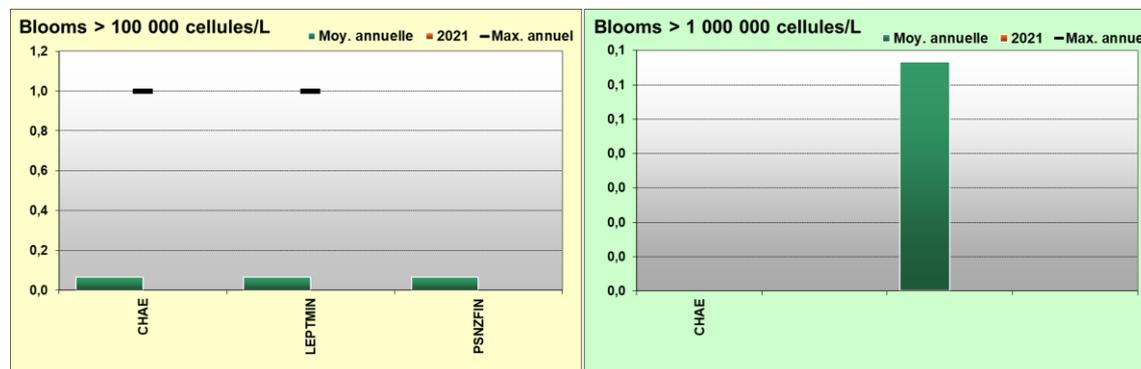


4.4.3 Denneville (2006-2021)

Ce point peut être impacté indirectement par le panache du havre de Lessay plus au Sud (Le Goff et al, 2005). Ces données sont communes au RHLN et au réseau HYDRONOR du SMEL.

Paramètres	Moyenne interannuelle	Moyenne 2021	Spécificités 2021
PHYSICO-CHIMIE			
Salinité	34,6	34,5	Dessalure maximale : 33,2
Turbidité	10,6 FNU	4,8 FNU	Maximum : 13,6 FNU
Oxygène dissous fond	99,3 %	100,0 %	Minimum : 94,5 %
HYDROLOGIE			
Nitrate + Nitrite	6,1 µM	5,3 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 20,4 µM
Ammonium	0,72 µM	0,57 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 0,55 µM
Phosphate	0,31 µM	0,23 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 0,52 µM
Silicate	5,1 µM	4,4 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 10,6 µM
Rapport NID/PID	24,2	17,4	NID/PID maximum : 59,2 NID/PID minimum : 3,6
BIOLOGIE			
Chlorophylle- <i>a</i>	1,8 µg/L	2,3 µg/L	Pic printanier (mars-mai) : 10,2 µg/L Pic fin d'été (août-oct) : 1,6 µg/L
Phytoplancton - Blooms observés :			<i>Pas de blooms</i>
RISQUE D'EUTROPHISATION :			Faible

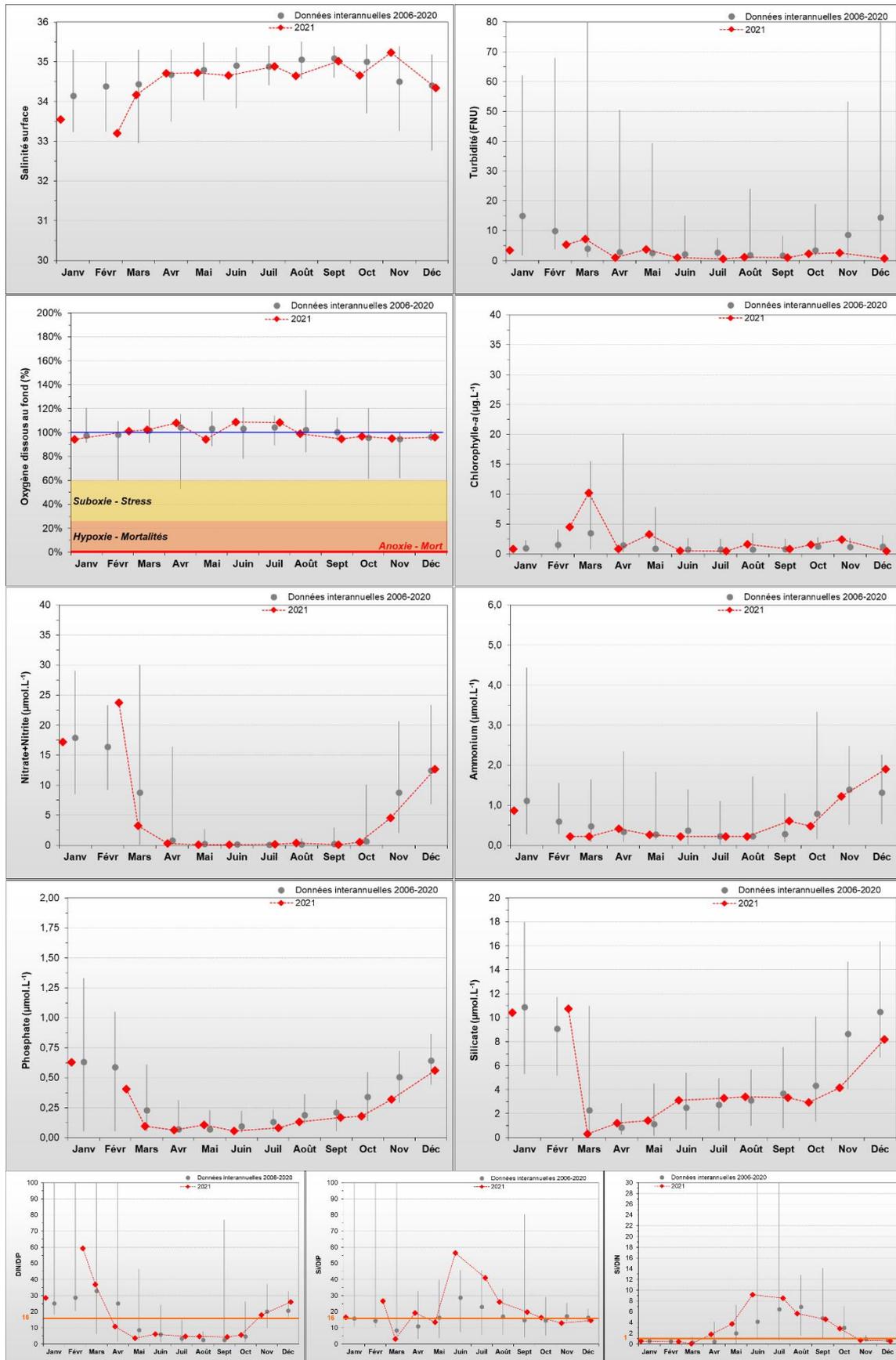
BLOOMS PHYTOPLANCTONIQUES A DENNEVILLE



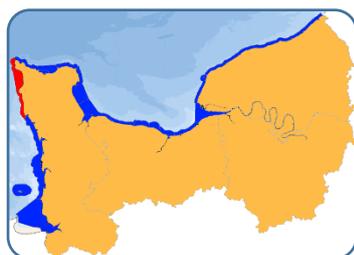
Moy. annuelle : moyenne interannuelle du nombre de blooms phytoplanctoniques

Max. annuel : maximum interannuel du nombre de blooms phytoplanctoniques observés par an

PARAMETRES HYDROLOGIQUES A DENNEVILLE



4.5 Masse d'eau HC04 (FLAM - Dielette 2007-2021)



La masse d'eau HC04 présente un très fort hydrodynamisme, facteur d'homogénéisation horizontale et verticale des paramètres suivis avec les eaux ouvertes de la Manche (Le Goff *et al*, 2005). Cette homogénéisation est particulièrement observable grâce à la température de l'eau, qui se trouve alors plus douce en hiver et en automne, et plus fraîche au printemps et en été que le point « Denneville » situé plus au Sud (HC03). Le cycle des nutriments est atypique et diffère de celui des masses d'eau du Sud de la côte Ouest Cotentin, notamment du fait de l'absence de période prolongée d'épuisement en azote.

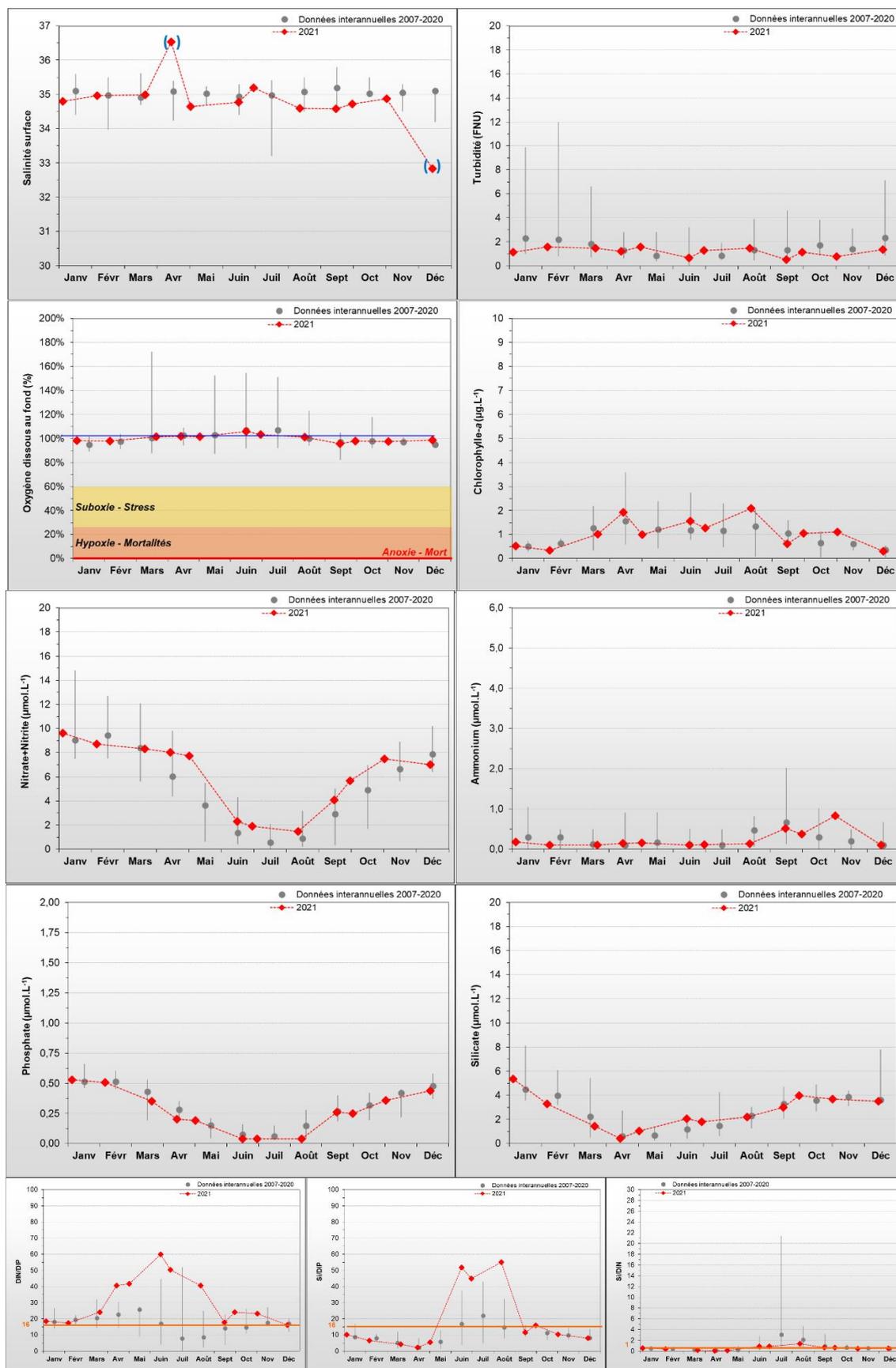
En 2021, le stock hivernal en nutriments est similaire aux autres années et correspond aux concentrations rencontrées dans les eaux ouvertes de la Manche où l'azote et le phosphore sont présents en relatif équilibre presque toute l'année (sauf en été où le phosphate est limitant). Mais la biomasse reste très faible et aucune espèce microphytoplanctonique n'y est observée en état de bloom, ce qui tend à confirmer que le principal facteur limitant le développement du phytoplancton y est l'hydrodynamisme.

Paramètres	Moyenne interannuelle	Moyenne 2021	Spécificités 2021
PHYSICO-CHIMIE			
Salinité	35,0	34,8	Dessalure maximale : 32,8
Turbidité	1,8 FNU	1,2 FNU	Maximum : 1,6 FNU
Oxygène dissous fond	102,1 %	100,1 %	Minimum : 95,6 %
HYDROLOGIE			
Nitrate + Nitrite	5,1 µM	6,0 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 9,2 µM
Ammonium	0,29 µM	0,24 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 0,14 µM
Phosphate	0,29 µM	0,27 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 0,52 µM
Silicate	2,7 µM	2,7 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 4,3 µM
Rapport NID/PID	18,7	31,2	NID/PID maximum : 60,0
			NID/PID minimum : 16,1
BIOLOGIE			
Chlorophylle- <i>a</i>	1,0 µg/L	1,1 µg/L	Pic printanier (mars-mai) : 1,9 µg/L
			Pic fin d'été (août-oct) : 2,1 µg/L
Phytoplancton - Blooms observés :			<i>Pas de blooms</i>
RISQUE D'EUTROPHISATION :			Très faible

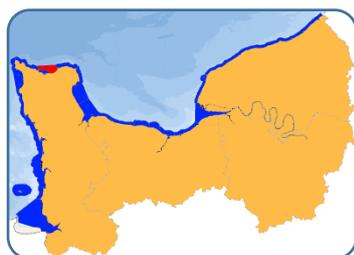
BLOOMS PHYTOPLANCTONIQUES A FLAM-DIELETTE

Aucun bloom d'espèces microphytoplanctoniques n'a été recensé depuis le début du suivi en 2007.

PARAMETRES HYDROLOGIQUES A FLAM-DIELETTE



4.6 Masse d'eau HC60 (Digue de Querqueville 2005-2021)

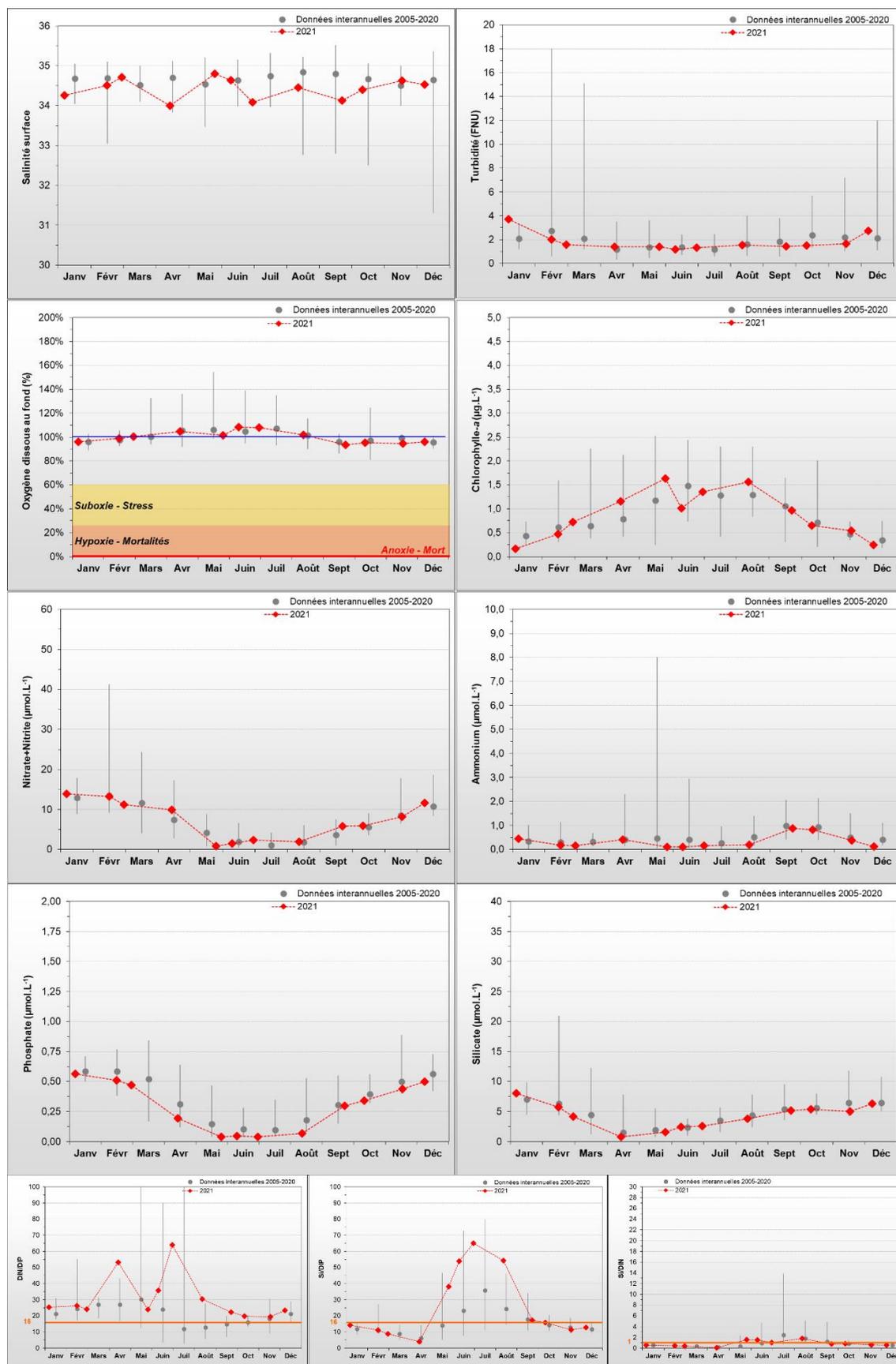


La masse d'eau HC60 est suivie à l'aide du point « Digue de Querqueville », qui est aussi représentatif de la masse d'eau HC61, car il permet d'observer l'écosystème à l'exutoire de la zone portuaire. En effet, les courants de marée y sont complexes du fait de la conformation des aménagements portuaires, créant des zones confinées ou au contraire des zones d'accélération des courants déjà forts dans les eaux du Nord Cotentin, et les apports ou rejets y sont nombreux (Le Goff *et al*, 2005).

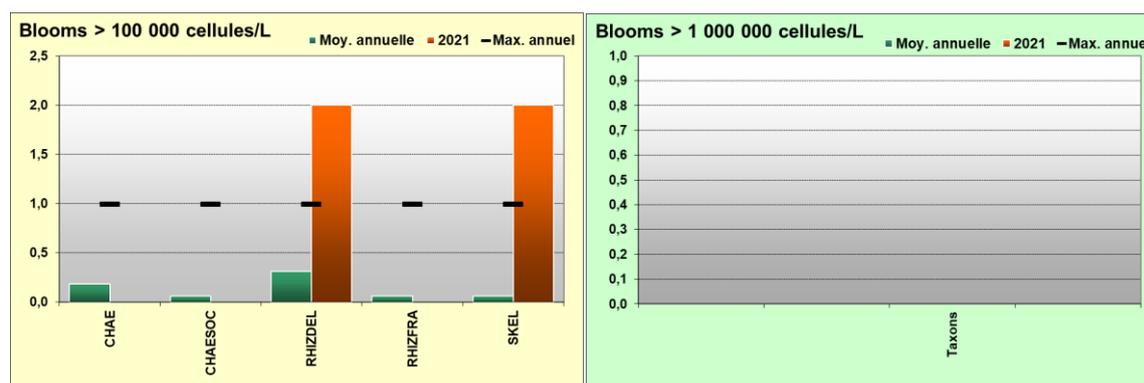
En 2021, le stock hivernal de nutriments est proche de la médiane interannuelle. Le reste de l'année le niveau de concentration en nutriments reste également similaire aux médianes interannuelles. Au printemps, des valeurs légèrement supérieures de chlorophylle-*a* sont observées (1,6 µg/L en avril et mai). Des blooms phytoplanctoniques (> 100 000 cellules/L) ont été observés : *Guinardia delicatula* en mai, *Skeletonema* en juillet et enfin *Cryptophyceae* fin septembre.

Paramètres	Moyenne interannuelle	Moyenne 2021	Spécificités 2021
PHYSICO-CHIMIE			
Salinité	34,6	34,4	Dessalure maximale : 34,0
Turbidité	2,2 FNU	1,8 FNU	Maximum : 3,7 FNU
Oxygène dissous fond	101,3 %	99,9 %	Minimum : 93,6 %
HYDROLOGIE			
Nitrate + Nitrite	7,3 µM	7,2 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 13,5 µM
Ammonium	0,55 µM	0,33 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 0,31 µM
Phosphate	0,36 µM	0,29 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 0,54 µM
Silicate	4,8 µM	4,3 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 6,9 µM
Rapport NID/PID	22,9	30,7	NID/PID maximum : 64,0 NID/PID minimum : 19,5
BIOLOGIE			
Chlorophylle- <i>a</i>	1,0 µg/L	0,9 µg/L	Pic printanier (mars-mai) : 1,6 µg/L
			Pic fin d'été (août-oct) : 1,6 µg/L
Phytoplancton - Blooms observés :			<i>Guinardia delicatula</i> 262 600 cell/L 27/05/21
			<i>Skeletonema</i> 249 300 cell/L 01/07/21
			<i>Cryptophyceae</i> 133 600 cell/L 23/09/21
RISQUE D'EUTROPHISATION :			Très faible

PARAMETRES HYDROLOGIQUES A DIGUE DE QUERQUEVILLE



BLOOMS PHYTOPLANCTONIQUES A DIGUE DE QUERQUEVILLE



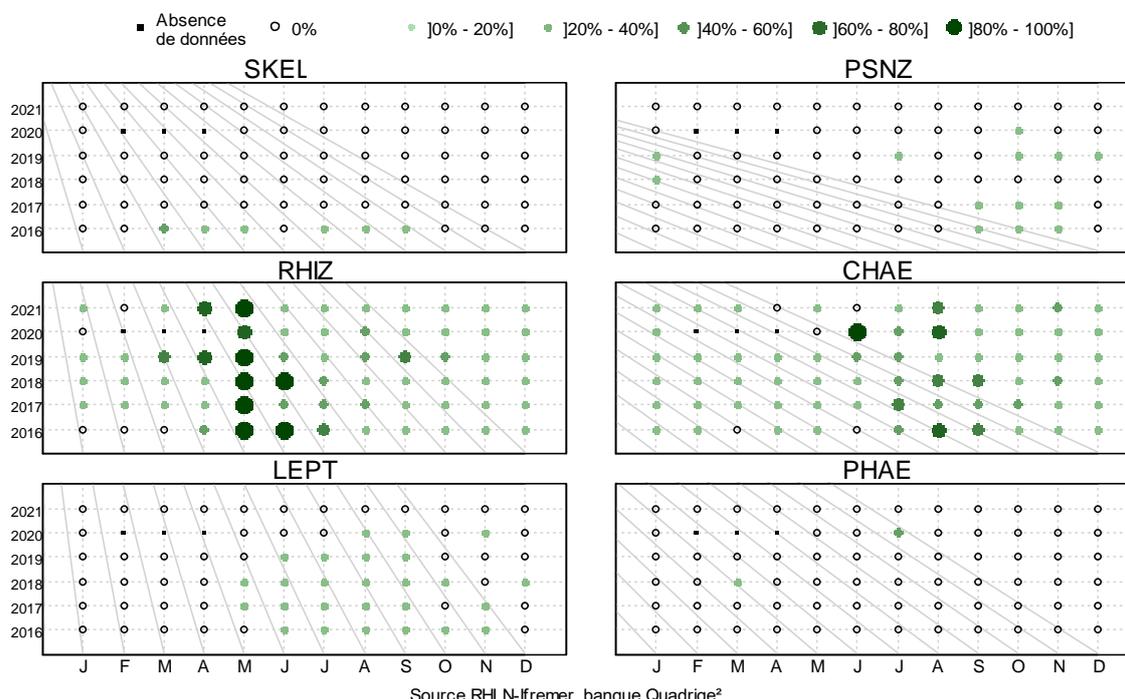
Moy. annuelle : moyenne interannuelle du nombre de blooms phytoplanktoniques

Max. annuel : maximum interannuel du nombre de blooms phytoplanktoniques observés par an

ESPECES PHYTOPLANCTONIQUES DOMINANTES A DIGUE DE QUERQUEVILLE

Une lecture de la totalité de la flore microphytoplanktonique a été réalisée pour la sixième année consécutive, afin de mieux caractériser son peuplement. Ce secteur présentant un très fort hydrodynamisme, cela peut limiter le développement du microphytoplankton. Au printemps, les diatomées *Rhizosoleniaceae* (RHIZ) dominent le peuplement avec parfois des blooms, suivies en été par les diatomées du genre *Chaetoceros* (CHAE), une famille dont l'espèce *Chaetoceros socialis* est classée comme nuisible.

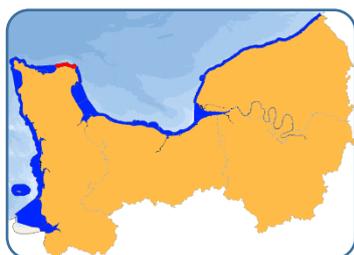
AESN - 016-P-025 - Digue de Querqueville



Source RHLN-Ifremer, banque Quadrige²

Evolution temporelle des principales espèces (%), par mois et par année. RHIZ = *Rhizosolenia* sp, SKEL = *Skeletonema*, CHAE = *Chaetoceros* sp, LEPT = *Leptocylindrus* sp, PSNZ = *Pseudo-Nitzschia* sp, PHAE = *Phaeocystis*.

4.7 Masse d'eau HC07 (Nord Ouest Lévi 2016-2021)



La masse d'eau HC07 avait été suivie pendant deux années en 2004-2005 à partir du point Cap Lévi, légèrement à l'Est du cap du même nom. Ce suivi a repris en 2016, suite au classement en contrôle de surveillance DCE de la masse d'eau, à partir du point Nord Ouest Lévi légèrement plus à l'Ouest. La modélisation hydrodynamique dans cette zone montre que le cap Lévi constitue une rupture courantologique entre l'Ouest et l'Est du Nord Cotentin, avec un changement dans l'orientation des circulations résiduelles au niveau

de la rade de Cherbourg. Les simulations ont montré que des traceurs lâchés à l'Ouest de la masse d'eau HC07 diffusent rapidement vers l'Est et dépassent même la pointe de Barfleur, et ceux lâchés à l'Est tendent à stagner dans HC07 avec une diffusion vers l'Ouest (Menet-Nédélec *et al*, 2018). Aucun cours d'eau ne débouche dans la masse d'eau HC07.

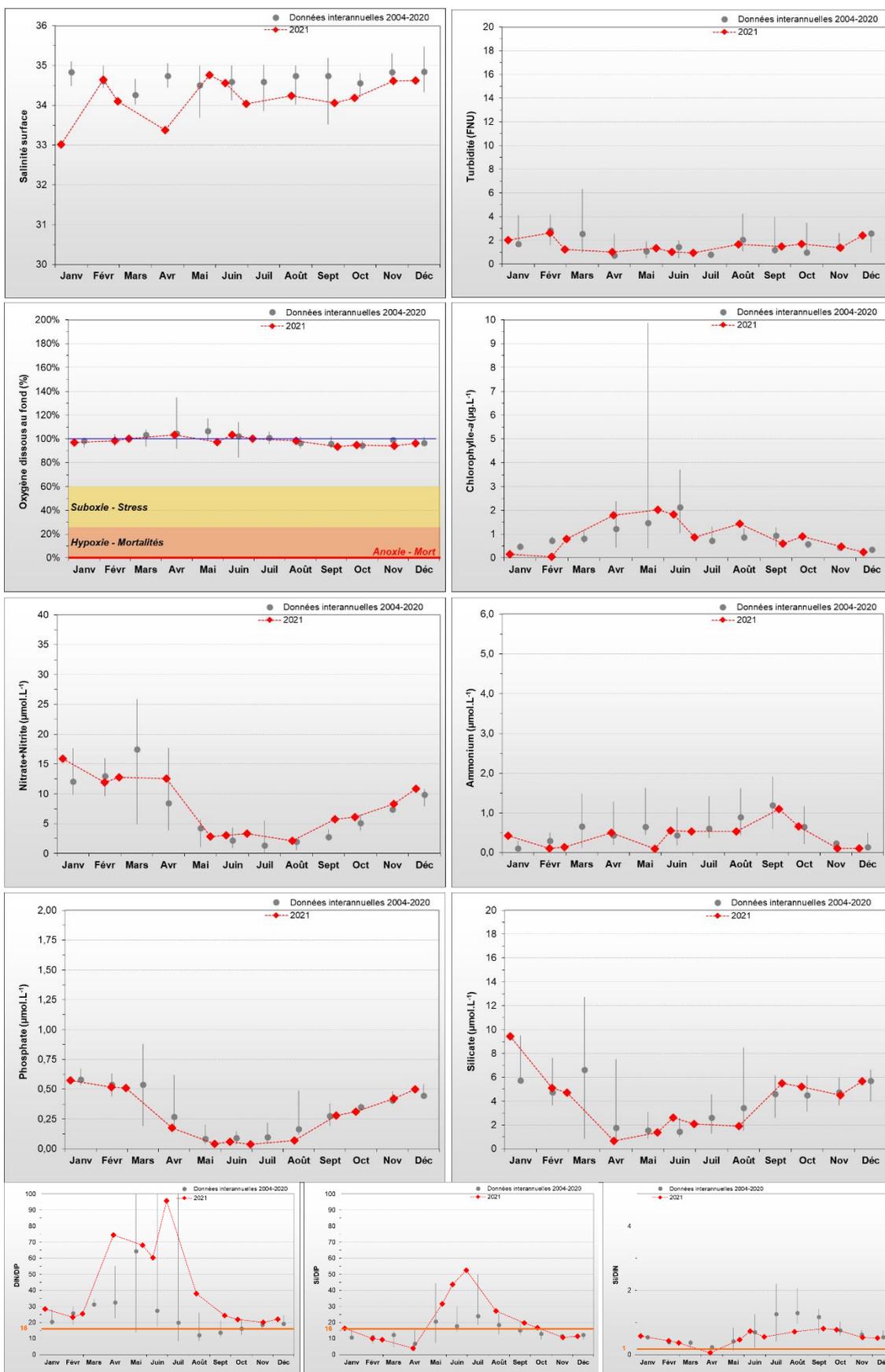
En 2021, malgré des dessalures observées en janvier et en avril, les stocks hivernaux en nutriments évalués pour la sixième année consécutive se trouvent proches des données interannuelles. Par conséquent le développement de biomasse phytoplanctonique dans la masse d'eau est resté dans la moyenne et aucun bloom n'a été enregistré, l'hydrodynamique étant un facteur limitant le développement du phytoplancton dans cette zone.

Paramètres	Moyenne interannuelle	Moyenne 2021	Spécificités 2021
PHYSICO-CHIMIE			
Salinité	34,7	34,2	Dessalure maximale : 33,0
Turbidité	1,3 FNU	1,6 FNU	Maximum : 2,6 FNU
Oxygène dissous fond	100,6 %	98,2 %	Minimum : 93,4 %
HYDROLOGIE			
Nitrate + Nitrite	5,8 µM	8,0 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 13,9 µM
Ammonium	0,92 µM	0,40 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 0,27 µM
Phosphate	0,29 µM	0,29 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 0,55 µM
Silicate	3,7 µM	4,1 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 7,3 µM
Rapport NID/PID	26,5	41,8	NID/PID maximum : 95,8 NID/PID minimum : 20,0
BIOLOGIE			
Chlorophylle- <i>a</i>	1,5 µg/L	0,9 µg/L	Pic printanier (mars-mai) : 2,0 µg/L
			Pic fin d'été (août-oct) : 1,4 µg/L
Phytoplancton - Blooms observés :			<i>Pas de blooms</i>
RISQUE D'EUTROPHISATION :			Très faible

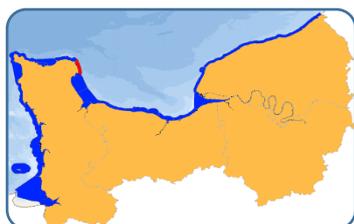
BLOOMS PHYTOPLANCTONIQUES A NORD-OUEST LEVI

Aucune espèce microphytoplanctonique en état de bloom n'a été observée depuis le début du suivi en 2004.

PARAMETRES HYDROLOGIQUES A NORD-OUEST LEVI



4.8 Masse d'eau HC08 (Réville 1 mille 2004-2006, 2009-2021)

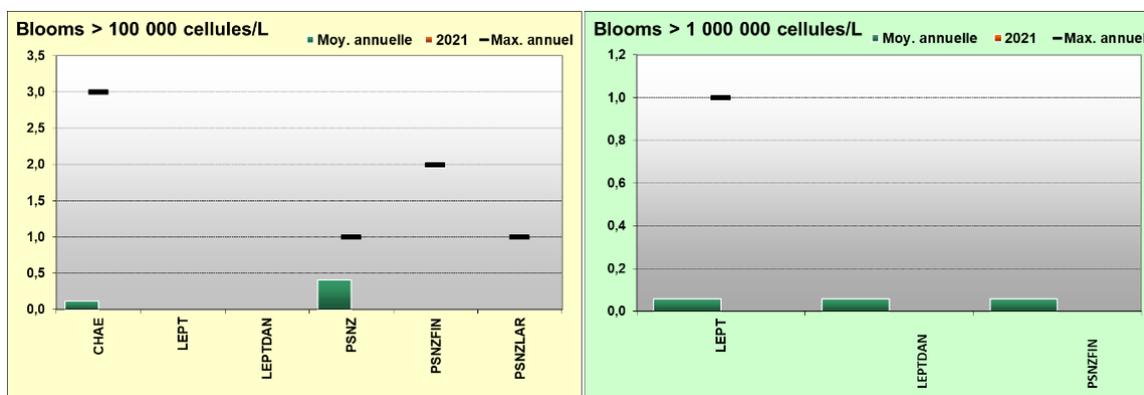


La masse d'eau HC08 est à la fois sous l'influence directe de la *Saïre*, mais aussi sous l'influence indirecte du panache de la Seine, qui, périodiquement, atteint la côte Est du Cotentin pour se faire emprisonner dans le gyre de Barfleur qui homogénéise la masse d'eau HC08 et se déplace vers le Nord (Le Goff *et al*, 2005).

En 2021, la salinité se situe légèrement en-dessous de la moyenne interannuelle tout au long de l'année, et des dessalures sont observées en février et septembre : 33,1 et 32,9 respectivement. Cet apport d'eau douce a donc permis de conserver un stock de nutriments légèrement supérieur aux données interannuelles ; seul le phosphate reste l'élément limitant. Pour la biomasse, un pic printanier de chlorophylle-*a* a été observé en avril avec une concentration de 4,7 µg/L. Aucune espèce microphytoplanctonique n'y est observée en état de bloom.

Paramètres	Moyenne interannuelle	Moyenne 2021	Spécificités 2021
PHYSICO-CHIMIE			
Salinité	33,8	33,9	Dessalure maximale : 32,9
Turbidité	2,4 FNU	2,3 FNU	Maximum : 7,5 FNU
Oxygène dissous fond	101,1 %	101,7 %	Minimum : 92,1 %
HYDROLOGIE			
Nitrate + Nitrite	9,7 µM	6,2 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 17,3 µM
Ammonium	0,91 µM	0,67 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 0,42 µM
Phosphate	0,34 µM	0,24 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 0,55 µM
Silicate	6,9 µM	4,2 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 9,3 µM
Rapport NID/PID	43,7	27,4	NID/PID maximum : 85,9 NID/PID minimum : 2,3
BIOLOGIE			
Chlorophylle- <i>a</i>	1,9 µg/L	2,9 µg/L	Pic printanier (mars-mai) : 4,7 µg/L Pic fin d'été (août-oct) : 1,9 µg/L
Phytoplancton - Blooms observés :			
RISQUE D'EUTROPHISATION :			Faible

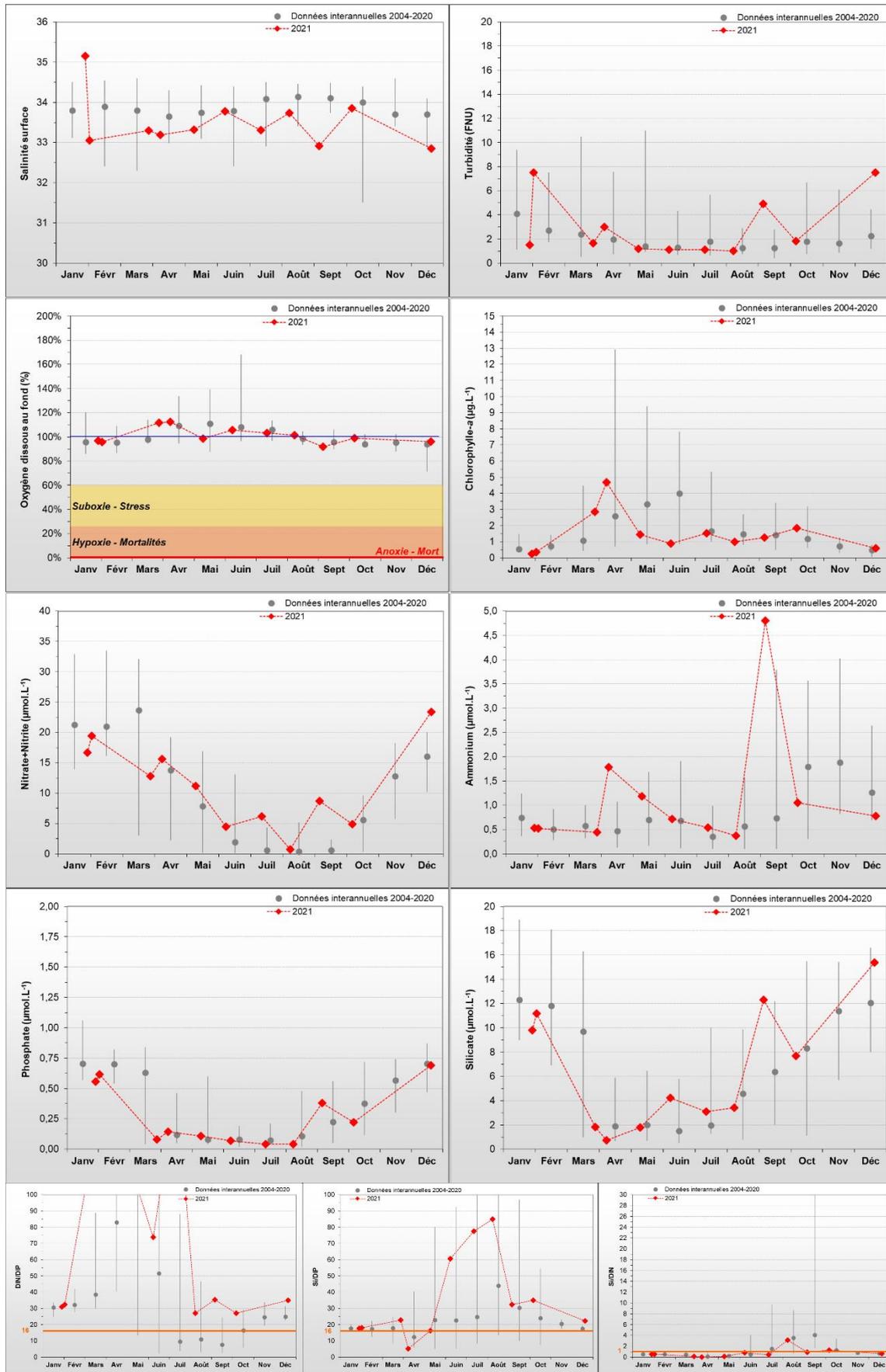
BLOOMS PHYTOPLANCTONIQUES A REVILLE 1 MILLE



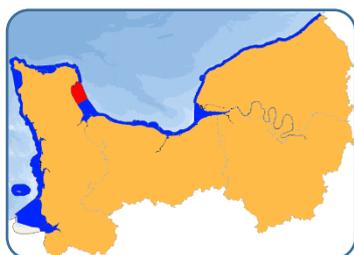
Moy. annuelle : moyenne interannuelle du nombre de blooms phytoplanctoniques

Max. annuel : maximum interannuel du nombre de blooms phytoplanctoniques observés par an

PARAMETRES HYDROLOGIQUES A REVILLE 1 MILLE



4.9 Masse d'eau HC09 (La Hougue, Gougins)



La masse d'eau HC09 est suivie à l'aide de 2 points « La Hougue » au Nord et « Gougins » au Sud, afin d'appréhender au mieux toute la masse d'eau sous influence de la *Saire*, des apports de la baie des Veys où sont installées de nombreux parcs conchylicoles, et périodiquement du panache de la Seine, qui peut atteindre la côte Est du Cotentin pour se faire emprisonner dans le gyre de Barfleur.

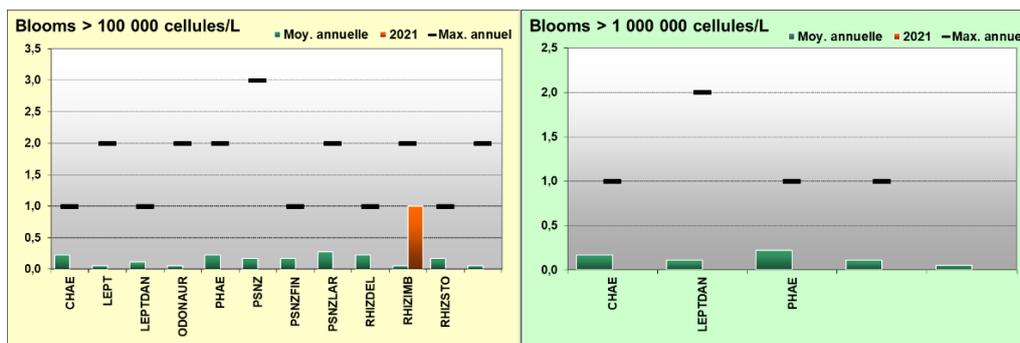
En 2021, la salinité se situe légèrement en-dessous de la moyenne interannuelle tout au long de l'année et une dessalure plus importante est observée en septembre à La Hougue et à Gougins : 32,1 et 32,5 respectivement. Cet apport d'eau douce a donc permis de conserver un stock de nutriments légèrement supérieur aux données interannuelles ; seul le phosphate reste l'élément limitant. Ceci a probablement favorisé le développement du phytoplancton, car un bloom phytoplanctonique de *Rhizosolenia imbricata* (>100 000 cellules/L) a été observée début août sur les deux points suivis. A noter également le très fort rapport NID/PID de mars à juin, mettant en évidence un très net excès en azote dans le milieu.

4.9.1 La Hougue (2003-2021)

Au niveau de ce point, la masse d'eau HC09 est soumise aux apports de la *Saire*, dont les variations de débits peuvent être à l'origine de dessalures et de recharges en nutriments, et indirectement de la baie des Veys voire de la Seine sous certaines conditions de vent et de débit.

Paramètres	Moyenne interannuelle	Moyenne 2021	Spécificités 2021
PHYSICO-CHIMIE			
Salinité	33,6	33,2	Dessalure maximale : 32,1
Turbidité	3,1 FNU	3,0 FNU	Maximum : 5,8 FNU
Oxygène dissous fond	102,0 %	101,0 %	Minimum : 95,1 %
HYDROLOGIE			
Nitrate + Nitrite	9,9 µM	12,2 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 20,0 µM
Ammonium	1,23 µM	1,20 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 0,72 µM
Phosphate	0,36 µM	0,26 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 0,61 µM
Silicate	8,1 µM	8,1 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 12,3 µM
Rapport NID/PID	44,6	89,6	NID/PID maximum : 221,5 NID/PID minimum : 21,8
BIOLOGIE			
Chlorophylle- <i>a</i>	1,7 µg/L	1,0 µg/L	Pic printanier (mars-mai) : 2,2 µg/L Pic fin d'été (août-oct) : 1,1 µg/L
Phytoplancton - Blooms observés :			<i>Rhizosolenia imbricata</i> + <i>styliformis</i> 106 600 cell/L 09/08/21
RISQUE D'EUTROPHISATION :			Faible

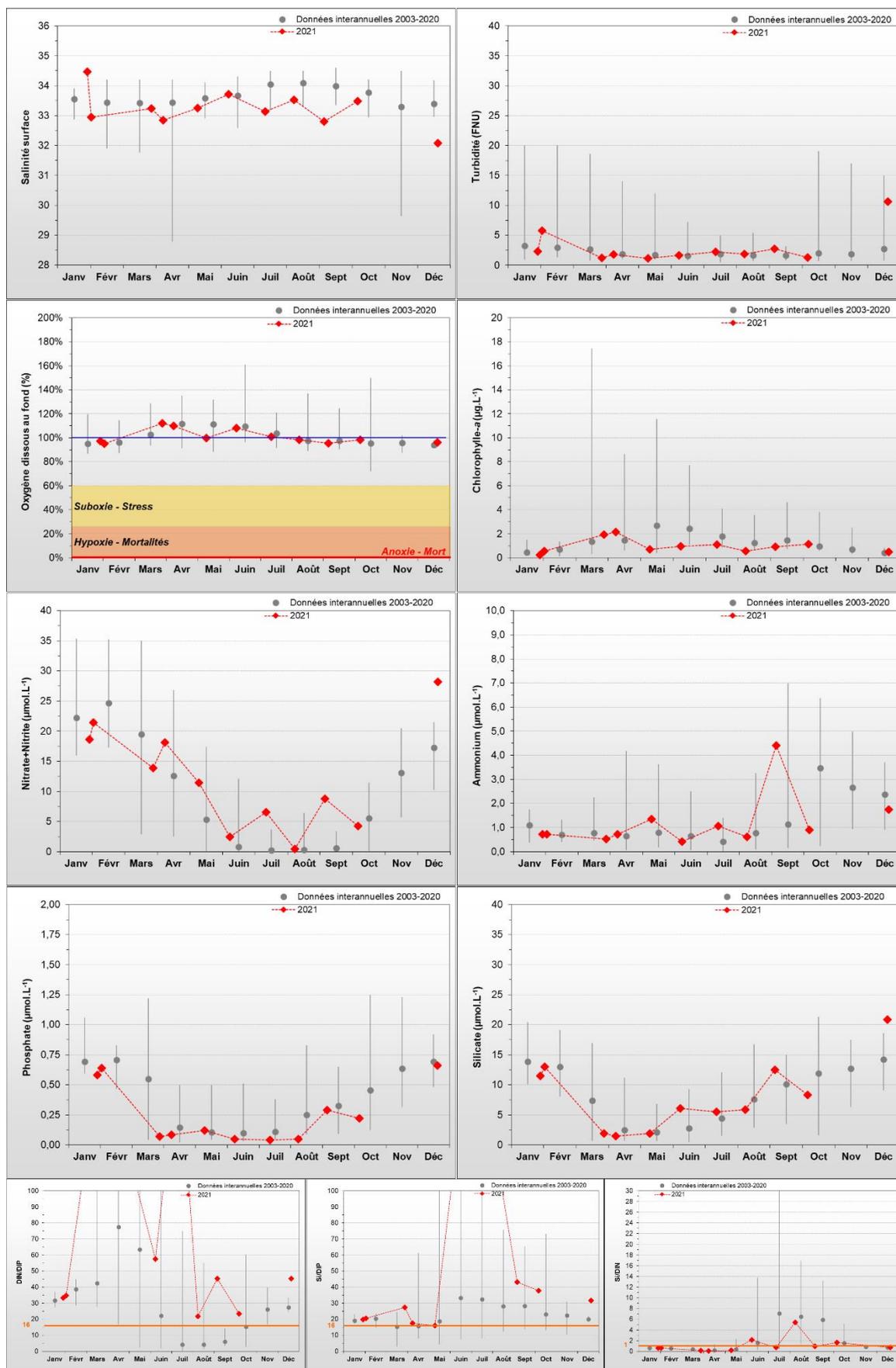
BLOOMS PHYTOPLANCTONIQUES A LA HOUGUE



Moy. annuelle : moyenne interannuelle du nombre de blooms phytoplanctoniques

Max. annuel : maximum interannuel du nombre de blooms phytoplanctoniques observés par an

PARAMETRES HYDROLOGIQUES A LA HOUGUE

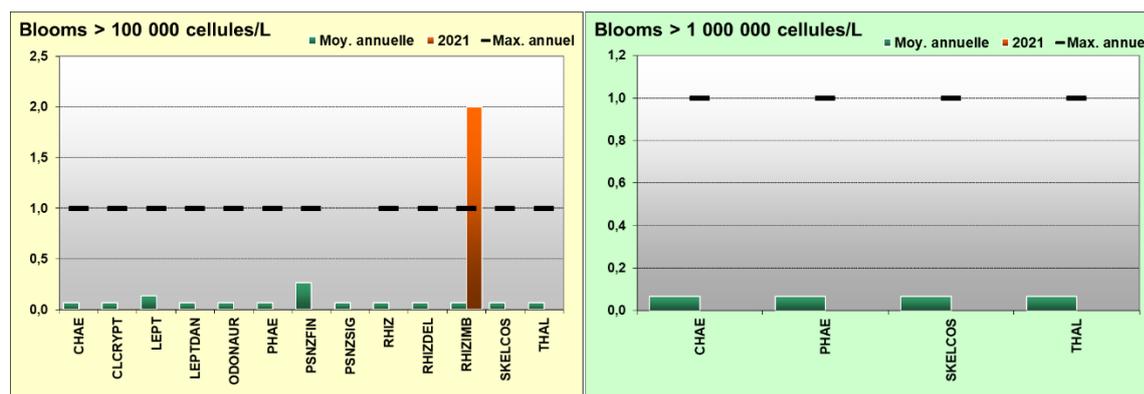


4.9.2 Gougins (2006-2021)

Situé au Sud de la masse d'eau HC09, ce point est sous une influence plus directe des courants résiduels de marée en provenance de la baie des Veys que ne l'est le point « La Hougue ».

Paramètres	Moyenne interannuelle	Moyenne 2021	Spécificités 2021
PHYSICO-CHIMIE			
Salinité	33,6	33,3	Dessalure maximale : 32,5
Turbidité	3,2 FNU	3,5 FNU	Maximum : 14,2 FNU
Oxygène dissous fond	100,7 %	99,9 %	Minimum : 94,2 %
HYDROLOGIE			
Nitrate + Nitrite	11,2 µM	12,8 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 21,1 µM
Ammonium	1,05 µM	1,10 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 0,82 µM
Phosphate	0,36 µM	0,28 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 0,65 µM
Silicate	7,9 µM	7,2 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 12,6 µM
Rapport NID/PID	49,8	88,5	NID/PID maximum : 222,8 NID/PID minimum : 22,8
BIOLOGIE			
Chlorophylle- <i>a</i>	1,9 µg/L	1,1 µg/L	Pic printanier (mars-mai) : 2,0 µg/L Pic fin d'été (août-oct) : 1,6 µg/L
Phytoplancton - Blooms observés :	<i>Rhizosolenia imbricata</i> + <i>styliformis</i> 137 500 cell/L 09/08/21		
RISQUE D'EUTROPHISATION :			Faible

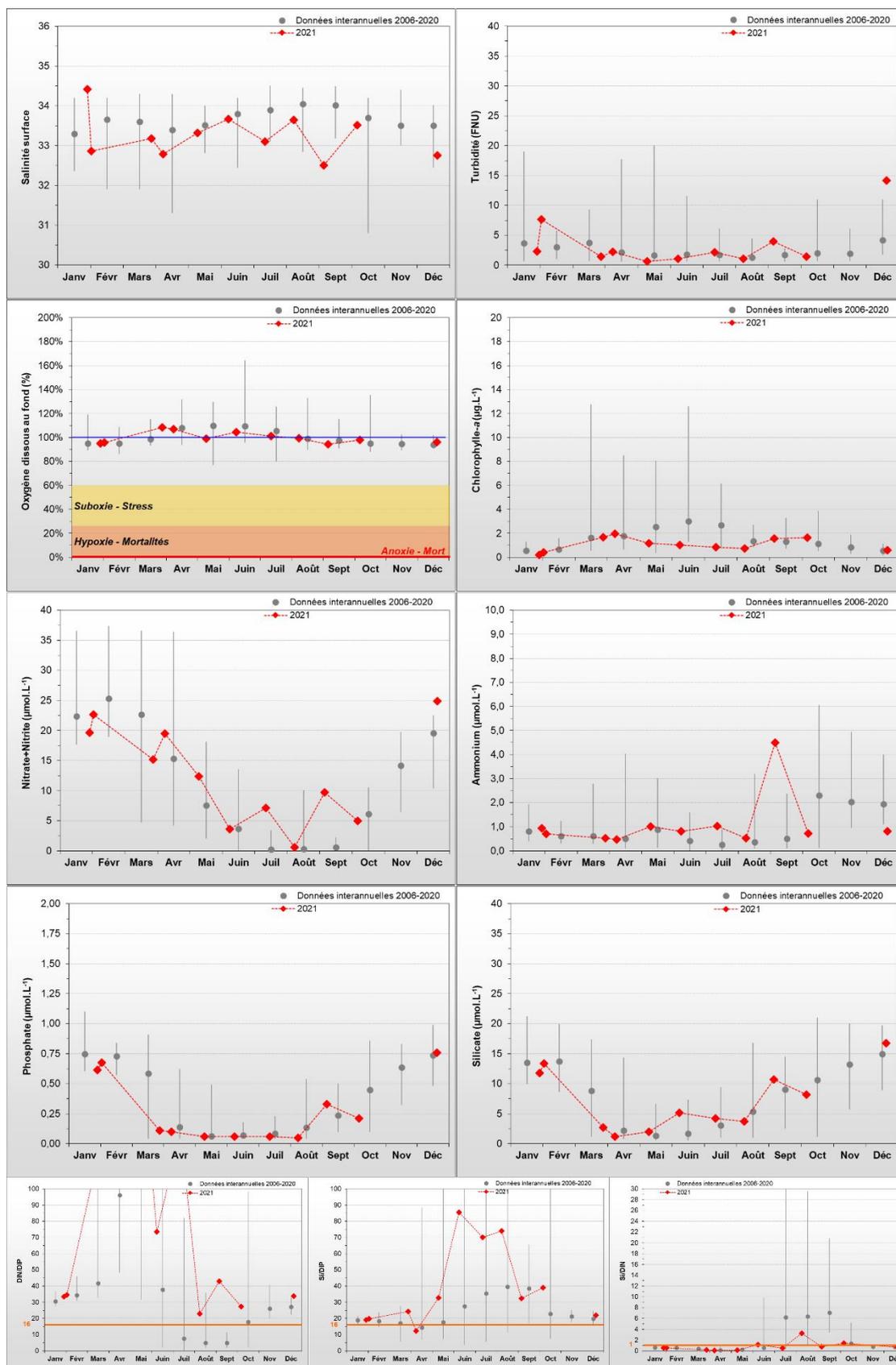
BLOOMS PHYTOPLANCTONIQUES A GOUGINS



Moy. annuelle : moyenne interannuelle du nombre de blooms phytoplanctoniques

Max. annuel : maximum interannuel du nombre de blooms phytoplanctoniques observés par an

PARAMETRES HYDROLOGIQUES A GOUGINS



4.10 Masse d'eau HC10 (Utah et Roches de Grandcamp)



La baie des Veys est l'exutoire de 4 cours d'eau (*Taute, Vire, Aure, Douve*), drainant un bassin versant de 3 500 km². La nécessité de disposer de deux points de suivi dans la masse d'eau HC10 est due à l'hétérogénéité spatiale de la biomasse chlorophyllienne dans la masse d'eau (Gangnery *et al*, 2008).

En 2021, les mesures effectuées pour tous les paramètres hydrologiques sont, dans leur grande majorité, proches ou légèrement inférieures aux médianes interannuelles pour le point « Utah » entre janvier et avril. Cependant, une augmentation de la concentration est observée en silicate et en ammonium entre avril et septembre ; probablement en lien avec les dessalures d'avril, juin et septembre. La chute soudaine du très fort rapport NID/PID en août, met en évidence une consommation élevée en nutriments azoté et un phosphate toujours limitant. Aucun pic de chlorophylle-*a*, n'a été mesuré au cours de l'année. Mais une espèce phytoplanctonique, *Rhizosolenia imbricata* a été observée en état de bloom (> 100 000 cellules/L) au mois d'août.

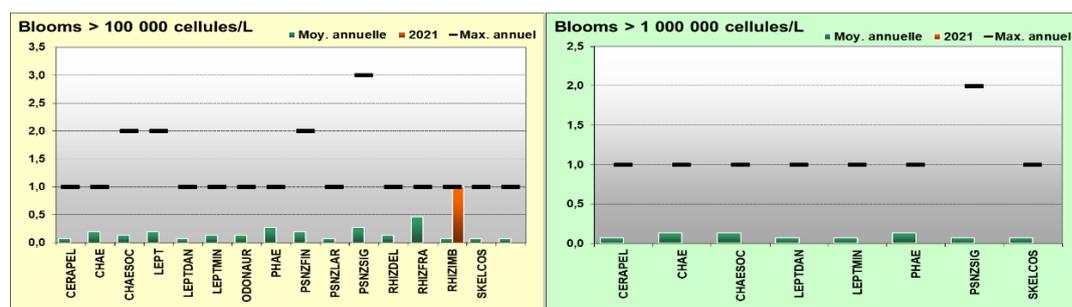
Pour le point « Roches de Grandcamp », les mesures effectuées pour tous les paramètres hydrologiques sont, dans leur grande majorité, proches des médianes interannuelles tout au long de l'année. Des dessalures ponctuelles (février et juillet), permettent une recharge du milieu en nutriments sur ce point. Aucun pic de chlorophylle-*a*, n'a été mesuré au cours de l'année. L'espèce *Rhizosolenia imbricata* a été observée en état de bloom (> 100 000 cell/L) début août.

4.10.1 Utah (2006-2021)

Ce point est directement sous l'influence des apports terrigènes de la baie des Veys.

Paramètres	Moyenne interannuelle	Moyenne 2021	Spécificités 2021
PHYSICO-CHIMIE			
Salinité	33,4 µM	33,1 µM	Dessalure maximale : 32,3
Turbidité	3,8 FNU	2,9 FNU	Maximum : 9,4 FNU
Oxygène dissous fond	104,3 %	101,1 %	Minimum : 95,4 %
HYDROLOGIE			
Nitrate + Nitrite	12,0 µM	13,7 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 23,0 µM
Ammonium	0,84 µM	1,02 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 0,71 µM
Phosphate	0,36 µM	0,27 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 0,66 µM
Silicate	7,6 µM	6,8 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 12,7 µM
Rapport NID/PID	50,2	107,0	NID/PID maximum : 276,9 NID/PID minimum : 19,5
BIOLOGIE			
Chlorophylle- <i>a</i>	2,7 µg/L	1,0 µg/L	Pic printanier (mars-mai) : 1,2 µg/L Pic fin d'été (août-oct) : 3,3 µg/L
Phytoplancton - Blooms observés :	<i>Rhizosolenia imbricata</i> + <i>styliformis</i> 111 500 cell/L 09/08/21		
RISQUE D'EUTROPHISATION :			Faible

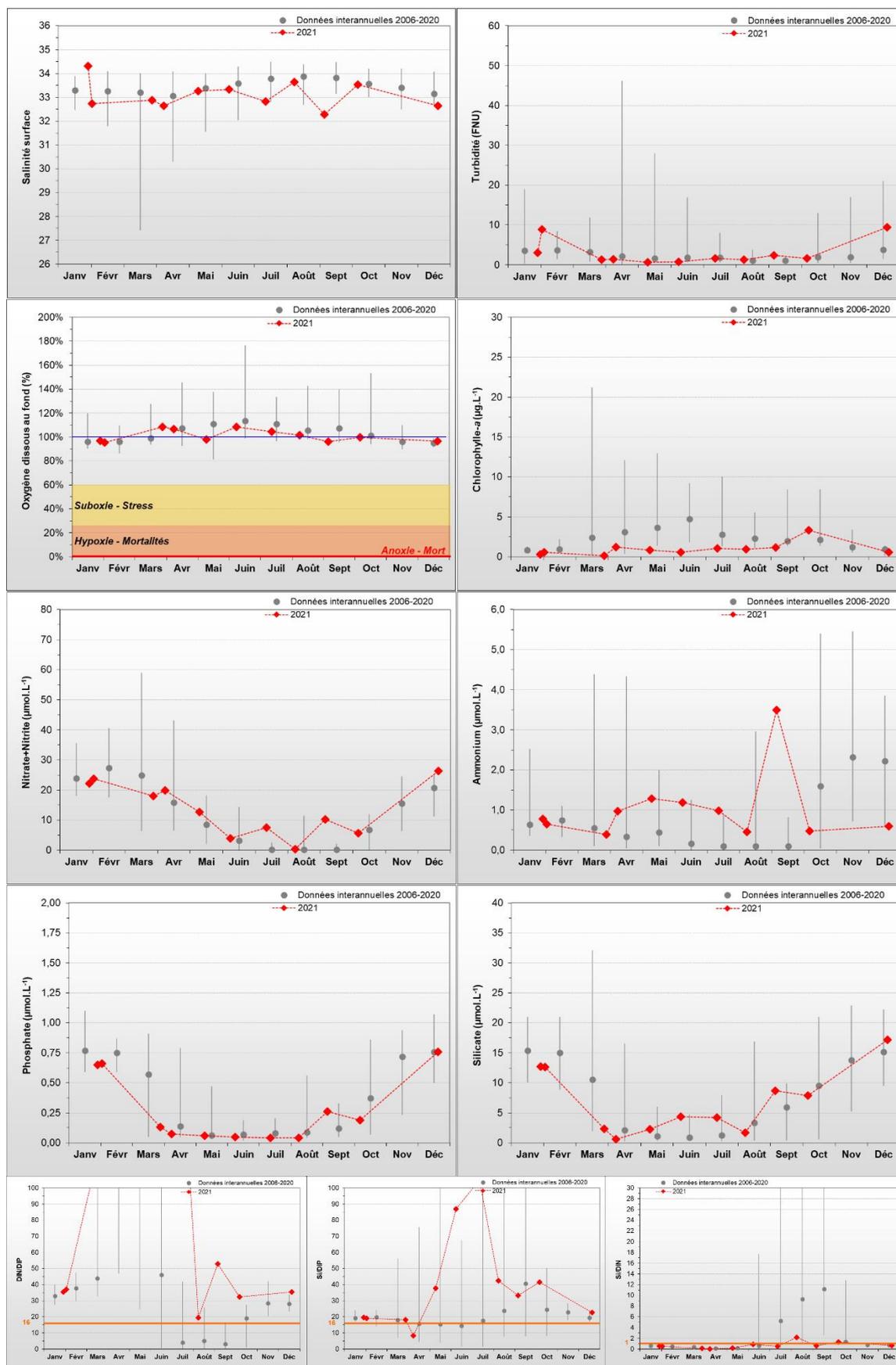
BLOOMS PHYTOPLANCTONIQUES A UTAH



Moy. annuelle : moyenne interannuelle du nombre de blooms phytoplanctoniques

Max. annuel : maximum interannuel du nombre de blooms phytoplanctoniques observés par an

PARAMETRES HYDROLOGIQUES A UTAH

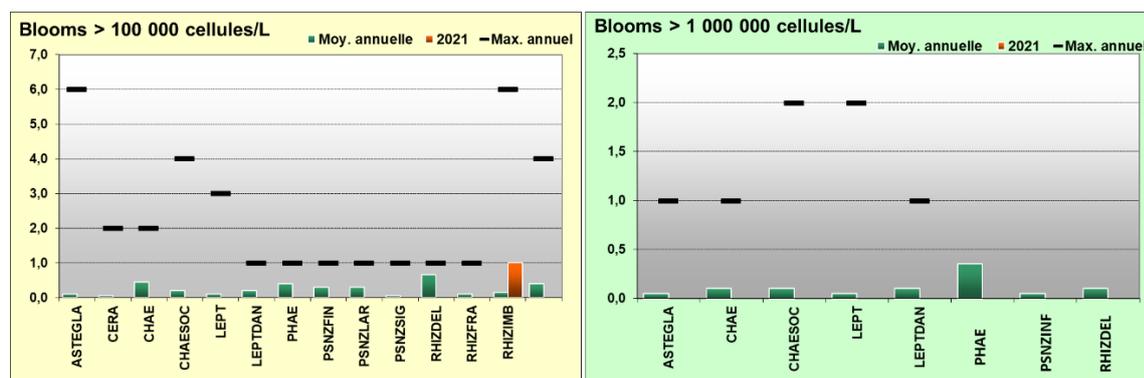


4.10.2 Roches de Grandcamp (2001-2021)

Du fait de sa proximité avec la masse d'eau HT06 recevant les apports de plusieurs cours d'eau (Taute, Vire, Aure, Douve), les dessalures observées sur ce point peuvent être relativement modérées à fortes.

Paramètres	Moyenne interannuelle	Moyenne 2021	Spécificités 2021
PHYSICO-CHIMIE			
Salinité	32,8 μM	32,4 μM	Dessalure maximale : 29,5
Turbidité	3,5 FNU	3,0 FNU	Maximum : 8,1 FNU
Oxygène dissous fond	104,8 %	100,9 %	Minimum : 93,6 %
HYDROLOGIE			
Nitrate + Nitrite	15,6 μM	17,2 μM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 32,5 μM
Ammonium	1,14 μM	1,00 μM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 0,77 μM
Phosphate	0,42 μM	0,33 μM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 0,70 μM
Silicate	10,2 μM	10,2 μM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 16,1 μM
Rapport NID/PID	50,4	75,0	NID/PID maximum : 199,5
			NID/PID minimum : 29,3
BIOLOGIE			
Chlorophylle- <i>a</i>	2,0 $\mu\text{g/L}$	1,1 $\mu\text{g/L}$	Pic printanier (mars-mai) : 3,1 $\mu\text{g/L}$
			Pic fin d'été (août-oct) : 1,5 $\mu\text{g/L}$
Phytoplancton - Blooms observés :			<i>Rhizosolenia imbricata + styliformis</i> 230 454 cell/L 09/08/21
RISQUE D'EUTROPHISATION :			Modéré

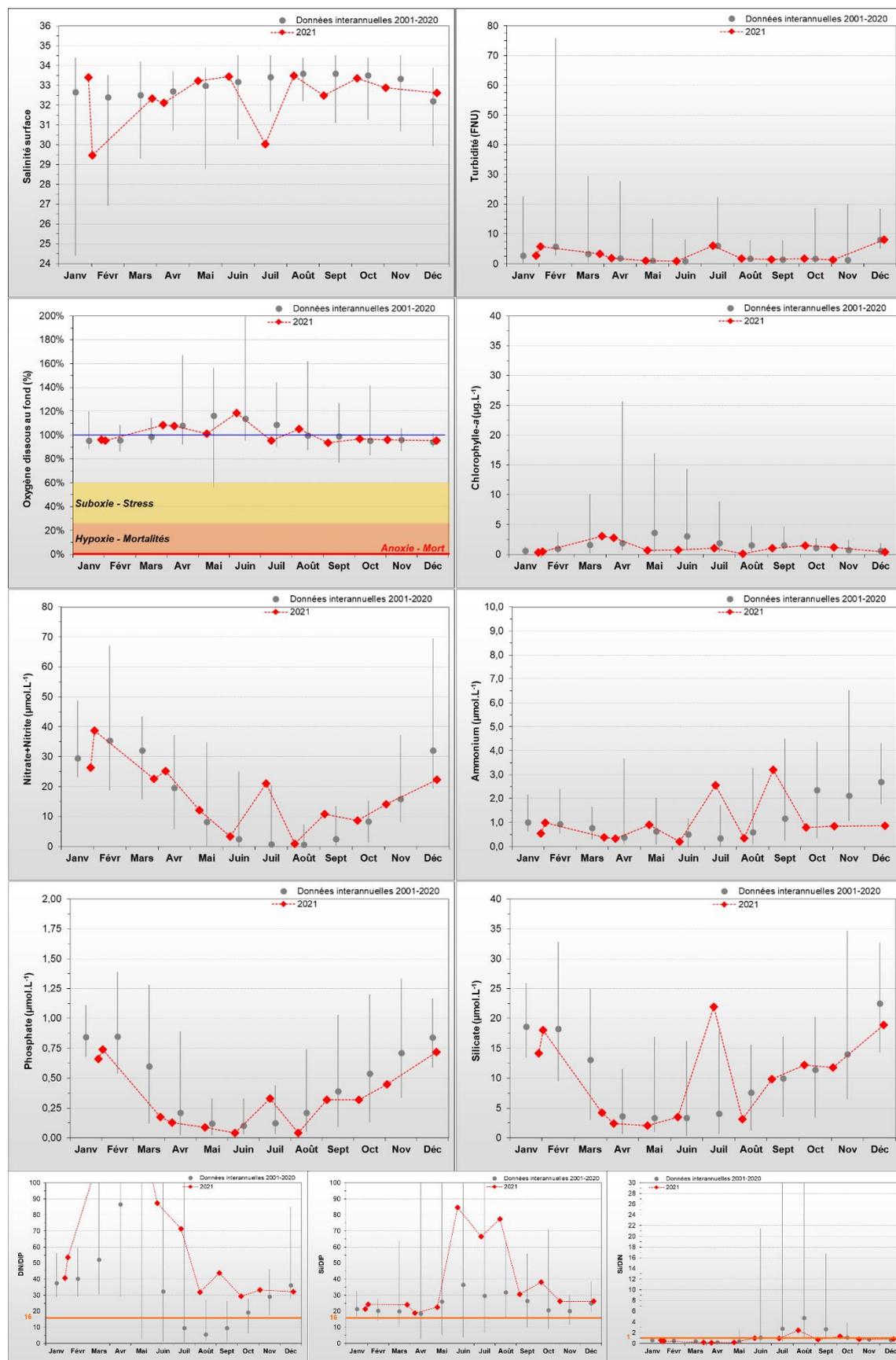
BLOOMS PHYTOPLANCTONNIQUES A ROCHES DE GRANDCAMP



Moy. annuelle : moyenne interannuelle du nombre de blooms phytoplanctoniques

Max. annuel : maximum interannuel du nombre de blooms phytoplanctoniques observés par an

PARAMETRES HYDROLOGIQUES A ROCHES DE GRANDCAMP



4.11 Masse d'eau HT06 (Géfosse 2002-2021)

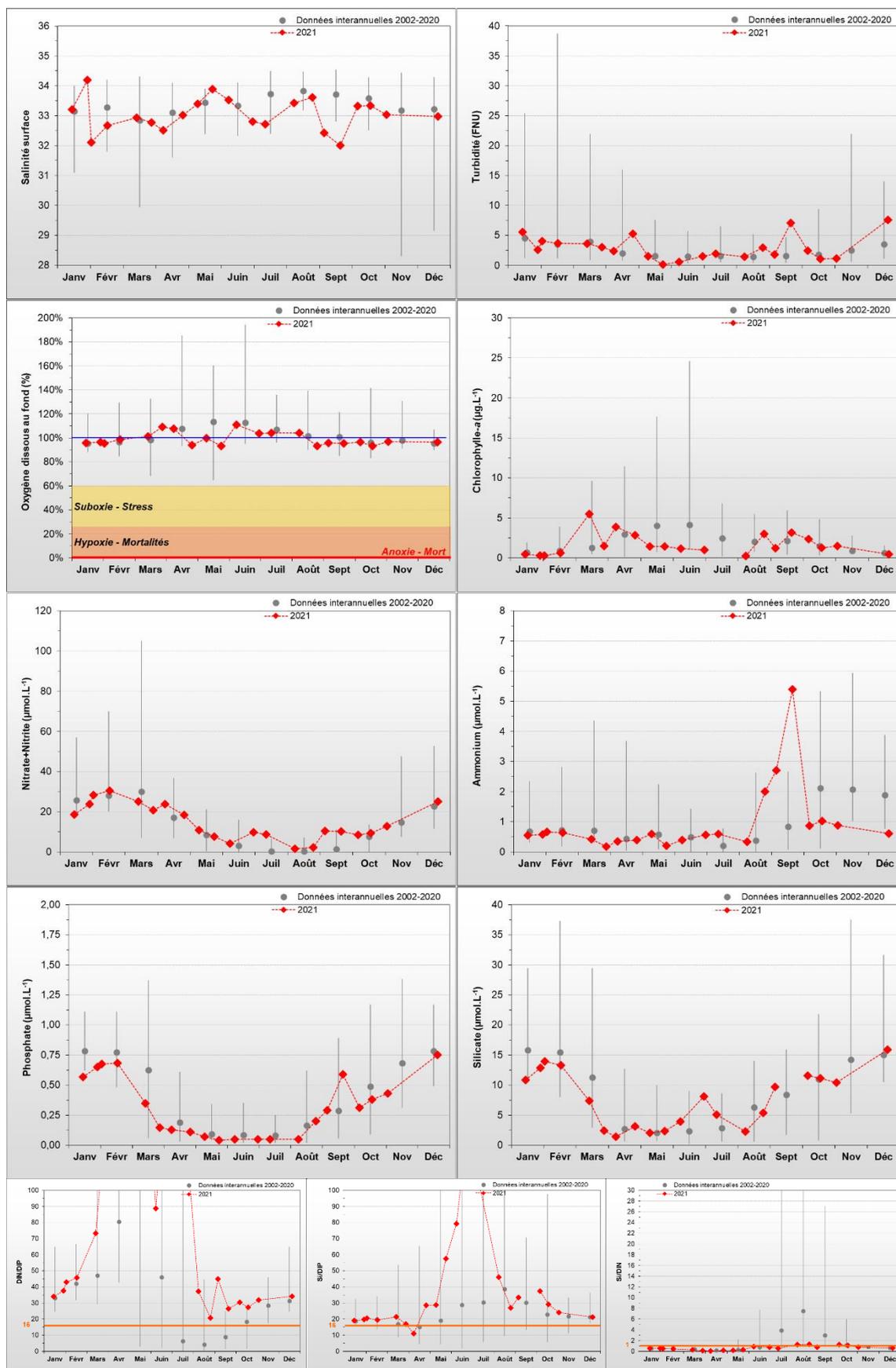


La masse d'eau HT06 est une masse d'eau de transition (estuarienne) fortement influencée par les apports de la *Vire*, *Aure*, *Taute* et *Douve* via les chenaux de Carentan et d'Isigny qui drainent un bassin versant d'environ 3 500 km².

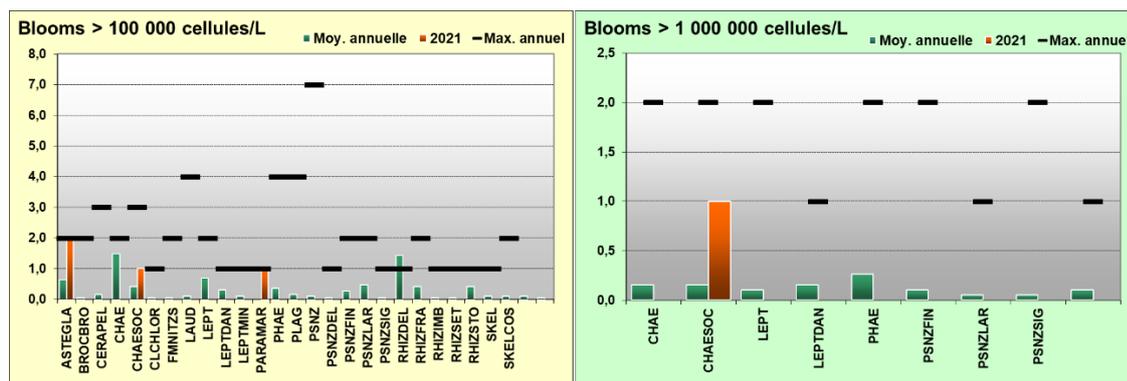
En 2021, les stocks en composés azotés se trouvent proches des médianes interannuelles tout au long de l'année. Néanmoins, des dessalures successives en août et en septembre, ont permis un apport important en ammonium sur cette même période. Pour le phosphate et le silicate, les concentrations sont légèrement inférieures aux médianes interannuelles, entre janvier et avril, avant de retrouver des concentrations proches de la médiane. Un pic printanier de chlorophylle-*a* (5,5 µg/L) est enregistré en mars, puis les valeurs de la biomasse restent légèrement inférieures aux données interannuelles jusqu'en août, avant de retrouver des valeurs proches de la moyenne. Des bloom phytoplanctonique (> 100 000 cell/L) sont observées à partir du mois de mars pour les espèces de diatomées *Thalassiosira* et *Paralia sulcata*, qui consomment donc du silicate. Une espèce est observée en état de bloom (> 1 000 000 cellules/L), *Chaetoceros socialis* groupes des fines, en juillet. Au total, six taxons ont été observés en état de bloom, de mars à septembre.

Paramètres	Moyenne interannuelle	Moyenne 2021	Spécificités 2021
PHYSICO-CHIMIE			
Salinité	33,3	32,9	Dessalure maximale : 32,0
Turbidité	3,4 FNU	3,3 FNU	Maximum : 7,6 FNU
Oxygène dissous fond	104,1 %	99,2 %	Minimum : 93,3 %
HYDROLOGIE			
Nitrate + Nitrite	14,1 µM	14,9 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 23,5 µM
Ammonium	1,07 µM	1,12 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 0,61 µM
Phosphate	0,40 µM	0,35 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 0,62 µM
Silicate	9,0 µM	8,0 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 12,4 µM
Rapport NID/PID	51,0	76,4	NID/PID maximum : 189,4
			NID/PID minimum : 20,7
BIOLOGIE			
Chlorophylle- <i>a</i>	2,5 µg/L	2,0 µg/L	Pic printanier (mars-mai) : 5,5 µg/L
			Pic fin d'été (août-oct) : 3,2 µg/L
Phytoplancton - Blooms observés :			<i>Thalassiosira gravida</i> 332 300 cell/L 15/03/21 <i>Thalassiosira levanderi + minima</i> 176 500 cell/L 15/03/21 <i>Thalassiosira levanderi + minima</i> 408 500 cell/L 29/03/21 <i>Paralia sulcata</i> 104 000 cell/L 27/04/21 <i>Cryptophyceae</i> 185 400 cell/L 25/05/21 <i>Cryptophyceae</i> 185 500 cell/L 09/06/21 <i>Cryptophyceae</i> 137 300 cell/L 01/07/21 <i>Chaetoceros socialis + socialis f. radians</i> 5 900 000 cell/L 13/07/21 <i>Asterionellopsis glacialis</i> 103 400 cell/L 06/09/21 <i>Asterionellopsis glacialis</i> 126 000 cell/L 21/09/21
RISQUE D'EUTROPHISATION :			Modéré

PARAMETRES HYDROLOGIQUES A GEFOSE



BLOOMS PHYTOPLANCTONIQUES A GEFOSSE



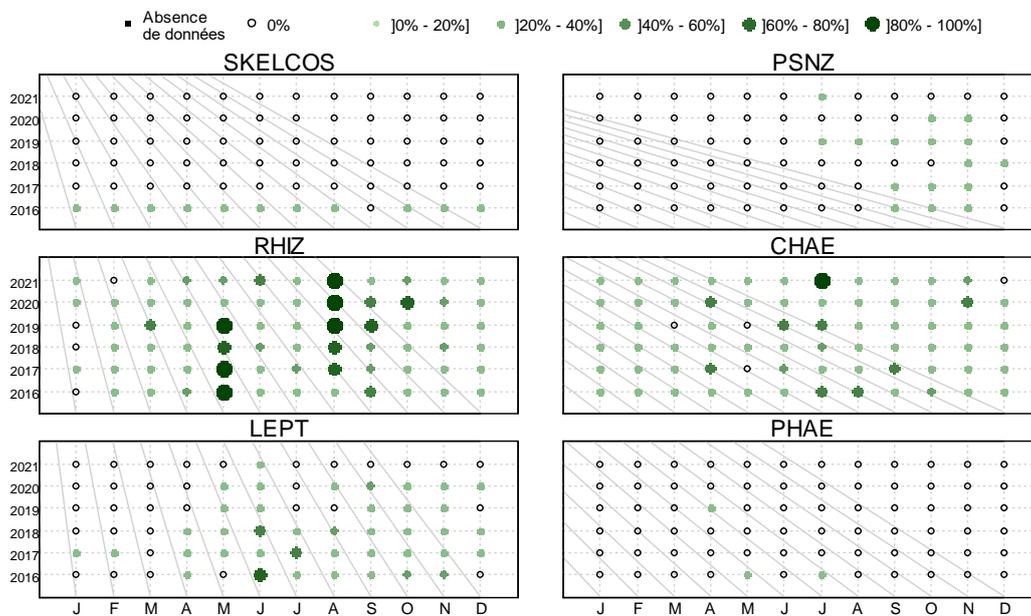
Moy. annuelle : moyenne interannuelle du nombre de blooms phytoplanktoniques

Max. annuel : maximum interannuel du nombre de blooms phytoplanktoniques observés par an

ESPECES PHYTOPLANCTONIQUES DOMINANTES A GEFOSSE

Sur ce point, une lecture de la totalité de la flore microphytoplanktonique est systématiquement réalisée, afin de mieux caractériser son peuplement. En hiver (janvier-mars), le peuplement est partagé par différentes espèces, les diatomées de la famille *Skeletonema* sp (SKEL) dans un premier temps (jusqu'en 2016), par *Leptocylindrus* sp (LEPT) en 2017 et par *Chaetoceros* sp (CHAE) qui apparaît présente sur cette même période de façon plus régulière. Le bloom printanier (avril – juin) est principalement dominé par la famille des Rhizosoleniaceae (RHIZ). L'été et le début de l'automne sont fortement dominés par les diatomées *Chaetoceros* sp (CHAE) (> 5 000 000 cell/L, en juillet 2021) ou Rhizosoleniaceae (RHIZ). Enfin, l'automne est souvent encore dominé par les diatomées de l'été, voire par des espèces de la famille des *Pseudo-nitzschia* sp ou de *Leptocylindrus* sp.

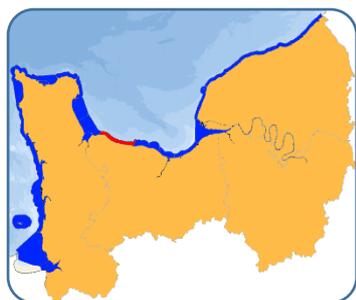
AESN - 014-P-023 - GÉfosse



Source RHLN-Ifremer, banque Quadrigé²

Evolution temporelle des principales espèces (%), par mois et par année. RHIZ = *Rhizosolenia* sp, SKEL = *Skeletonema* sp, CHAE = *Chaetoceros* sp, LEPT = *Leptocylindrus* sp, PSNZ = *Pseudo-Nitzschia* sp, PHAE = *Phaeocystis*.

4.12 Masse d'eau HC11 (Port-en-Bessin 1 mille 2004-2006, 2009-2021)



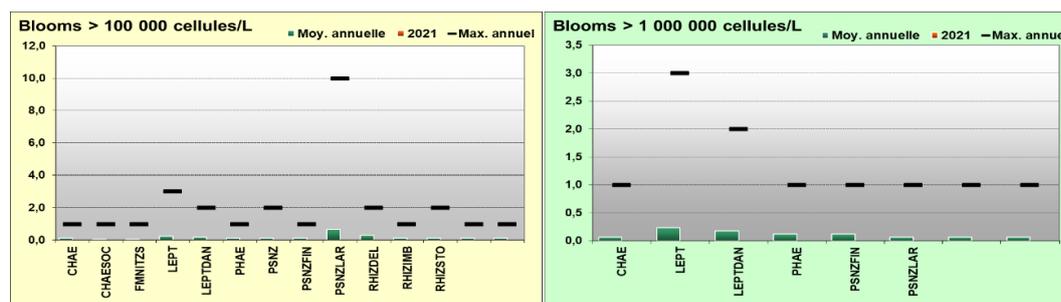
La masse d'eau HC11 est très étirée d'Est en Ouest mais homogène, ne recevant pas d'apports directs importants de cours d'eau voisins, mais sous l'influence occasionnelle du panache de la Seine lorsqu'il est orienté vers l'Ouest, de l'Orne et des apports de la baie des Veys.

Le point « Port en Bessin 1 mille » est situé au droit du port de Port-en-Bessin, dans un secteur de la masse d'eau influencé directement par des résurgences de l'Aure, et indirectement par les apports venant de l'Est du littoral.

En 2021, plusieurs dessalures (janvier, mars, juillet-août et septembre), ont permis un apport plus ou moins régulier en nutriments. En effet, les concentrations en nitrate+nitrite se situent légèrement au-dessus des médianes historiques à partir du mois de juin et ce jusqu'à la fin de l'année. Les concentrations en ammonium restent proches des données interannuelles jusqu'en août avant d'atteindre des concentrations exceptionnellement élevées en août et septembre (2,8 µM et 2,4 µM). En ce qui concerne, les mesures en phosphate et silicate, le stock en début d'année reste faible (hors janvier) avant de retrouver des valeurs proches de la moyenne le reste de l'année. A noter que pour la biomasse, un léger pic printanier de chlorophylle-*a* (3,2 µg/L) a été observé en mars. Aucune espèces microphytoplanctonique n'a été observée en état de bloom.

Paramètres	Moyenne interannuelle	Moyenne 2021	Spécificités 2021
PHYSICO-CHIMIE			
Salinité	33,4 µM	33,0 µM	Dessalure maximale : 31,6
Turbidité	3,5 FNU	4,2 FNU	Maximum : 17,5 FNU
Oxygène dissous fond	101,0 %	97,5 %	Minimum : 92,5 %
HYDROLOGIE			
Nitrate + Nitrite	13,9 µM	16,1 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 28,5 µM
Ammonium	0,89 µM	1,13 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 0,71 µM
Phosphate	0,39 µM	0,35 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 0,66 µM
Silicate	8,6 µM	9,1 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 16,3 µM
Rapport NID/PID	61,9	90,7	NID/PID maximum : 222,5 NID/PID minimum : 25,6
BIOLOGIE			
Chlorophylle- <i>a</i>	2,4 µg/L	1,2 µg/L	Pic printanier (mars-mai) : 3,2 µg/L Pic fin d'été (août-oct) : 1,1 µg/L
Phytoplancton - Blooms observés :	Pas de Blooms		
RISQUE D'EUTROPHISATION :			Modéré

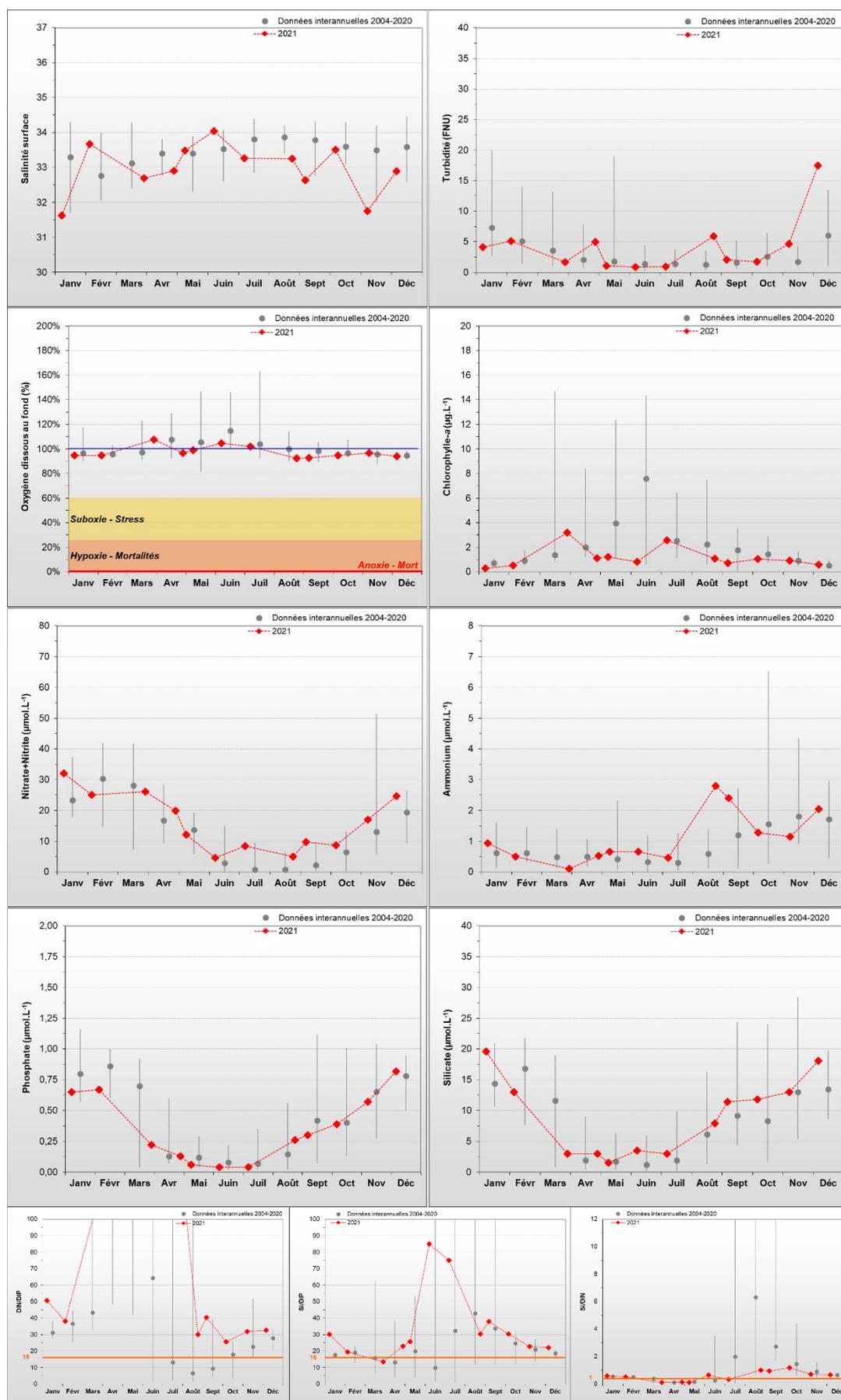
BLOOMS PHYTOPLANCTONIQUES A PORT-EN-BESSIN 1 MILLE



Moy. annuelle : moyenne interannuelle du nombre de blooms phytoplanctoniques

Max. annuel : maximum interannuel du nombre de blooms phytoplanctoniques observés par an

PARAMETRES HYDROLOGIQUES A PORT-EN-BESSIN 1 MILLE



4.13 Masse d'eau HC12 (Asnelles-Meuvoines 2004-2021)

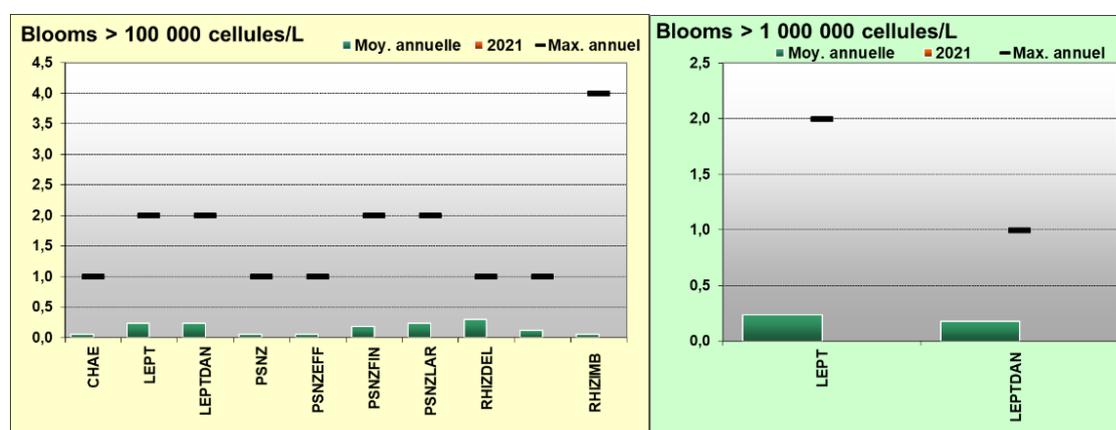


Bien que la biomasse soit hétérogène, la masse d'eau HC12 fait partie d'un continuum hydrologique avec les masses d'eau HC13 et HC14 avec une courantologie comparable (Le Goff *et al*, 2005), et est notamment sous l'influence indirecte de la *Seine* et de l'*Orne*.

En 2021, les mesures effectuées pour tous les paramètres hydrologiques sont, dans leur grande majorité, proches des médianes interannuelles tout au long de l'année, sauf pour le phosphate qui apparaît avec des valeurs inférieures. Le fort rapport NID/PID de février à août, met en évidence un très net excès en composés azotés dans le milieu. Ce qui a probablement conduit au faible développement de la biomasse (aucun pic de chlorophylle-*a*). Aucune espèce microphytoplanctonique n'a été observée en état de bloom cette année.

Paramètres	Moyenne interannuelle	Moyenne 2021	Spécificités 2021
PHYSICO-CHIMIE			
Salinité	33,3	32,9	Dessalure maximale : 31,9
Turbidité	5,9 FNU	8,4 FNU	Maximum : 34,6 FNU
Oxygène dissous fond	99,5 %	97,4 %	Minimum : 87,8 %
HYDROLOGIE			
Nitrate + Nitrite	15,5 µM	16,6 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 25,4 µM
Ammonium	1,35 µM	1,25 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 0,88 µM
Phosphate	0,47 µM	0,37 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 0,69 µM
Silicate	9,7 µM	9,3 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 14,4 µM
Rapport NID/PID	54,4	89,0	NID/PID maximum : 275,8
			NID/PID minimum : 24,5
BIOLOGIE			
Chlorophylle- <i>a</i>	1,6 µg/L	0,9 µg/L	Pic printanier (mars-mai) : 1,7 µg/L
			Pic fin d'été (août-oct) : 1,7 µg/L
Phytoplancton - Blooms observés :			<i>Pas de Blooms</i>
RISQUE D'EUTROPHISATION :			Modéré

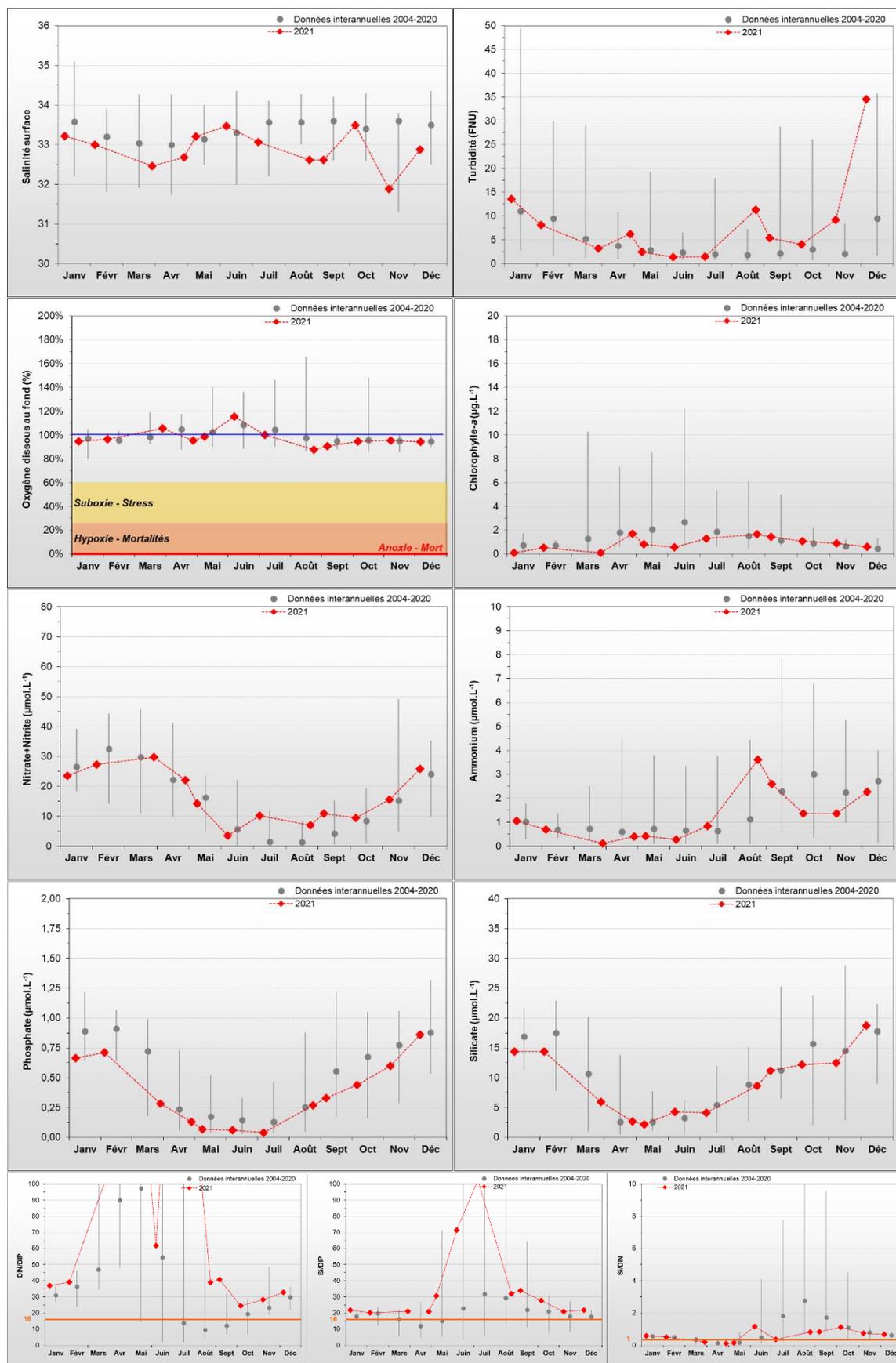
BLOOMS PHYTOPLANCTONIQUES A ASNELLES-MEUVOINES



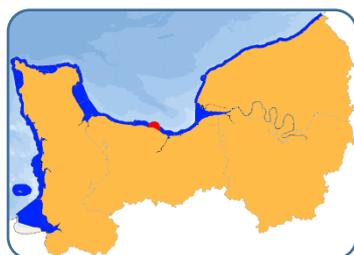
Moy. annuelle : moyenne interannuelle du nombre de blooms phytoplanctoniques

Max. annuel : maximum interannuel du nombre de blooms phytoplanctoniques observés par an

PARAMETRES HYDROLOGIQUES A ASNELLES-MEUVAINES



4.14 Masse d'eau HC13 (St Aubin les Essarts 2004-2021)

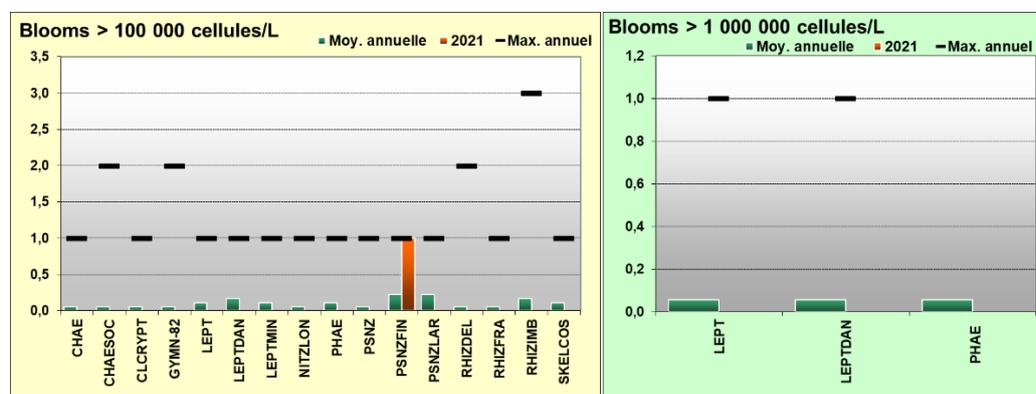


Bien que la biomasse soit hétérogène, la masse d'eau HC13 fait partie d'un continuum hydrologique avec les masses d'eau HC12 et HC14 avec une courantologie comparable (Le Goff *et al*, 2005), et est sous l'influence indirecte majoritairement de la *Seine* et de l'*Orne*.

En 2021, les mesures effectuées pour les paramètres phosphate et silicate montrent un faible stock hivernal, avec des concentrations inférieures aux données interannuelles entre janvier et mars ; avant de retrouver des valeurs proches de la médiane le reste de l'année. *A contrario*, le stock de nutriments azoté, montre des concentrations proches de la médiane historique, avec des valeurs légèrement supérieures à partir de juillet. Le fort rapport NID/PID qui apparait en mars, met en évidence un très net excès en composé azoté dans le milieu. Ce qui a probablement conduit au développement de la biomasse, avec un pic élevé de chlorophylle-*a* mesuré fin mars (7,7 µg/L). Une espèce microphytoplanctonique a été observée en état de bloom, *Pseudo-nitzschia sp.* du genre diatomées fin mars (> 100 000 cellules/L).

Paramètres	Moyenne interannuelle	Moyenne 2021	Spécificités 2021
PHYSICO-CHIMIE			
Salinité	33,0	32,8	Dessalure maximale : 31,4
Turbidité	4,3 FNU	6,6 FNU	Maximum : 38,3 FNU
Oxygène dissous fond	97,9 %	98,3 %	Minimum : 92,3 %
HYDROLOGIE			
Nitrate + Nitrite	17,9 µM	20,1 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 30,6 µM
Ammonium	1,66 µM	1,43 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 0,83 µM
Phosphate	0,49 µM	0,42 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 0,78 µM
Silicate	10,8 µM	10,5 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 16,7 µM
Rapport NID/PID	66,9	107,7	NID/PID maximum : 260,9
			NID/PID minimum : 27,3
BIOLOGIE			
Chlorophylle- <i>a</i>	1,7 µg/L	1,5 µg/L	Pic printanier (mars-mai) : 7,7 µg/L
			Pic fin d'été (août-oct) : 1,9 µg/L
Phytoplancton - Blooms observés :		<i>Pseudo-nitzschia, complexe delicatissima, groupe des fines</i> 211 200 cell/L 30/03/21	
RISQUE D'EUTROPHISATION :			Modéré

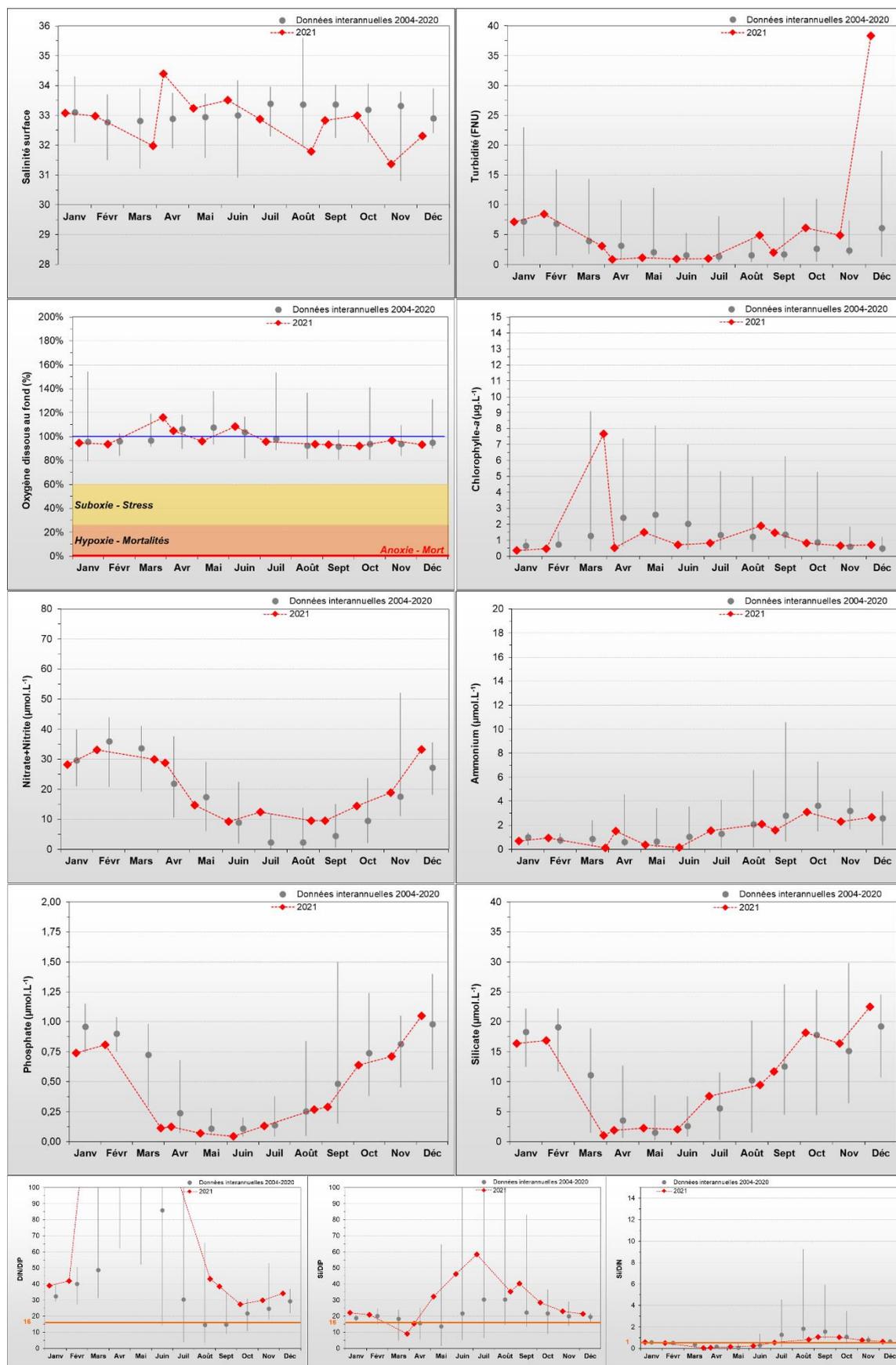
BLOOMS PHYTOPLANCTONIQUES A ST AUBIN LES ESSARTS



Moy. annuelle : moyenne interannuelle du nombre de blooms phytoplanctoniques

Max. annuel : maximum interannuel du nombre de blooms phytoplanctoniques observés par an

PARAMETRES HYDROLOGIQUES A ST AUBIN LES ESSARTS



4.15 Masse d'eau HC14 (Ouistreham 1 mille 2001-2021)



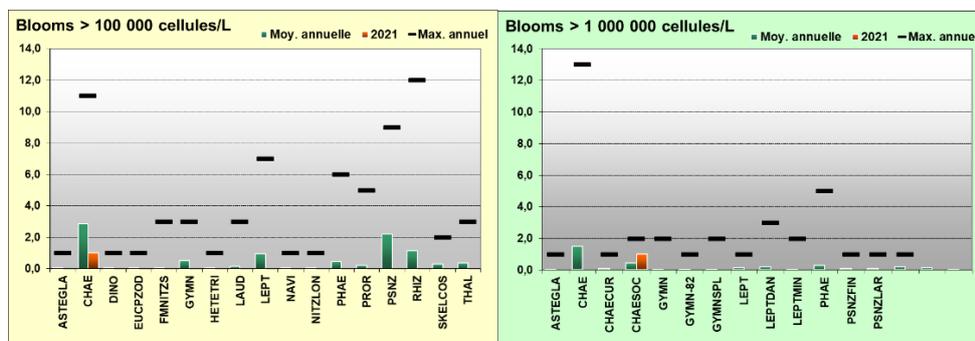
La masse d'eau HC14 est directement impactée par les apports de l'Orne. Bien que la biomasse soit hétérogène, la masse d'eau HC14 fait partie d'un continuum hydrologique avec les masses d'eau HC13 et HC12 avec une courantologie comparable (Le Goff *et al*, 2005), mais est sous l'influence directe de l'Orne, et indirecte de la Seine, se traduisant par une salinité en moyenne plus faible. Situé en face de

l'embouchure de l'Orne, ce point est directement soumis aux apports terrigènes de ce cours d'eau, se traduisant par une salinité en moyenne plus faible que sur les autres points de la zone. Du fait de cette influence, des dessalures peuvent être observées à tout moment de l'année accompagnées de recharge en nutriments, notamment en azote.

En 2021, une succession de dessalure sont observées, ce qui permet d'expliquer les concentrations élevées en nitrate+nitrite à partir de mars. A cette même période, un léger pic de chlorophylle-*a* est observée (6,0 µg/L) et une espèce phytoplanctonique *Chaetoceros socialis* a été observée en état de bloom (> 1 000 000 cellules/L) début juillet.

Paramètres	Moyenne interannuelle	Moyenne 2021	Spécificités 2021
PHYSICO-CHIMIE			
Salinité	32,5	33,0	Dessalure maximale : 32,0
Turbidité	5,0 FNU	6,8 FNU	Maximum : 31,4 FNU
Oxygène dissous fond	103,5 %	100,7 %	Minimum : 93,6 %
HYDROLOGIE			
Nitrate + Nitrite	21,9 µM	27,8 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 36,8 µM
Ammonium	1,90 µM	1,55 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 0,63 µM
Phosphate	0,54 µM	0,42 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 0,78 µM
Silicate	12,2 µM	12,3 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 18,8 µM
Rapport NID/PID	74,4	154,8	NID/PID maximum : 434,6
			NID/PID minimum : 28,6
BIOLOGIE			
Chlorophylle- <i>a</i>	4,3 µg/L	2,1 µg/L	Pic printanier (mars-mai) : 6,0 µg/L
			Pic fin d'été (août-oct) : 4,0 µg/L
Phytoplancton - Blooms observés :			<i>Chaetoceros socialis</i> 2 800 000 cell/L 09/07/21
RISQUE D'EUTROPHISATION :			Modéré

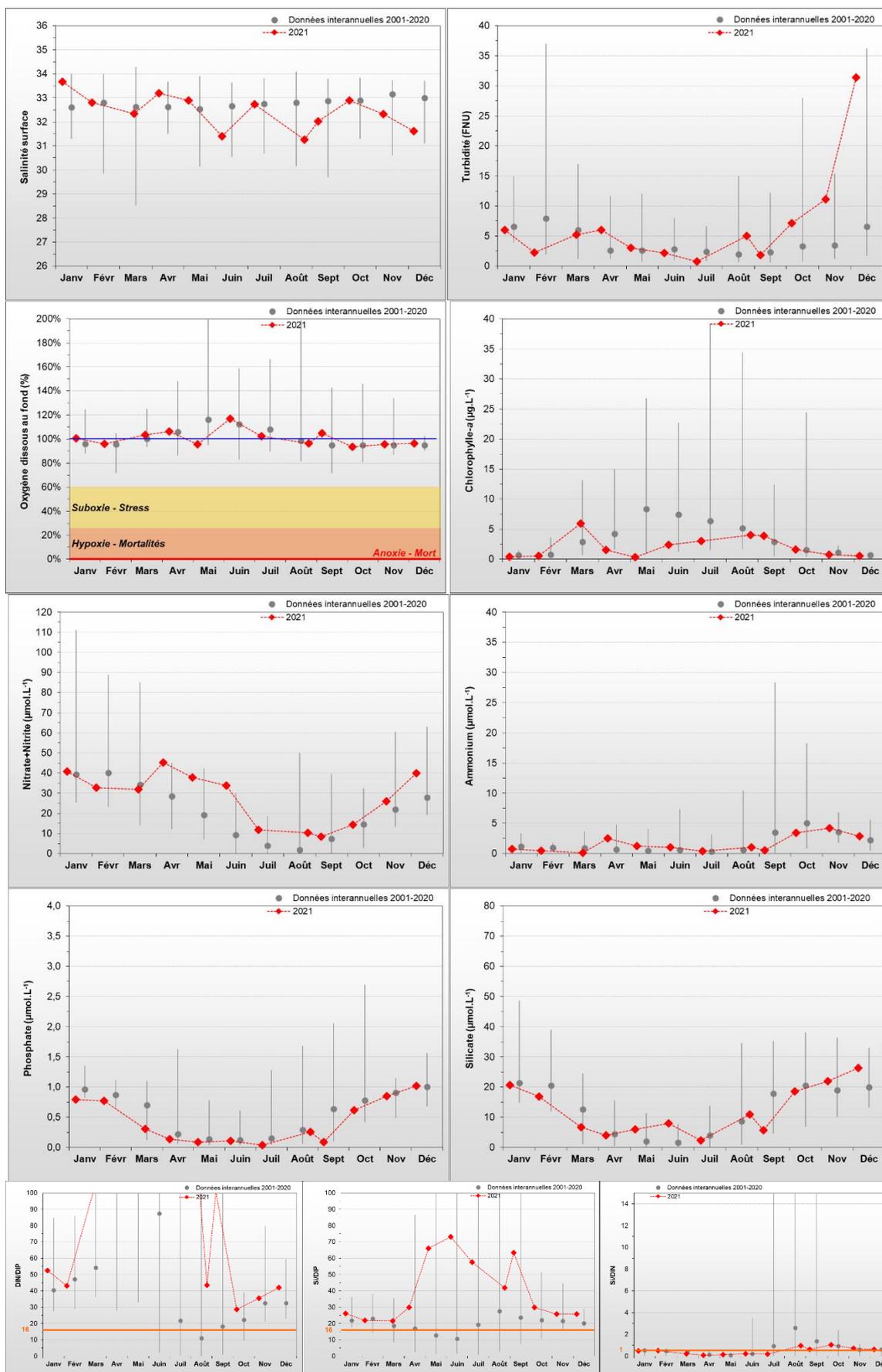
BLOOMS PHYTOPLANCTONIQUES A OUISTREHAM 1 MILLE



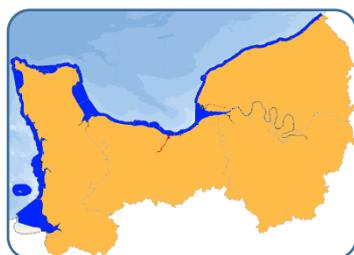
Moy. annuelle : moyenne interannuelle du nombre de blooms phytoplanctoniques

Max. annuel : maximum interannuel du nombre de blooms phytoplanctoniques observés par an

PARAMETRES HYDROLOGIQUES A OUISTREHAM 1 MILLE



4.16 Masse d'eau HT04 (Estuaire de l'Orne 2007-2021)

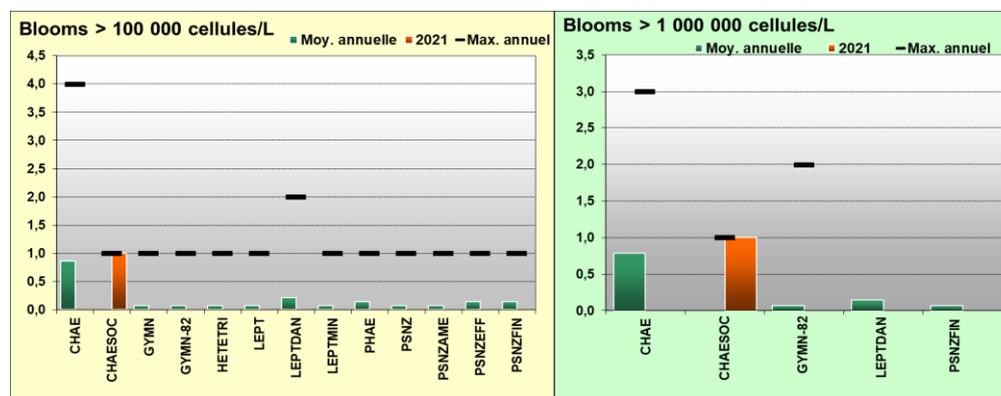


Situé dans l'embouchure de l'Orne, ce point est directement soumis aux apports terrigènes de ce cours d'eau, se traduisant par une salinité en moyenne encore plus faible qu'à « Ouistreham 1 mille » (HC14). Du fait de cette influence, des dessalures peuvent être observées à tout moment de l'année, accompagnées de recharge en nutriments, notamment en nitrate + nitrite.

En 2021, la salinité reste proche de la médiane historique tout au long de l'année, il en est de même pour tous les paramètres hydrologiques. Un léger pic printanier de chlorophylle-*a* est mesuré en mars (4,3 µg/L) avant d'observer des valeurs en-dessous de la médiane historique jusqu'en août. Une espèce microphytoplanctonique a été observée en état de bloom, *Chaetoceros socialis* du genre diatomées en juillet (> 1 000 000 cellules/L).

Paramètres	Moyenne interannuelle	Moyenne 2021	Spécificités 2021
PHYSICO-CHIMIE			
Salinité	31,2	31,4	Dessalure maximale : 30,0
Turbidité	11,7 FNU	22,1 FNU	Maximum : 98,0 FNU
Oxygène dissous fond	99,3 %	100,4 %	Minimum : 92,1 %
HYDROLOGIE			
Nitrate + Nitrite	42,0 µM	38,1 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 78,5 µM
Ammonium	2,34 µM	1,93 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 1,71 µM
Phosphate	0,67 µM	0,51 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 0,96 µM
Silicate	20,2 µM	17,6 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 35,2 µM
Rapport NID/PID	89,6	160,8	NID/PID maximum : 421,3 NID/PID minimum : 36,4
BIOLOGIE			
Chlorophylle- <i>a</i>	3,5 µg/L	2,0 µg/L	Pic printanier (mars-mai) : 4,3 µg/L Pic fin d'été (août-oct) : 6,0 µg/L
Phytoplancton - Blooms observés :	<i>Chaetoceros socialis</i> 2 300 000 cell/L 09/07/21		
RISQUE D'EUTROPHISATION :			Modéré

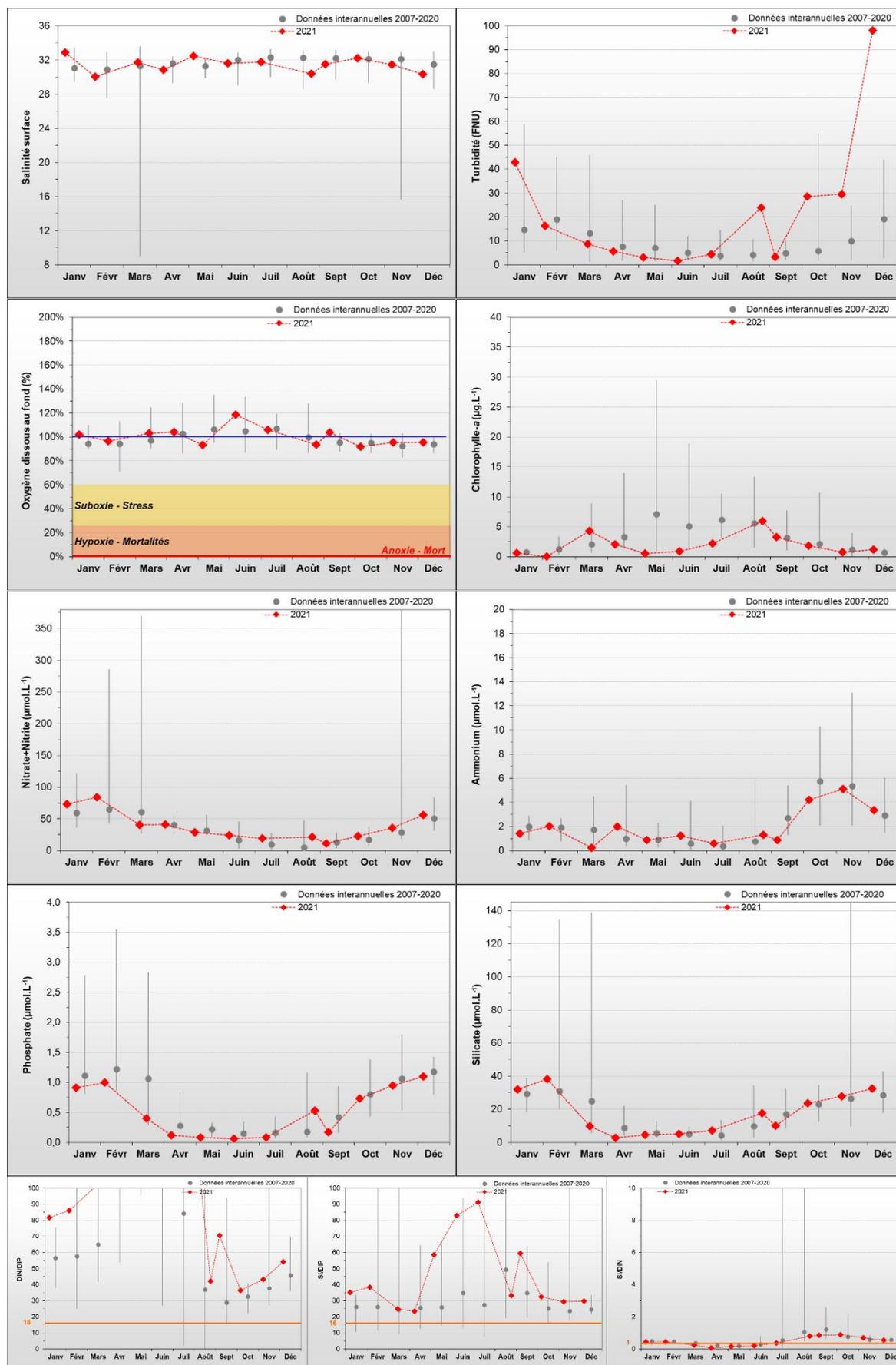
BLOOMS PHYTOPLANCTONNIQUES A ESTUAIRE DE L'ORNE



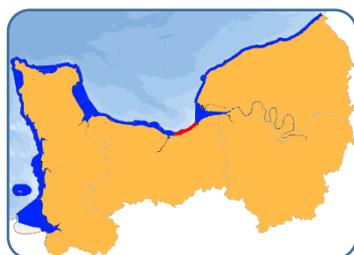
Moy. annuelle : moyenne interannuelle du nombre de blooms phytoplanctoniques

Max. annuel : maximum interannuel du nombre de blooms phytoplanctoniques observés par an

PARAMETRES HYDROLOGIQUES A ESTUAIRE DE L'ORNE



4.17 Masse d'eau HC15 (Cabourg 2001-2021)

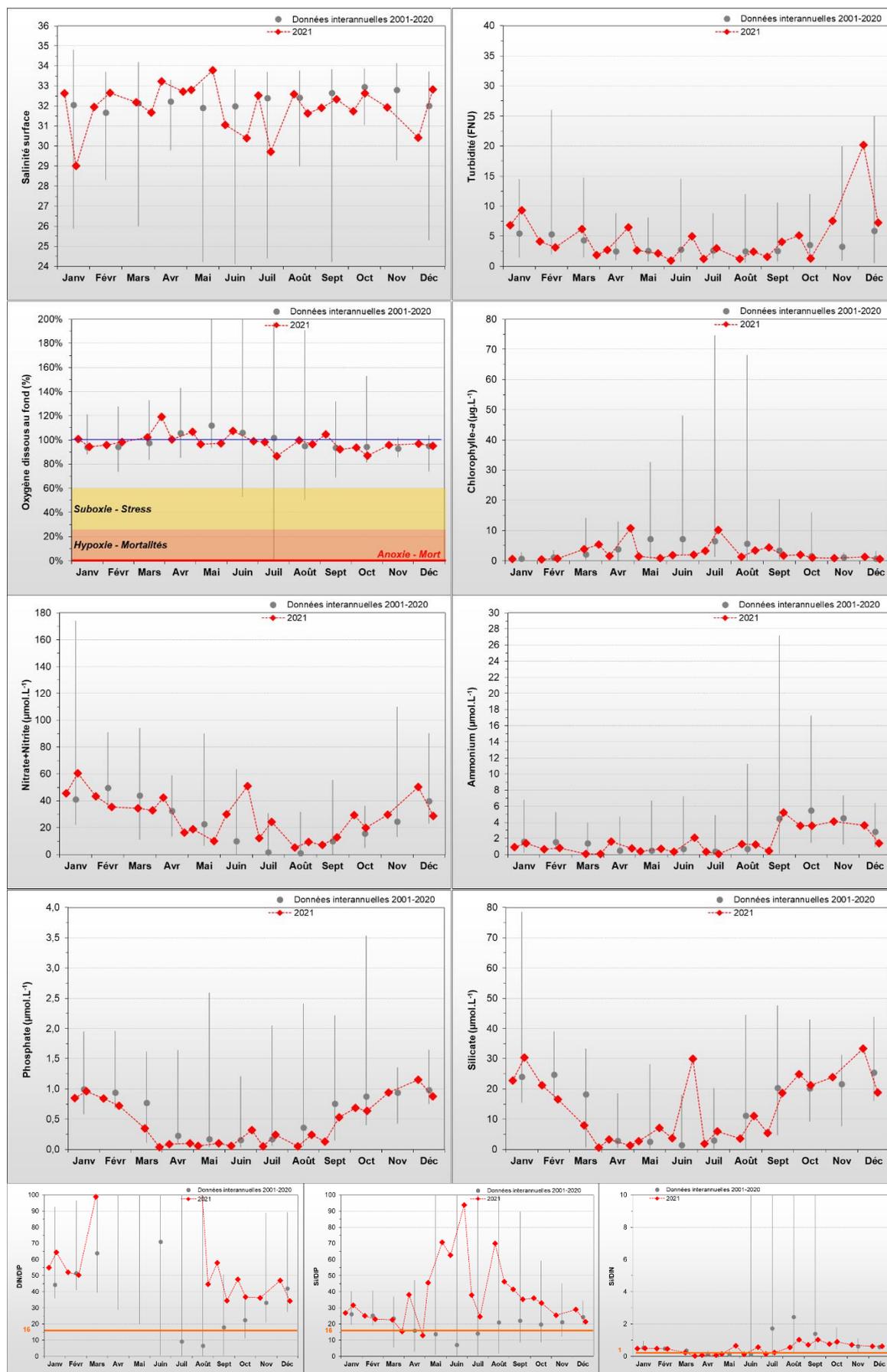


La masse d'eau HC15 est directement soumise à l'influence des apports terrigènes de la *Dives*, et se trouve également à proximité des estuaires de la *Touques* et surtout de la *Seine*. Pour cette raison, la salinité peut varier de manière importante, avec des dessalures importantes certaines années du fait de la crue de la *Seine*.

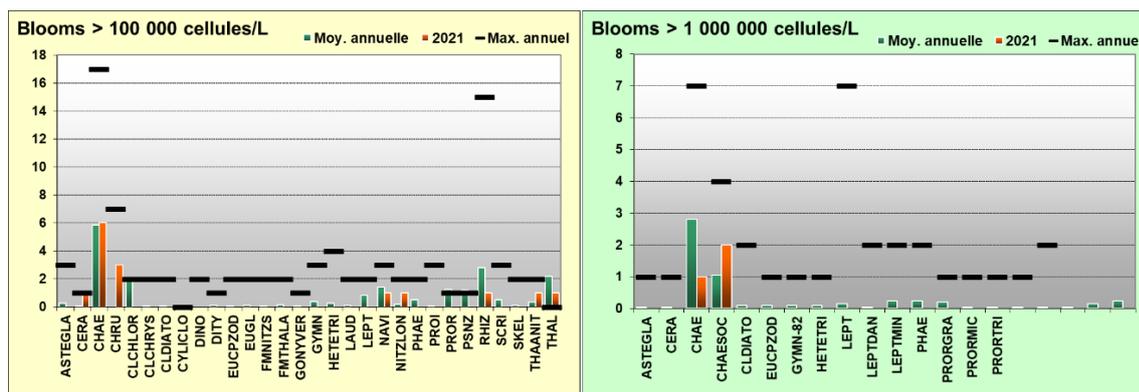
En 2021, les stocks hivernaux en nutriments étaient légèrement en dessous des médianes interannuelles. Le reste de l'année, les concentrations en nutriments restent proches des médianes interannuelles ; sauf en juin, où un apport ponctuel en nitrate+nitrite et en silicate est observé, suite à une baisse significative de la salinité. De mars à août, le rapport NID/PID reste élevé ; le phosphate est le facteur limitant dans le milieu. La biomasse mesurée est aussi similaire à la médiane interannuelle, avec un léger pic printanier de chlorophylle-*a* (3,9 µg/L) fin avril. Au total, huit taxons ont été observés en état de bloom entre début mars et fin août, dont une considérée comme nuisible qui a dépassé le seuil (> 1 000 000 cellules/L) par deux fois, *Chaetoceros socialis*.

Paramètres	Moyenne interannuelle	Moyenne 2021	Spécificités 2021																																																									
PHYSICO-CHIMIE																																																												
Salinité	32,0	32,1	Dessalure maximale : 30,4																																																									
Turbidité	4,4 FNU	5,0 FNU	Maximum : 20,2 FNU																																																									
Oxygène dissous fond	101,4 %	99,3 %	Minimum : 93,6 %																																																									
HYDROLOGIE																																																												
Nitrate + Nitrite	26,6 µM	29,1 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 44,6 µM																																																									
Ammonium	2,22 µM	1,46 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 0,78 µM																																																									
Phosphate	0,62 µM	0,44 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 0,85 µM																																																									
Silicate	14,4 µM	12,9 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 22,0 µM																																																									
Rapport NID/PID	81,6	177,3	NID/PID maximum : 519,3 NID/PID minimum : 36,1																																																									
BIOLOGIE																																																												
Chlorophylle- <i>a</i>	4,2 µg/L	1,9 µg/L	Pic printanier (mars-mai) : 3,9 µg/L Pic fin d'été (août-oct) : 4,4 µg/L																																																									
Phytoplancton - Blooms observés :	<table border="1"> <tbody> <tr> <td><i>Thalassiosira levanderi + minima</i></td> <td>126 500 cell/L</td> <td>16/03/21</td> </tr> <tr> <td><i>Pseudo-nitzschia, complexe delicatissima, groupe des fines</i></td> <td>279 000 cell/L</td> <td>30/03/21</td> </tr> <tr> <td><i>Skeletonema</i></td> <td>289 200 cell/L</td> <td>30/03/21</td> </tr> <tr> <td><i>Chaetoceros curvisetus + debilis + pseudocurvisetus</i></td> <td>560 600 cell/L</td> <td>30/03/21</td> </tr> <tr> <td><i>Rhizosolenia imbricata + styliformis</i></td> <td>338 200 cell/L</td> <td>29/04/21</td> </tr> <tr> <td><i>Cryptophyceae</i></td> <td>134 100 cell/L</td> <td>07/05/21</td> </tr> <tr> <td><i>Cryptophyceae</i></td> <td>163 200 cell/L</td> <td>27/05/21</td> </tr> <tr> <td><i>Cerataulina pelagica</i></td> <td>120 500 cell/L</td> <td>08/06/21</td> </tr> <tr> <td><i>Chaetoceros</i></td> <td>247 000 cell/L</td> <td>08/06/21</td> </tr> <tr> <td><i>Chaetoceros socialis + socialis f. radians</i></td> <td>570 400 cell/L</td> <td>08/06/21</td> </tr> <tr> <td><i>Chaetoceros</i></td> <td>1 915 000 cell/L</td> <td>28/06/21</td> </tr> <tr> <td><i>Cryptophyceae</i></td> <td>279 000 cell/L</td> <td>28/06/21</td> </tr> <tr> <td><i>Chaetoceros</i></td> <td>111 000 cell/L</td> <td>09/07/21</td> </tr> <tr> <td><i>Chaetoceros socialis</i></td> <td>3 200 000 cell/L</td> <td>09/07/21</td> </tr> <tr> <td><i>Chaetoceros</i></td> <td>188 900 cell/L</td> <td>21/07/21</td> </tr> <tr> <td><i>Chaetoceros socialis</i></td> <td>4 627 000 cell/L</td> <td>21/07/21</td> </tr> <tr> <td><i>Leptocylindrus, complexe danicus groupe des larges</i></td> <td>221 700 cell/L</td> <td>21/07/21</td> </tr> <tr> <td><i>Chaetoceros</i></td> <td>114 100 cell/L</td> <td>12/08/21</td> </tr> <tr> <td><i>Leptocylindrus minimus</i></td> <td>128 100 cell/L</td> <td>25/08/21</td> </tr> </tbody> </table>			<i>Thalassiosira levanderi + minima</i>	126 500 cell/L	16/03/21	<i>Pseudo-nitzschia, complexe delicatissima, groupe des fines</i>	279 000 cell/L	30/03/21	<i>Skeletonema</i>	289 200 cell/L	30/03/21	<i>Chaetoceros curvisetus + debilis + pseudocurvisetus</i>	560 600 cell/L	30/03/21	<i>Rhizosolenia imbricata + styliformis</i>	338 200 cell/L	29/04/21	<i>Cryptophyceae</i>	134 100 cell/L	07/05/21	<i>Cryptophyceae</i>	163 200 cell/L	27/05/21	<i>Cerataulina pelagica</i>	120 500 cell/L	08/06/21	<i>Chaetoceros</i>	247 000 cell/L	08/06/21	<i>Chaetoceros socialis + socialis f. radians</i>	570 400 cell/L	08/06/21	<i>Chaetoceros</i>	1 915 000 cell/L	28/06/21	<i>Cryptophyceae</i>	279 000 cell/L	28/06/21	<i>Chaetoceros</i>	111 000 cell/L	09/07/21	<i>Chaetoceros socialis</i>	3 200 000 cell/L	09/07/21	<i>Chaetoceros</i>	188 900 cell/L	21/07/21	<i>Chaetoceros socialis</i>	4 627 000 cell/L	21/07/21	<i>Leptocylindrus, complexe danicus groupe des larges</i>	221 700 cell/L	21/07/21	<i>Chaetoceros</i>	114 100 cell/L	12/08/21	<i>Leptocylindrus minimus</i>	128 100 cell/L	25/08/21
<i>Thalassiosira levanderi + minima</i>	126 500 cell/L	16/03/21																																																										
<i>Pseudo-nitzschia, complexe delicatissima, groupe des fines</i>	279 000 cell/L	30/03/21																																																										
<i>Skeletonema</i>	289 200 cell/L	30/03/21																																																										
<i>Chaetoceros curvisetus + debilis + pseudocurvisetus</i>	560 600 cell/L	30/03/21																																																										
<i>Rhizosolenia imbricata + styliformis</i>	338 200 cell/L	29/04/21																																																										
<i>Cryptophyceae</i>	134 100 cell/L	07/05/21																																																										
<i>Cryptophyceae</i>	163 200 cell/L	27/05/21																																																										
<i>Cerataulina pelagica</i>	120 500 cell/L	08/06/21																																																										
<i>Chaetoceros</i>	247 000 cell/L	08/06/21																																																										
<i>Chaetoceros socialis + socialis f. radians</i>	570 400 cell/L	08/06/21																																																										
<i>Chaetoceros</i>	1 915 000 cell/L	28/06/21																																																										
<i>Cryptophyceae</i>	279 000 cell/L	28/06/21																																																										
<i>Chaetoceros</i>	111 000 cell/L	09/07/21																																																										
<i>Chaetoceros socialis</i>	3 200 000 cell/L	09/07/21																																																										
<i>Chaetoceros</i>	188 900 cell/L	21/07/21																																																										
<i>Chaetoceros socialis</i>	4 627 000 cell/L	21/07/21																																																										
<i>Leptocylindrus, complexe danicus groupe des larges</i>	221 700 cell/L	21/07/21																																																										
<i>Chaetoceros</i>	114 100 cell/L	12/08/21																																																										
<i>Leptocylindrus minimus</i>	128 100 cell/L	25/08/21																																																										
RISQUE D'EUTROPHISATION :	Modéré																																																											

PARAMETRES HYDROLOGIQUES A CABOURG



BLOOMS PHYTOPLANCTONIQUES A CABOURG



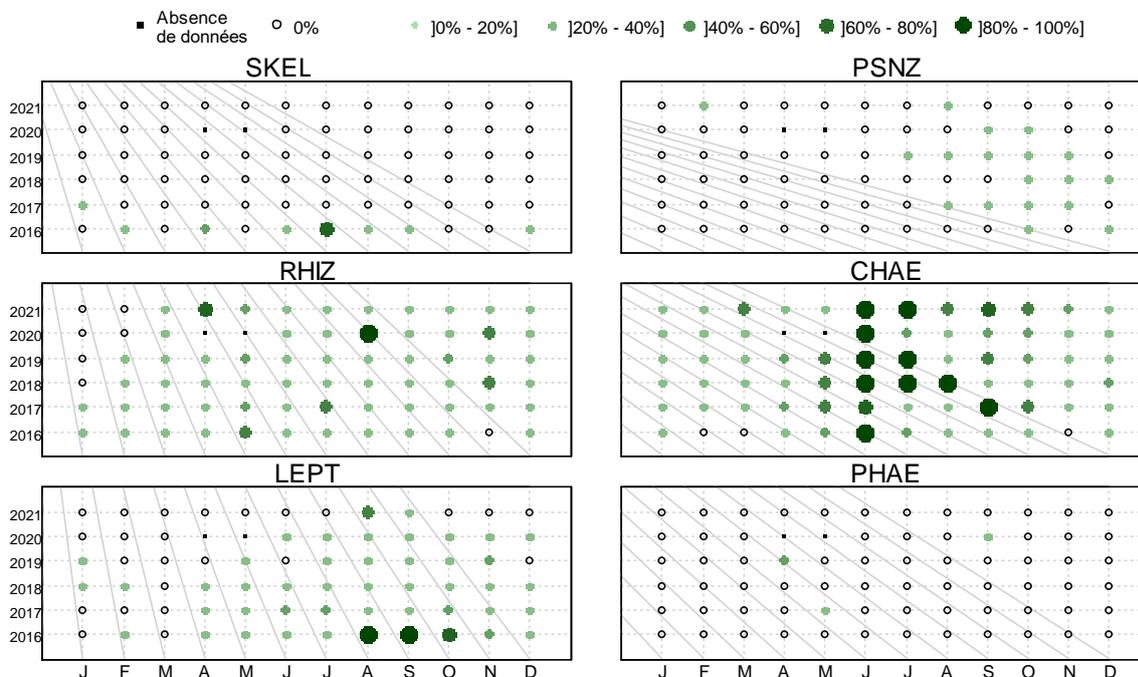
Moy. annuelle : moyenne interannuelle du nombre de blooms phytoplanktoniques

Max. annuel : maximum interannuel du nombre de blooms phytoplanktoniques observés par an

ESPECES PHYTOPLANCTONIQUES DOMINANTES A CABOURG

Sur ce point, une lecture de la totalité de la flore microphytoplanktonique est systématiquement réalisée, afin de mieux caractériser son peuplement. En hiver (janvier-mars), le peuplement est majoritairement dominé par la diatomée *Skeletonema* sp (SKEL) jusqu'en 2016 ; puis *Chaetoceros* sp (CHAE) apparait également présente sur cette même période de façon régulière. La majeure partie du printemps (avril-juin) et de l'été (juillet-septembre) est dominé par la diatomée du genre *Chaetoceros* sp (CHAE) et *Rhizosolenia* sp (RHIZ). Enfin, le genre *Leptocylindrus* sp domine généralement l'automne, avec ponctuellement le genre *Rhizosolenia* sp comme en novembre 2018 et 2020. A noter que les espèces *Chaetoceros socialis* et *Skeletonema costatum* font partie de la liste des espèces phytoplanktoniques nuisibles.

AESN - 010-P-109 - Cabourg



Source RHLN-Ifremer, banque Quadrigé²

Evolution temporelle des principales espèces (%), par mois et par année. RHIZ = *Rhizosolenia* sp, SKEL = *Skeletonema* sp, CHAE = *Chaetoceros* sp, LEPT = *Leptocylindrus* sp, PSNZ = *Pseudo-Nitzschia* sp, PHAE = *Phaeocystis*.

4.18 Masse d'eau HT03 (Seine-1 2008-2021)

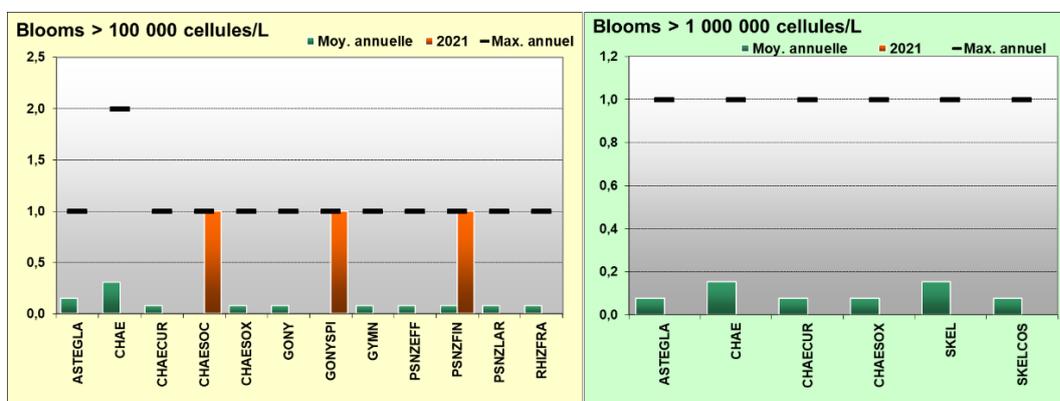


La masse d'eau HT03 constitue la partie aval de l'estuaire de la Seine, ainsi le point « Seine-1 » présente la plus faible salinité moyenne du littoral normand, et peut subir des dessalures importantes.

En 2021, les stocks hivernaux en nutriments étaient supérieurs aux médianes interannuelles jusqu'en mars, avant d'observer des valeurs légèrement inférieures jusqu'à début août ; où une dessalure maximale (20,0) apparaît suite à une légère crue (873 m³/s, le 27/07/21), ce qui a permis un apport ponctuel en nutriments. Pour la biomasse, un pic printanier de chlorophylle-*a* est mesuré début avril (9,7 µg/L), puis elle apparaît en léger déficit en août et septembre par rapport aux médianes interannuelles. Trois espèces microphytoplanctonique ont été observées en état de bloom : *Pseudonitzschia* en avril, *Gonyaulax* en mai et *Chaetoceros socialis* du genre diatomées en juillet, toutes avec des valeurs > 100 000 cellules/L.

Paramètres	Moyenne interannuelle	Moyenne 2021	Spécificités 2021
PHYSICO-CHIMIE			
Salinité	28,5	27,3	Dessalure maximale : 20,0
Turbidité	7,4 FNU	7,6 FNU	Maximum : 30,2 FNU
Oxygène dissous fond	102,3 %	96,8 %	Minimum : 85,5 %
HYDROLOGIE			
Nitrate + Nitrite	68,8 µM	162,8 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 162,8 µM
Ammonium	2,75 µM	3,62 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 3,62 µM
Phosphate	1,07 µM	1,09 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 1,58 µM
Silicate	28,6 µM	64,5 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 64,5 µM
Rapport NID/PID	86,8	123,3	NID/PID maximum : 166,6 NID/PID minimum : 93,7
BIOLOGIE			
Chlorophylle- <i>a</i>	4,0 µg/L	3,1 µg/L	Pic printanier (mars-mai) : 9,7 µg/L
			Pic fin d'été (août-oct) : 2,8 µg/L
Phytoplancton - Blooms observés :		<i>Pseudo-nitzschia, complexe</i>	194 600 cell/L 01/04/21
		<i>Gonyaulax spinifera</i>	403 300 cell/L 03/05/21
		<i>Chaetoceros socialis</i>	745 000 cell/L 01/07/21
RISQUE D'EUTROPHISATION :			Modéré

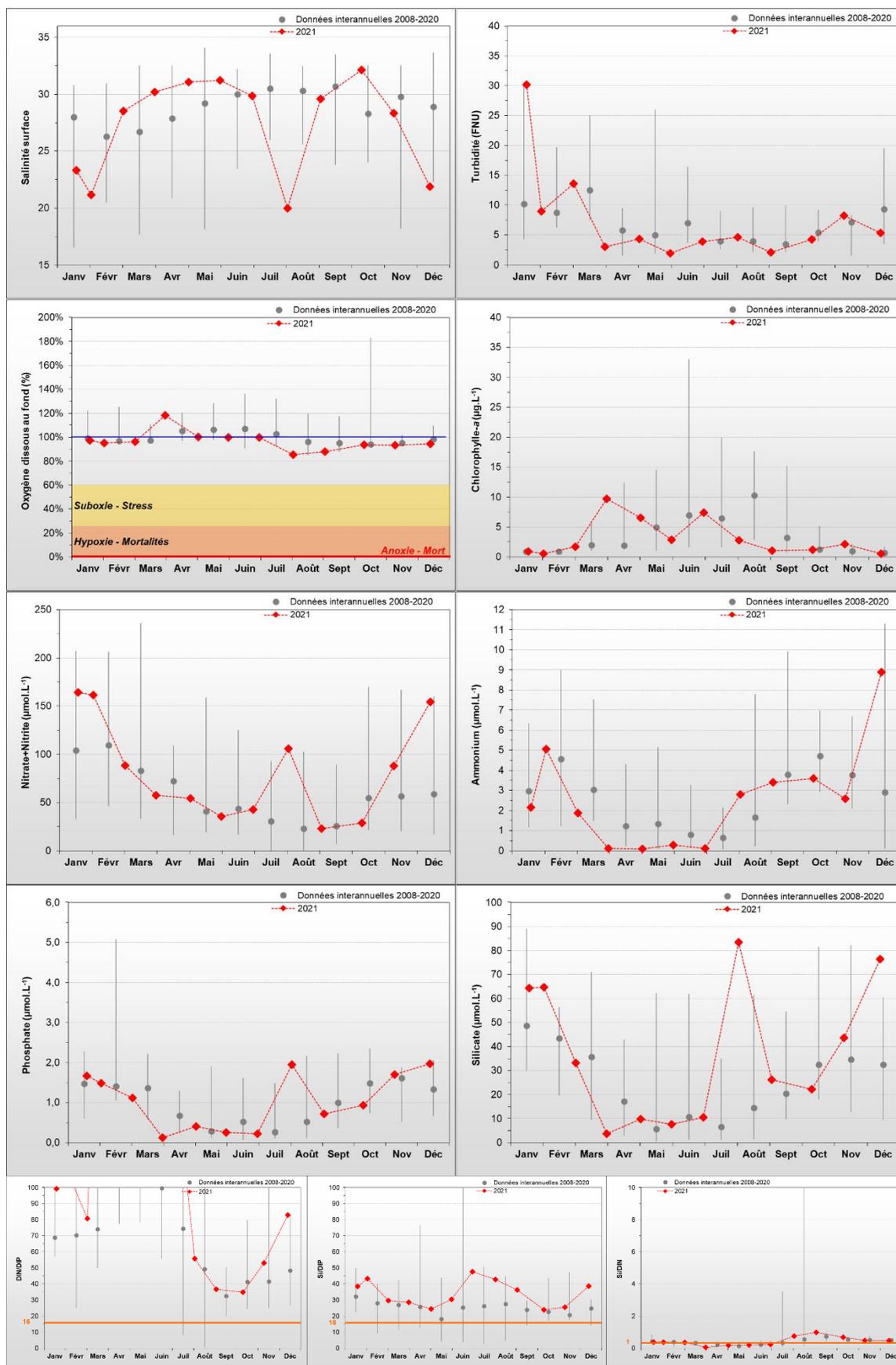
BLOOMS PHYTOPLANCTONIQUES A SEINE-1



Moy. annuelle : moyenne interannuelle du nombre de blooms phytoplanctoniques

Max. annuel : maximum interannuel du nombre de blooms phytoplanctoniques observés par an

PARAMETRES HYDROLOGIQUES A SEINE-1



4.19 Masse d'eau HC16 (Antifer ponton pétrolier 2002-2021)

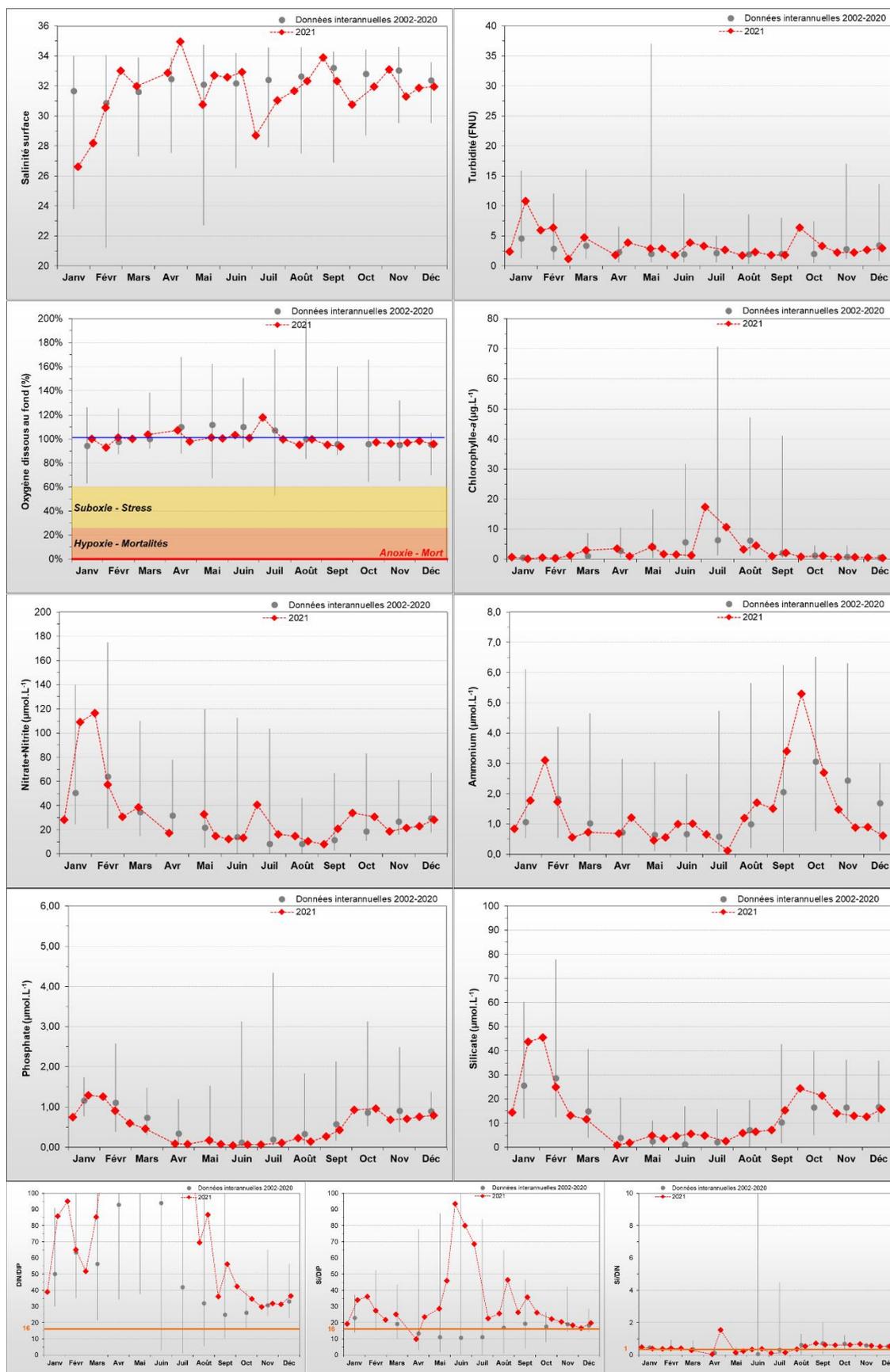


La masse d'eau HC16 est indirectement sous l'influence du panache de la *Seine*, et subit régulièrement des dessalures modérées à importantes qui rechargent le milieu en nutriments.

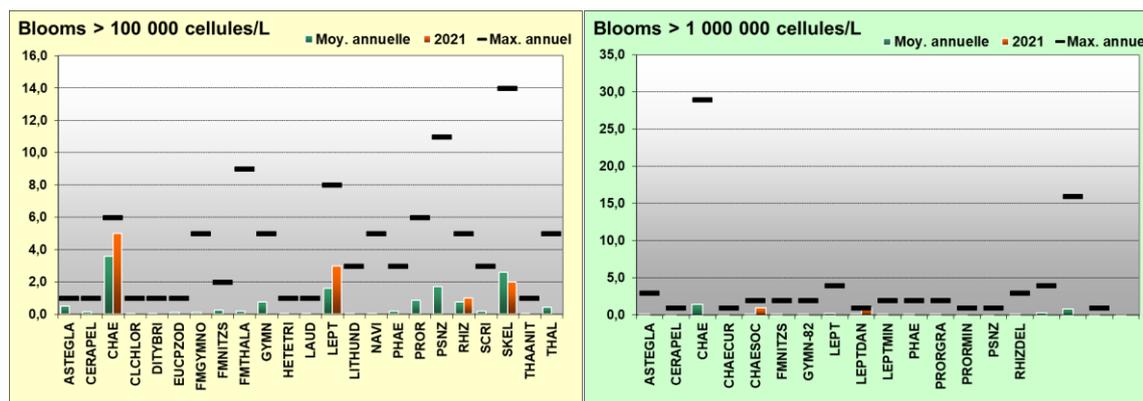
En 2021, les stocks hivernaux en nutriments étaient supérieurs aux médianes interannuelles. Des dessalures consécutives entre janvier et février ont permis de recharger le milieu en nutriments. Le reste de l'année les paramètres hydrologiques restent proches des médianes interannuelles (hors début octobre). En effet, un pic de nutriments apparaît à cette période, probablement en lien direct avec la dessalure (30,8) observée. Le phosphore apparaît comme le nutriment en défaut par rapport à l'azote tout au long de l'année. La biomasse était similaire aux médianes interannuelles tout au long de l'année, sauf début juillet où un pic de chlorophylle-*a* est mesuré à 17,4 µg/L. Au total, six familles de taxons ont été observées en état de bloom entre mi-avril et fin août, dont ***Chaetoceros socialis*** (06/07/21) et ***Leptocylindrus, complexe danicus groupe des larges*** (26/07/21) qui ont dépassé le seuil d'un million de cellules par litre.

Paramètres	Moyenne interannuelle	Moyenne 2021	Spécificités 2021
PHYSICO-CHIMIE			
Salinité	31,7	31,3	Dessalure maximale : 26,6
Turbidité	3,5 FNU	3,3 FNU	Maximum : 10,8 FNU
Oxygène dissous fond	104,3 %	100,4 %	Minimum : 93,1 %
HYDROLOGIE			
Nitrate + Nitrite	33,6 µM	37,9 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 112,8 µM
Ammonium	1,58 µM	1,33 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 2,44 µM
Phosphate	0,69 µM	0,54 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 1,28 µM
Silicate	13,9 µM	14,9 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 44,6 µM
Rapport NID/PID	79,5	140,1	NID/PID maximum : 592,1
			NID/PID minimum : 29,8
BIOLOGIE			
Chlorophylle- <i>a</i>	4,1 µg/L	2,9 µg/L	Pic printanier (mars-mai) : 4,1 µg/L
			Pic fin d'été (août-oct) : 3,2 µg/L
Phytoplancton - Blooms observés :			<i>Rhizosolenia imbricata</i> 128 000 cell/L 14/04/21
			<i>Cryptophyceae</i> 142 700 cell/L 17/05/21
			<i>Leptocylindrus, complexe danicus groupe des larges</i> 127 100 cell/L 17/05/21
			<i>Chaetoceros curvisetus</i> 315 700 cell/L 09/06/21
			<i>Skeletonema</i> 326 000 cell/L 06/07/21
			<i>Chaetoceros socialis</i> 4 640 000 cell/L 06/07/21
			<i>Skeletonema</i> 189 600 cell/L 26/07/21
			<i>Leptocylindrus, complexe danicus groupe des larges</i> 1 566 200 cell/L 26/07/21
			<i>Chaetoceros</i> 900 000 cell/L 26/07/21
			<i>Chaetoceros</i> 195 300 cell/L 11/08/21
			<i>Leptocylindrus, complexe minimus groupe des fines</i> 432 300 cell/L 23/08/21
		<i>Chaetoceros</i> 607 000 cell/L 23/08/21	
RISQUE D'EUTROPHISATION :			Modéré

PARAMETRES HYDROLOGIQUES A ANTIFER PONTON PETROLIER



BLOOMS PHYTOPLANCTONIQUES A ANTIFER PONTON PETROLIER



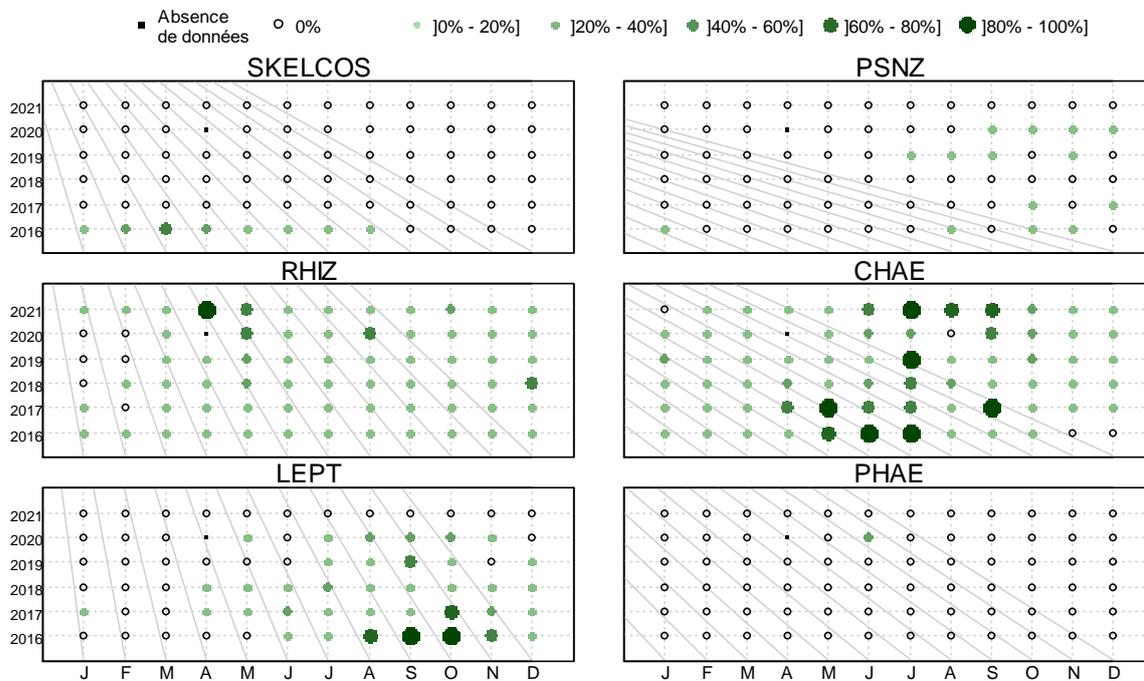
Moy. annuelle : moyenne interannuelle du nombre de blooms phytoplanktoniques
 Max. annuel : maximum interannuel du nombre de blooms phytoplanktoniques observés par an

ESPECES PHYTOPLANCTONIQUES DOMINANTES A ANTIFER PONTON PETROLIER

Sur ce point, une lecture de la totalité de la flore microphytoplanktonique est systématiquement réalisée, afin de mieux caractériser son peuplement. En hiver (janvier-mars), le peuplement est majoritairement dominé par la diatomée *Skeletonema* sp (SKEL) jusqu'en 2016. Cette partie de l'année est également dominée par *Chaetoceros* sp (CHAE). Cependant, cette diatomée du genre *Chaetoceros* sp apparaît majoritairement au printemps (avril-juin) et en été (juillet-septembre) ; *Rhizosolenia* sp (RHIZ) apparaît également sur ces mêmes périodes mais en moindre abondance. Enfin, le genre *Leptocylindrus* sp domine l'automne. A noter que les espèces *Chaetoceros socialis* et *Skeletonema costatum* font partie de la liste des espèces phytoplanktoniques nuisibles.

Evolution temporelle des principales espèces (%), par mois et par année. RHIZ = *Rhizosolenia* sp, SKEL =

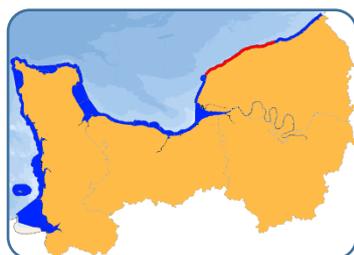
AESN - 010-P-001 - Antifer ponton pétrolier



Source RHLN-Ifremer, banque Quadrigé²

Skeletonema sp, CHAE = *Chaetoceros* sp, LEPT = *Leptocylindrus* sp, PSNZ = *Pseudo-Nitzschia* sp, PHAE = *Phaeocystis*.

4.20 Masse d'eau HC17 (Fécamp 1 mille 2007-2021)

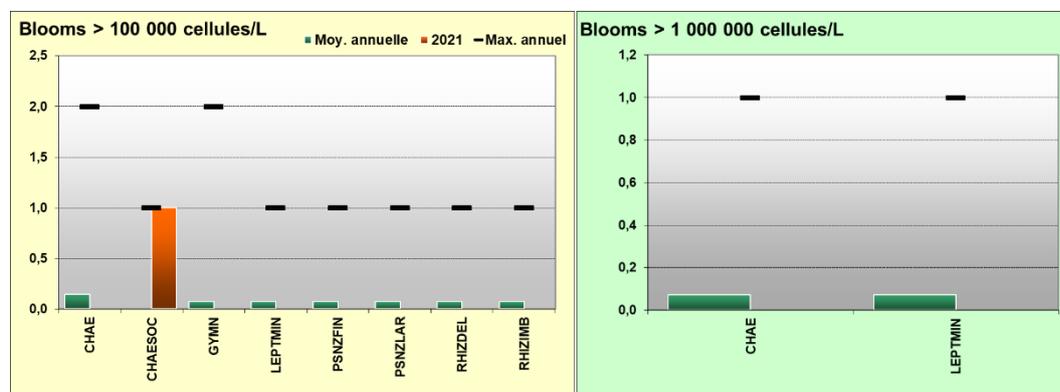


La masse d'eau HC17 est directement sous l'influence de la *Valmont* et indirectement du *Durdent* et de la *Seine*. Cette masse d'eau très étirée pose question quant à sa potentielle hétérogénéité vis-à-vis de sa biomasse chlorophyllienne, même si les premières simulations hydrodynamiques semblaient suggérer une certaine homogénéité du point de vue de la courantologie (Menet-Nédélec *et al*, 2018). Le point « Fécamp 1 mille » est directement sous l'influence de la *Valmont* et indirectement de la *Seine*.

En 2021, les mesures effectuées pour tous les paramètres hydrologiques sont, dans leur grande majorité, très similaires aux médianes interannuelles. Le phosphore apparaît comme le nutriment en défaut par rapport à l'azote tout au long de l'année. Deux pics de chlorophylle-*a* sont mesurés au cours de l'année, un premier pic printanier avec une concentration de 4,2 µg/L ; et un second pic estival avec une valeur exceptionnelle de 10,3 µg/L début juillet. A cette même période, une espèce considérée comme nuisible a été observée en état de bloom *Chaetoceros socialis*, à 900 000 cell/L.

Paramètres	Moyenne interannuelle	Moyenne 2021	Spécificités 2021
PHYSICO-CHIMIE			
Salinité	32,9	32,7	Dessalure maximale : 31,7
Turbidité	3,9 FNU	1,8 FNU	Maximum : 2,9 FNU
Oxygène dissous fond	101,2 %	99,2 %	Minimum : 93,5 %
HYDROLOGIE			
Nitrate + Nitrite	22,9 µM	26,7 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 44,6 µM
Ammonium	1,17 µM	1,00 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 0,62 µM
Phosphate	0,55 µM	0,49 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 0,83 µM
Silicate	10,9 µM	11,9 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 20,7 µM
Rapport NID/PID	74,0	91,9	NID/PID maximum : 232,3 NID/PID minimum : 37,4
BIOLOGIE			
Chlorophylle- <i>a</i>	1,9 µg/L	2,0 µg/L	Pic printanier (mars-mai) : 4,2 µg/L Pic fin d'été (août-oct) : 1,3 µg/L
Phytoplancton - Blooms observés :	<i>Chaetoceros socialis</i> 900000 cell/L 05/07/21		
RISQUE D'EUTROPHISATION :			Faible

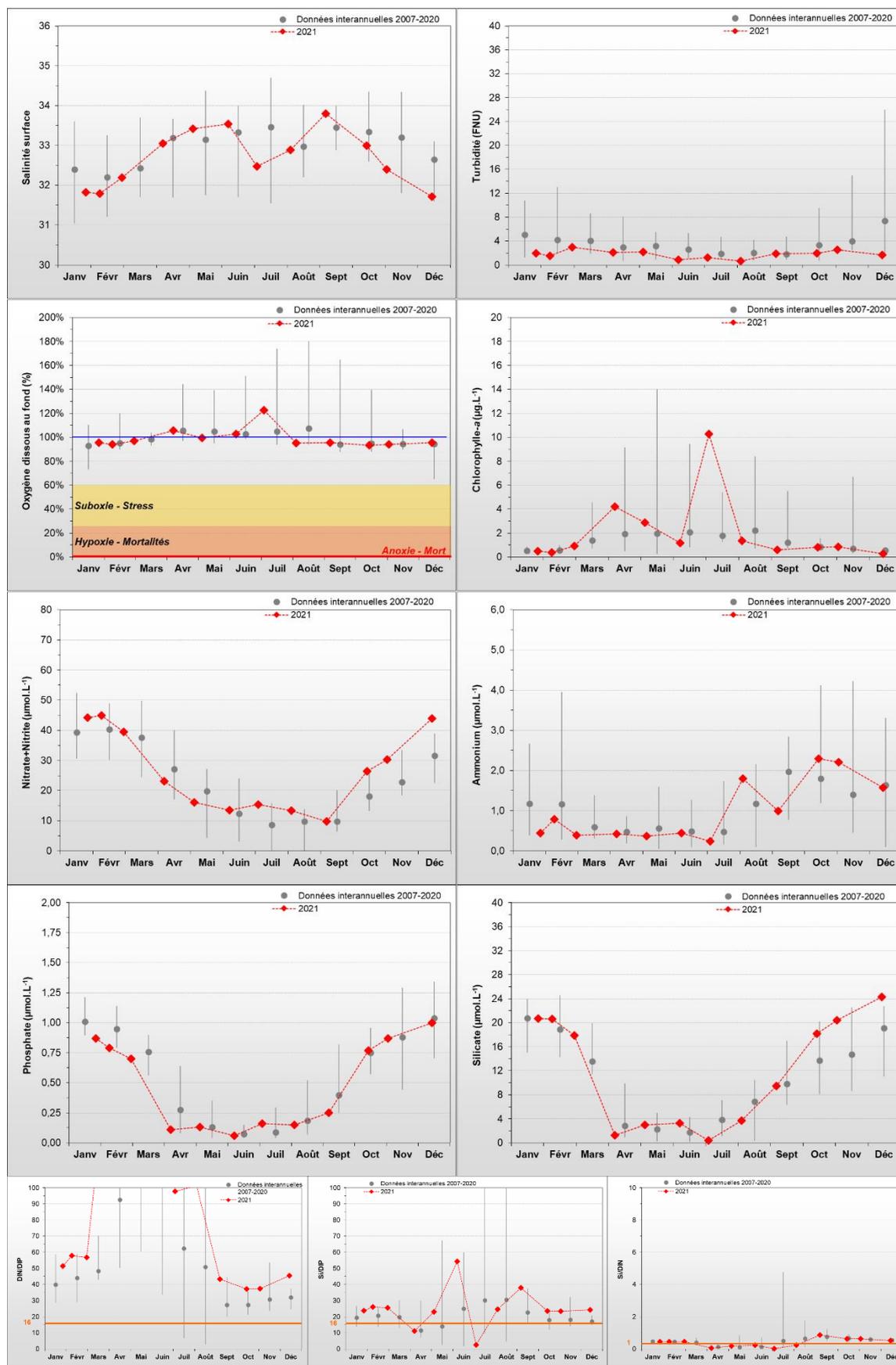
BLOOMS PHYTOPLANCTONNIQUES A FECAMP 1 MILLE



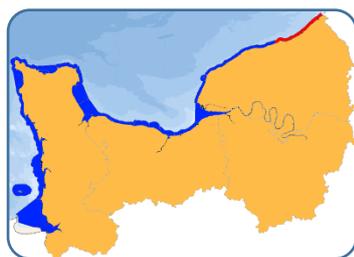
Moy. annuelle : moyenne interannuelle du nombre de blooms phytoplanctoniques

Max. annuel : maximum interannuel du nombre de blooms phytoplanctoniques observés par an

PARAMETRES HYDROLOGIQUES A FECAMP 1 MILLE



4.21 Masse d'eau HC18 (Dieppe 1 mille 2004-2005, 2008-2021)

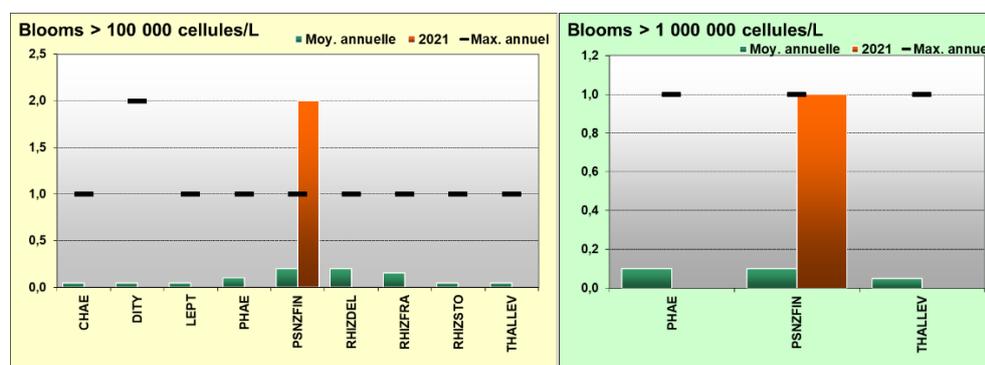


La masse d'eau HC18 est directement soumise à l'influence des apports de l'Arques, et indirectement de la Seine. Ainsi, des dessalures de faible amplitude peuvent recharger le milieu en nutriments.

En 2021, les mesures effectuées pour tous les paramètres hydrologiques sont, dans leur grande majorité, très similaires aux médianes interannuelles. Le phosphore apparaît comme le nutriment en défaut par rapport à l'azote tout au long de l'année. La biomasse était similaire aux médianes interannuelles, seul un pic printanier de *chlorophylle-a* (9,4 µg/L) a été détecté en avril. Une espèce a été observée en état de bloom *Pseudo-nitzschia, complexe delicatissima, groupe des fines*, en avril (> 100 000 cell/L) et en mai (> 1 000 000 cell/L).

Paramètres	Moyenne interannuelle	Moyenne 2021	Spécificités 2021
PHYSICO-CHIMIE			
Salinité	33,1 µM	33,3 µM	Dessalure maximale : 32,0
Turbidité	5,9 FNU	3,5 FNU	Maximum : 7,3 FNU
Oxygène dissous fond	103,5 %	96,8 %	Minimum : 87,1 %
HYDROLOGIE			
Nitrate + Nitrite	16,4 µM	18,3 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 37,9 µM
Ammonium	1,03 µM	0,78 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 1,49 µM
Phosphate	0,44 µM	0,43 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 1,00 µM
Silicate	9,9 µM	10,6 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 18,6 µM
Rapport NID/PID	67,4	92,1	NID/PID maximum : 307,1 NID/PID minimum : 26,2
BIOLOGIE			
Chlorophylle-a	2,1 µg/L	1,8 µg/L	Pic printanier (mars-mai) : 9,4 µg/L Pic fin d'été (août-oct) : 1,6 µg/L
Phytoplancton - Blooms observés :	<i>Pseudo-nitzschia, complexe delicatissima, groupe des fines</i> 442 800 cell/L 09/04/21 <i>Pseudo-nitzschia, complexe delicatissima, groupe des fines</i> 2 341 500 cell/L 12/05/21		
RISQUE D'EUTROPHISATION :			Faible

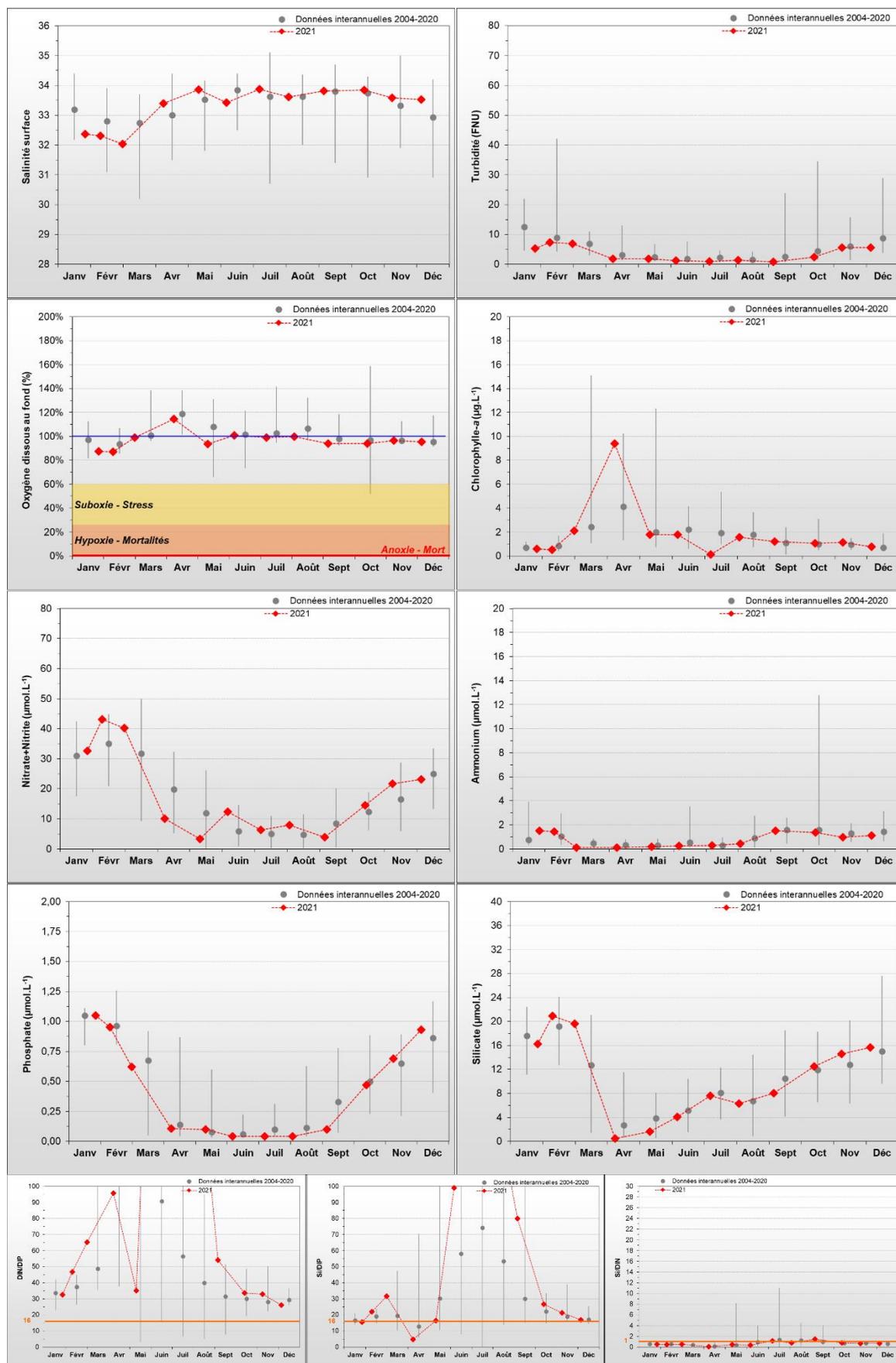
BLOOMS PHYTOPLANCTONIQUES A DIEPPE 1 MILLE



Moy. annuelle : moyenne interannuelle du nombre de blooms phytoplanctoniques

Max. annuel : maximum interannuel du nombre de blooms phytoplanctoniques observés par an

PARAMETRES HYDROLOGIQUES A DIEPPE 1 MILLE



5 Synthèse des faits marquants en 2021

5.1 Une année à deux vitesses

Selon le bulletin de situation hydrologique du bassin Seine-Normandie (source AESN et BRGM), par rapport à la normale interannuelle, l'année 2021 aura été ponctuée par une alternance de périodes humides (décembre-janvier-février, puis juin-juillet-août) et sèches (mars-avril-mai et novembre). En automne, on constate une dynamique un peu similaire à celle de l'an passé à la même période à savoir une alternance mois sec / mois humide. Les mois de décembre 2020 et janvier 2021 sont humides et des crues sont observées sur le bassin en décembre 2020, ce qui a permis de constituer un stock en nutriments. Les précipitations reprennent entre mai et juillet, elles permettent un apport ponctuel en nutriments ce qui a pu favoriser le développement du phytoplancton.

Ce bilan permet d'expliquer en grande partie les observations sur :

- ☞ la salinité, avec des dessalures ponctuelles en hiver et en été sur l'ensemble des points, notamment les plus estuariens.
- ☞ les stocks hivernaux en nutriments (février-mars) globalement supérieurs aux médianes interannuelles dans tous les secteurs du littoral normand,
- ☞ les concentrations en azote proches ou légèrement en dessous des médianes interannuelles le restant de l'année, sur tous les secteurs du littoral normand (hors dessalures) ;
- ☞ les concentrations faibles en phosphate dans la baie de Seine.

5.2 Une année productive en été

Sur le plan climatologique, **l'année 2021 s'est caractérisée par sa douceur, et son alternance de périodes sèches et humides**. La pluviométrie totale de l'année se rapproche de la normale avec une répartition des pluies très inégale au fil de l'année, comme le mois de juin qui est marqué par des épisodes orageux fréquents. En juillet, une période de beau temps va progressivement se mettre en place avec un soleil devenant généreux et avec des températures franchissant les 30°C entre le 14 et le 23 juillet ; en cumulant quasiment la moitié de la durée d'insolation mensuelle.

Entre mi-février et fin avril, la sécheresse s'installe. Des pics printaniers de chlorophylle-*a* sont mesurées sur une grande partie du littoral normand (Ouest Lingreville, Saint Aubin les Essarts, Seine1, Fécamp, Dieppe 1mille, ...) sans pour autant être associés à des blooms phytoplanctoniques. L'ensoleillement estival, précédé d'un apport en nutriments de par les averses orageuses et la forte pluviométrie, a probablement favorisé le développement de la biomasse sur cette période. En effet, des pics de chlorophylle-*a* sont observés en juillet à des concentrations supérieures aux données interannuelles pour certains points. Comme à Antifer ponton pétrolier (HC16), où une concentration de 17,4 µg/L a été mesurée en juillet.

De même, l'abondance du phytoplancton a été globalement modérée, avec des taxons en état de blooms entre mars et juillet sur la plupart des masses d'eau du littoral, présentés dans le **Tableau 5**. Les diatomées ont dominé les peuplements phytoplanctoniques, avec une prédominance des taxons des familles, *Chaetoceros sp*, *Cryptophyceae sp*, et *Leptocylindrus sp*. L'abondance maximale a été observée pour ***Chaetoceros sp* à Géfosse le 13/07/2021 avec 5 900 000 cellules/L**.

Tableau 5 : Synthèse des taxons en état de bloom en 2021.

	ASTE	CERA	CHAE	CRYP	GUI	LEPT	PSNZ	RHIZ	SKEL	THAL
Donville (HC03)				Mars Sept. Oct.	Mai	Juillet				Mars
Digue de Querqueville (HC60)				Sept.	Mai				Juillet	
Réville 1 mille (HC08)								Aout		
La Hougue (HC09)								Aout		
Gougins (HC09)								Aout		
Utah (HC10)								Aout		
Géfosse (HT06)	Sept.		Juillet	Mai Juin Juillet						Mars
St Aubin les Essart (HC13)							Mars			
Ouistreham 1 mille (HC14)			Juillet							
Cabourg (HC15)		Juin	Mars Juin Juillet Aout	Mai Juin		Juillet Aout	Mars	Avril	Mars	Mars
Antifer ponton pétrolier (HC16)			Juin Juillet Aout	Mai		Mai Juillet Aout		Avril	Juillet	
Fécamp 1 mille (HC17)			Juillet							
Dieppe 1 mille (HC18)							Avril Mai			

ASTE : Asterionella sp. ; CERA : Cerataulina sp. ; CHAE : Chaetoceros sp. ; CRYP : Cryptophyceae sp. ; GUI : Guinardia sp. ; LEPT : Leptocylindrus sp. ; PSNZ : Pseudo-nitzschia sp. ; RHIZ : Rhizosolenia sp. ; SKEL : Skeletonema sp. ; THAL : Thalassiosira sp. **En gras et vert : blooms > 1 million cellules/L.**

6 Synthèse

L'année 2021 est marquée par des périodes de temps atypiques, concernant soit la pluviométrie, soit l'ensoleillement ou encore le niveau des températures. C'est la huitième année consécutive où la température moyenne dépasse la valeur de référence. Toutefois, cette valeur annuelle cache de grandes disparités d'un mois à l'autre.

Les résultats obtenus grâce au RHLN ont montré les effets de cette année. Tout d'abord, un apport pluviométrique exceptionnel en janvier permet d'atteindre des stocks hivernaux en nutriments légèrement supérieurs aux données historiques sur les trois premiers mois de l'année. Puis un appauvrissement de ces stocks a été observé au printemps, avant d'être rechargés ponctuellement par des dessalures (épisodes orageux en juin).

La biomasse est restée conforme aux médianes interannuelles tout au long de l'année. Cependant certains points ont atteint des concentrations exceptionnelles de chlorophylle-*a* durant l'été (principalement en juillet), probablement en lien avec les apports ponctuels observés en juin.

Ces fortes valeurs de biomasse étaient associées à des blooms uniquement au niveau des points de suivi les plus productifs : Géfosse (HT06), Ouistreham 1 mille (HC14), Cabourg (HC15), et Antifer ponton pétrolier (HC16). Quelques taxons ont été observés en état de bloom sur des points plus inhabituels : Digue de Querqueville (HC60), Réville 1 mille (HC08), La Hougue, Gougins (HC09), Utah (HC10), et St Aubin les Essarts (HC13).

7 Pigments et étude du phytoplancton

En 2016, le projet PIANO (Dynamique du phytoplancton via l'approche des Pigments Appliquée au littoral Normand) avait été proposé à l'AESN pour répondre à la demande de la DCE ; pour inclure un Indice de Composition dans l'indicateur « phytoplancton » (ICBC), qui est en attente de validation au niveau national. L'étude s'intéresse au suivi de la structure des communautés phytoplanctoniques via l'analyse des pigments biomarqueurs par chromatographie liquide haute performance (HPLC).

Ici sont présentées les données pigmentaires obtenues en 2021 pour le RHLN, en comparaison aux résultats acquis depuis 2016.

7.1 Introduction

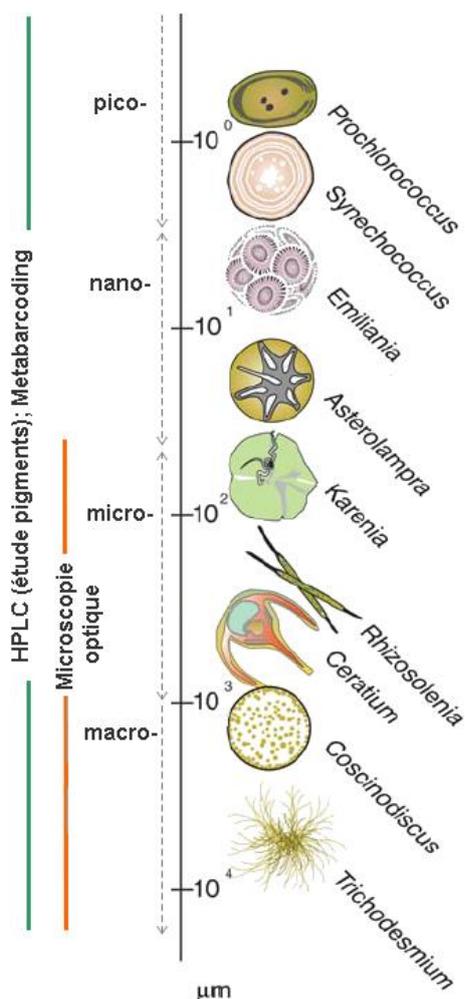


Figure 14 : Différentes échelles de taille du phytoplancton (pico-, nano-, micro- et macro-) et exemple des techniques adaptées à son étude. HPLC (High Performance Liquid Chromatography). Adapté de Finkel *et al.* (2009)

En raison du rôle important que joue le phytoplancton dans les écosystèmes, le suivi de sa biomasse et de sa composition est devenu une priorité pour la recherche/surveillance océanographique. Le suivi de ces communautés a ainsi été intégré aux programmes d'observation et de gestion des masses d'eau côtières.

La DCE demande que les futures évaluations de la qualité biologique intègrent un indice de composition phytoplanctonique pour rendre compte de la réactivité du phytoplancton aux changements de l'environnement. La perte d'information liée aux analyses pigmentaires par chromatographie liquide haute performance (HPLC) reste compatible avec leur utilisation dans les études de structures des communautés. Les biomarqueurs pigmentaires permettent d'effectuer un lien entre complexité des assemblages phytoplanctoniques (diversité fonctionnelle) et la matrice pigmentaire obtenue par HPLC.

Historiquement, ce compartiment est étudié à travers des méthodes traditionnelles telles que la microscopie optique et, lors du dernier siècle, la composition et l'abondance du phytoplancton ont souvent été déterminées par microscopie optique inversée (Utermohl 1958). En dépit des efforts, un effet « expert taxonomiste » accompagne souvent les résultats, notamment lors de l'identification des taxons au niveau de l'espèce. Certaines études ont cependant démontré que le gain d'information est limité, principalement pour les besoins d'évaluation de l'état écologique des masses d'eau, dès lors que l'identification est effectuée au niveau de l'espèce (Carneiro *et al.* 2010). Dans ce contexte, l'analyse des pigments phytoplanctoniques tire profit de sa capacité à suivre la composition et abondance des différentes classes algales, intégrant ainsi toutes les classes de taille du phytoplancton (Roy *et al.* 2011, Figure 14).

7.2 Matériel et Méthodes

7.2.1 Sites d'étude

Les stations ont été sélectionnées afin de présenter des caractéristiques hydrodynamiques, des pressions, et des populations microphytoplanctoniques contrastées (Menet-Nedelec *et al.* 2018) (Figure 15).

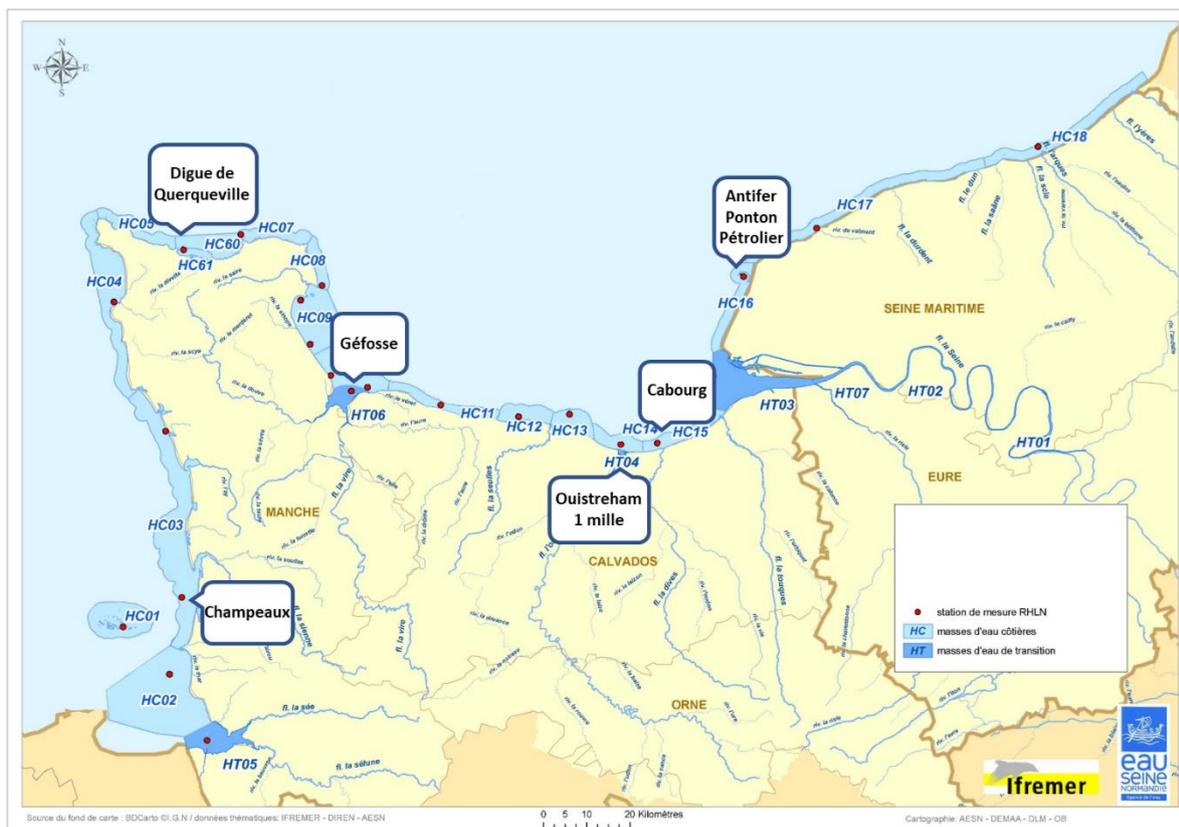


Figure 15 : Positionnement des stations sélectionnées. (Réseaux RHLN/REPHY Observation et Surveillance).

Les critères de sélection pour chaque station sont décrits ci-dessous.

1. la station **Antifer ponton pétrolier (A)** est indirectement sous l'influence du panache de la *Seine* lorsque celui-ci est sous l'influence de vents provenant du Sud-Ouest, et présente un cycle des nutriments perturbé par des apports terrigènes. La biomasse y est modérée, et le milieu est largement dominé par les diatomées, dont certaines font partie de la liste des espèces nuisibles à l'environnement. Le genre toxique *Dinophysis* sp. est régulièrement présent dans ces eaux, et les toxines lipophiles s'accumulent dans les coquillages ;
2. la station **Cabourg (C)** est directement soumise à l'influence des apports terrigènes de la *Dives*, également à proximité de l'estuaire de la *Touques*, et surtout aussi directement sous l'influence de la *Seine*. Pour cette raison, la salinité peut varier de manière importante, ces dessalures rechargeant le milieu en nutriments. Le cycle des nutriments y apparaît donc perturbé. Malgré une biomasse totale modérée, des blooms phytoplanctoniques d'abondance supérieure à 100 000 cellules par litre y sont régulièrement observés et sont dominés par les diatomées et les dinoflagellés ;

3. la station **Ouistreham (O)** est située en face de l'embouchure de l'*Orne*, directement soumis aux apports terrigènes de ce cours d'eau, se traduisant par une salinité en moyenne plus faible que sur les autres points de la zone. Du fait de cette influence, des dessalures peuvent être observées à tout moment de l'année accompagnées de recharge en nutriments, notamment en azote. Malgré une biomasse totale modérée, des blooms phytoplanctoniques d'abondance supérieure à 100 000 cellules par litre y sont très régulièrement observés et sont dominés par les diatomées. Parmi les espèces rencontrées, des espèces toxiques du genre *Pseudo-nitzschia* sp. produisant la toxine amnésiante (ASP) sont périodiquement recensées ;

4. la station **Géfosse (G)** est située dans l'estuaire concentrant les apports de la *Vire*, de l'*Aure*, de la *Taute* et de la *Douve* via les chenaux de Carentan et d'Isigny qui drainent un bassin versant d'environ 3 500 km². Les stocks hivernaux en nutriments sont très faibles en comparaison d'autres masses d'eau estuariennes, même si de très nets excédents en azote peuvent être observés en mars et des apports terrigènes rechargent le milieu régulièrement. Le cycle des nutriments y apparaît donc perturbé. Du fait de la présence d'une importante zone conchylicole consommant le phytoplancton, la biomasse chlorophyllienne y reste faible. Malgré cela, des blooms phytoplanctoniques d'abondance supérieure à 100 000 cellules par litre, y sont régulièrement observés et sont dominés par les diatomées, aucune d'entre elles n'étant toxique ;

5. la station **Digue de Querqueville (Q)** est située à l'exutoire de la zone portuaire de Cherbourg, avec des courants de marée complexes du fait des aménagements portuaires, créant des zones confinées ou au contraire des zones d'accélération des courants déjà forts dans les eaux du Nord Cotentin. La présence d'apports terrigènes ou de rejets provoquent des dessalures modérées en période de forte pluviosité avec une turbidité faible. Les stocks hivernaux en nutriments y sont faibles, proches de ceux des eaux ouvertes de la Manche, la biomasse chlorophyllienne y est très faible, sans espèce en état de bloom, et les stocks en nutriments ne sont pas complètement consommés pendant la période productive. Le cycle des nutriments est donc atypique. Ce type d'écosystème contrôlé par l'hydrodynamique pourrait donc être favorable au développement de nano- et picophytoplancton ;

6. la station **Champeaux (Ch)** est sous l'influence indirecte des trois principaux cours d'eau se jetant dans la baie du Mont St Michel (*Couesnon*, *Sée* et *Sélune*), sources d'apports terrigènes qui enrichissent le milieu en nutriments, favorisant la croissance du phytoplancton. Avec une turbidité importante, il est parfois difficile d'effectuer des lectures de flores phytoplanctonique ; le suivi des pigments est donc un appui non négligeable sur ce point.

Depuis 2020, deux nouvelles stations ont donc été intégrées à l'étude des pigments : **Ouistreham 1 mille** et **Champeaux**.

Les échantillonnages pour l'analyse des pigments ont été réalisés tous les 15 jours systématiquement lors de prélèvements pour les réseaux RHLN/REPHY sur les stations Antifer ponton pétrolier, Cabourg et Géfosse, et une fois par mois pour les trois autres stations.

Le tableau suivant présente le bilan des prélèvements et analyses par HPLC des sites d'étude durant la période 2016-2021.

Tableau 6 : Bilan des prélèvements et analyses par HPLC des sites d'études (2016-2021)

Lieu	Année	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Antifer ponton pétrolier	2016	2	1	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	
	2017	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	1	
	2018	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	
	2019	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	2020	1	2	1	0	2	2	2	2	1	1	1	1	2
	2021	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Cabourg	2016	1	2	2	2	2	2	4	4	4	2	1	2	
	2017	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	1	2	
	2018	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	
	2019	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	
	2020	2	2	1	0	0	2	2	3	1	2	2	2	
	2021	2	2	1	2	2	2	2	2	1	2	2	1	2
Géfosse	2016	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	
	2017	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	2018	1	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	1	
	2019	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	2020	2	1	1	0	1	2	2	2	2	2	1	2	2
	2021	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1
Digue de Querqueville	2016	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	2	2	
	2017	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	1	
	2018	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	1	1	
	2019	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	2020	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	
	2021	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Champeaux	2020	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
	2021	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Ouireham 1 mille	2020	1	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	1	
	2021	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	

En 2020, deux sites d'études sont ajoutés à la stratégie de l'étude des pigments phytoplanctonique : **Ouireham 1 mille** et **Champeaux**. Un certain nombre de résultats sont manquants en 2020 et 2021 sur ces sites suite à des oublis d'échantillonnage. Depuis, une attention particulière a été mise en place pour le suivi des pigments sur ces stations.

7.2.2 Analyses pigmentaires (HPLC)

La LER/N a effectué les analyses selon la méthode d'analyse HPLC décrite par Van Heukelem & Thomas (2001), légèrement modifiée. La description complète du protocole est disponible dans le rapport PIANO (Hernandez Farinas et al. 2020). Cette méthode permet de séparer, d'identifier et de quantifier les principaux pigments (chlorophylles, caroténoïdes, xanthophylles), et notamment ceux qui sont listés dans le Tableau 7.

7.3 Résultats

7.3.1 Classes microalgales et leurs signatures pigmentaires

Les pigments font partie de la machine photosynthétique du phytoplancton. Ils peuvent être directement associés : à la captation de la lumière et à sa conversion en énergie chimique (pigments photosynthétiques), à la transmission de l'énergie lumineuse jusqu'aux photosystèmes, ou la photoprotection en permettant la dissipation de l'excès d'énergie par fluorescence (pigments non-photosynthétiques ou accessoires).

Les premiers travaux utilisant la chromatographie liquide en couche fine ont clairement montré le lien entre les pigments et les classes algales au sein des communautés naturelles de phytoplancton.

Depuis, de nombreuses études ont intégré la composition pigmentaire d'un échantillon d'eau au suivi de la dynamique des efflorescences phytoplanctoniques (Coupel *et al.* 2015 ; López-Flores *et al.* 2006 ; Schlüter *et al.* 2000 ; Stuart *et al.* 1998 ; Tamm *et al.* 2015). Ces études se basent sur une hypothèse simple : la présence des pigments biomarqueurs permet d'identifier un groupe d'organismes. De plus, le rapport du biomarqueur sur la chlorophylle *a*, dans le cas d'organismes photosynthétiques, peut être utilisé pour quantifier la biomasse correspondante à un groupe phytoplanctonique spécifique et ainsi permettre de reconstruire la structure de la communauté (Tableau 7).

Tableau 7 : Pigments chlorophylliens et caroténoïdes et leur signification taxinomique.
En gras les pigments biomarqueurs utilisés ici. Repris de LAMPERT 2001.

Pigment	Message taxinomique
Chlorophylles	
Chla	Biomasse chlorophyllienne totale. Pas de message taxinomique car présente dans tous les organismes végétaux.
DV-Chla	Prochlorophycées
Chlb	Principalement algues vertes, dinoflagellé <i>Lepidodinium chlorophorum</i>
DV-Chlb	Prochlorophycées
Chlc totale	Chromophycées
Chlc1	Diatomées, quelques prymnésiophycées, raphidophycées
Chlc2	Diatomées, haptophycées, dinoflagellés, prymnésiophycées, raphidophycées
Chlc3	Diatomées, haptophycées, quelques prymnésiophycées
Pheo A	Produit de la dégradation de la chlorophylle a, dégradation de la biomasse phytoplanctonique
Caroténoïdes	
Allo	Cryptophycées,
19But-fuco	Chrysophycées, pélagophycées, haptophycées,
Fuco	Diatomées,
19Hex-fuco	Haptophycées, prymnésiophycées,
Lute	Algues vertes : chlorophycées, prasinophycées
C-neo	Algues vertes : chlorophycées, prasinophycées, euglénophycées
Peri	Dinoflagellés
Prasi	Prasinophycées
Viola	Algues vertes : chlorophycées, prasinophycées, eustigmatophycées
Zea	Cynophycées, prochlorophycées, rhodophycées, chlorophycées, eustigmatophycées
Dino	Dinoflagellés

En effet, un certain nombre de pigments sont caractéristiques d'une classe algale, permettant ainsi de relier leur présence à la dynamique des grands groupes du phytoplancton. C'est le cas par exemple de la prasinoxanthine pour les prasinophycées ou de la divinyl-chlorophylle *a* pour les prochlorophycées (Lampert 2001). Le développement croissant des cultures microalgales a contribué ainsi à cartographier davantage la composition pigmentaire de nombreux groupes, et même des genres (Roy *et al.* 2011)[e.g. Haptophyta]. L'amélioration de la précision des techniques d'analyse telles que l'HPLC a également permis l'identification de nouveaux pigments (Roy *et al.* 2011).

En accord avec les connaissances que nous avons déjà sur les communautés de ces zones, les plus fortes concentrations sont observées pour la fucoxanthine (Figure 16). Ce pigment constitue le marqueur principal des diatomées, bien que ces dernières puissent avoir des profils pigmentaires contrastés (Higgins *et al.* 2011).

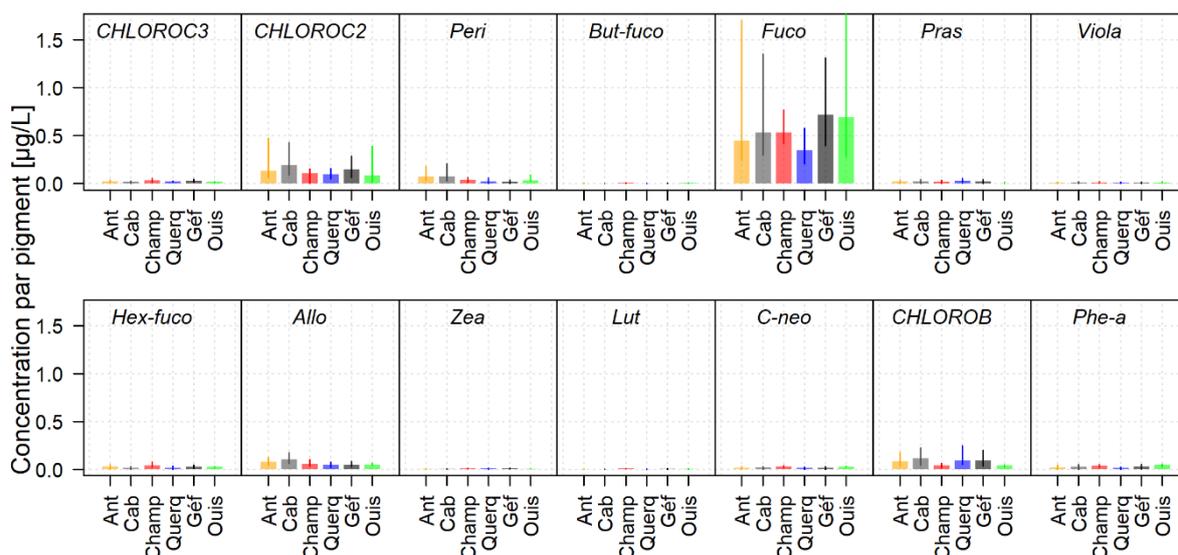


Figure 16 : Distribution des concentrations des principaux pigments biomarqueurs sur les stations Ant (Antifer), Cab (Cabourg), Gef (Gefosse) et Quer (Digue de Querquville). La hauteur de l'histogramme indique la médiane des valeurs, la longueur du segment vertical indique l'espace interquartile (espace entre le 1^{er} et 3^{ème} quartile).

Parmi les sites étudiés, Gefosse montre les concentrations les plus élevées en fucoxanthine, suivi de près par Cabourg et Antifer avec une dispersion des résultats la plus importante. Digue de Querquville, présente les plus faibles concentrations comme attendu. La chlorophylle c2, présente également dans les diatomées, suit un profil similaire de variabilité ; Cabourg étant le site où ce pigment est le plus abondant.

Il faut également remarquer la présence non négligeable d'autres pigments comme l'alloxanthin, la chlorophylle b et la périidine. Enfin, les concentrations en chlorophylle c3, But-fuco, Viloa, Zea, Lut et C-neo sont restées très faibles sur tous les sites au long de la période suivi.

7.4 Pigments et structuration en classe de taille

Malgré ces progrès, plusieurs difficultés subsistent. Tandis que la présence de certains pigments biomarqueurs dans des groupes phytoplanctoniques est sans ambiguïté (e.g. péridinine pour les dinoflagellés, alloxanthine pour les cryptophycées), d'autres sont présents dans plusieurs classes (Figure 17). La fucoxanthine est, par exemple présente non seulement chez les diatomées, mais également parmi les prymnésiophycées, chrysophycées ou raphidophycées. La microscopie optique est, dans ces cas, un moyen de support à l'interprétation des données pigmentaires, notamment pour ce qui concerne le microphytoplancton.

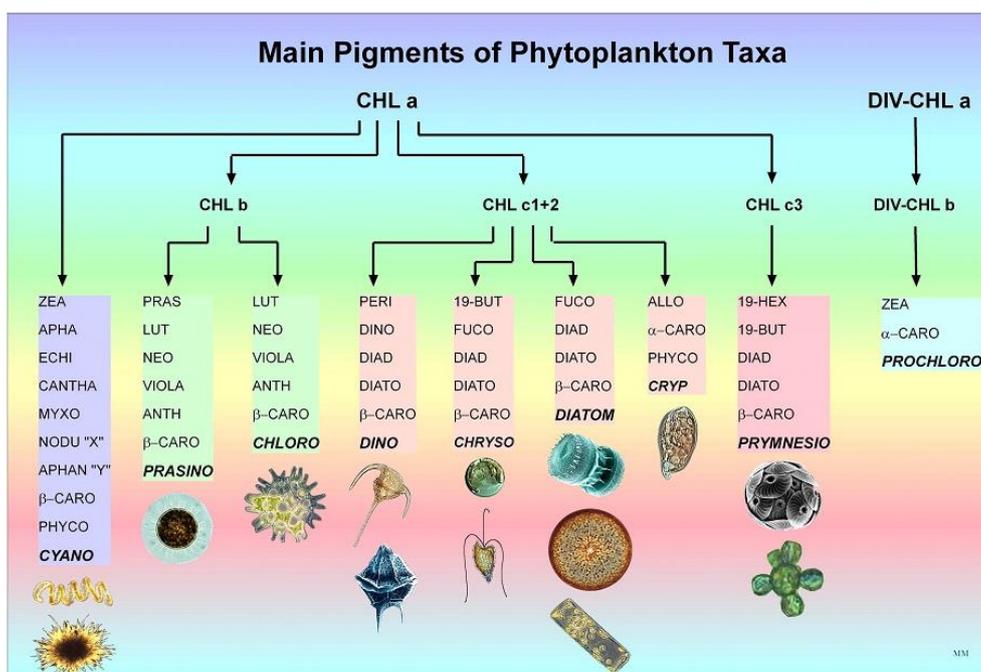


Figure 17 : Illustration simplifiée des classes taxinomique du phytoplancton.

La présence commune de certains pigments parmi plusieurs groupes du phytoplancton est le principal problème de l'utilisation de ceux-ci pour la taxinomie quantitative. Afin de surmonter ce problème, plusieurs développements mathématiques ont été proposés. Néanmoins, ces calculs sont effectués sur la base des rapports biomarqueur / chlorophylle *a*, et ces rapports ne sont pas constants ni dans l'espace ni dans le temps. La composition pigmentaire des microalgues est donc fortement dépendante de divers facteurs environnementaux : quantité et distribution spectrale de la lumière et donc de la profondeur, de l'état physiologique de la cellule ou de la disponibilité en nutriments.

La taille des organismes autotrophes fait partie des traits fonctionnels essentiels à la compréhension des variations du compartiment phytoplanctonique. Elle est étroitement liée à des processus tels que l'absorption des nutriments et le taux de sédimentation des cellules. La taille des cellules varie de moins de 2 μm à plus de 2 mm. Traditionnellement trois classes de taille sont proposées dans l'étude de l'écologie du phytoplancton : le pico- (0,2 - 2 μm), le nano- (2 - 20 μm) et le microphytoplancton (20 - 200 μm). Globalement, différentes classes algales se distribuent à l'intérieur de ces classes de taille.

7.4.1 Les classes algales

Pour cette étude, et afin d'obtenir les informations concernant la structuration en classes de taille des communautés, nous avons attribué à chaque pigment marqueur une classe de taille en fonction de la classe algale représentée majoritairement. La biomasse finale octroyée à chaque classe de taille est calculée selon les équations suivantes (Uitz *et al.* 2006) :

$$\sum DPw = 1.41[Fuco] + 1.41[Peri] + 1.27[Hec - fuco] + 0.35[But - fuco] + 0.6[Allo] + 1.01[Chlb] + 0.86[Zea]$$

$$f_{micro} = (1.41[Fuco] + 1.41[Peri]) / \sum DPw$$

$$f_{nano} = (1.27[Hec-fuco] + 0.35[But-fuco] + 0.6[Allo]) / \sum DPw$$

$$f_{pico} = (1.01[Chlb] + 0.86[Zea]) / \sum DPw$$

La concentration en chlorophylle a associée à chaque classe de taille est alors dérivée de :

$$[Chla]_{micro} = f_{micro} \times [Chla]$$

$$[Chla]_{nano} = f_{nano} \times [Chla]$$

$$[Chla]_{pico} = f_{pico} \times [Chla]$$

La résolution de ces équations produit une matrice, où, pour chaque prélèvement, est obtenue la décomposition de la chlorophylle *a* par classe de taille (pico-, nano- et microphytoplancton). La pertinence de cette décomposition dépend étroitement de la corrélation entre la concentration en chlorophylle *a* et $\sum DPw$. Dans cette étude, la valeur de R^2 s'élève à 0,96 (Figure 18), ce qui est très satisfaisant.

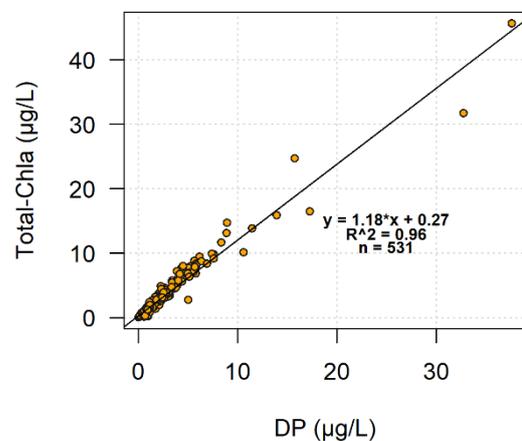
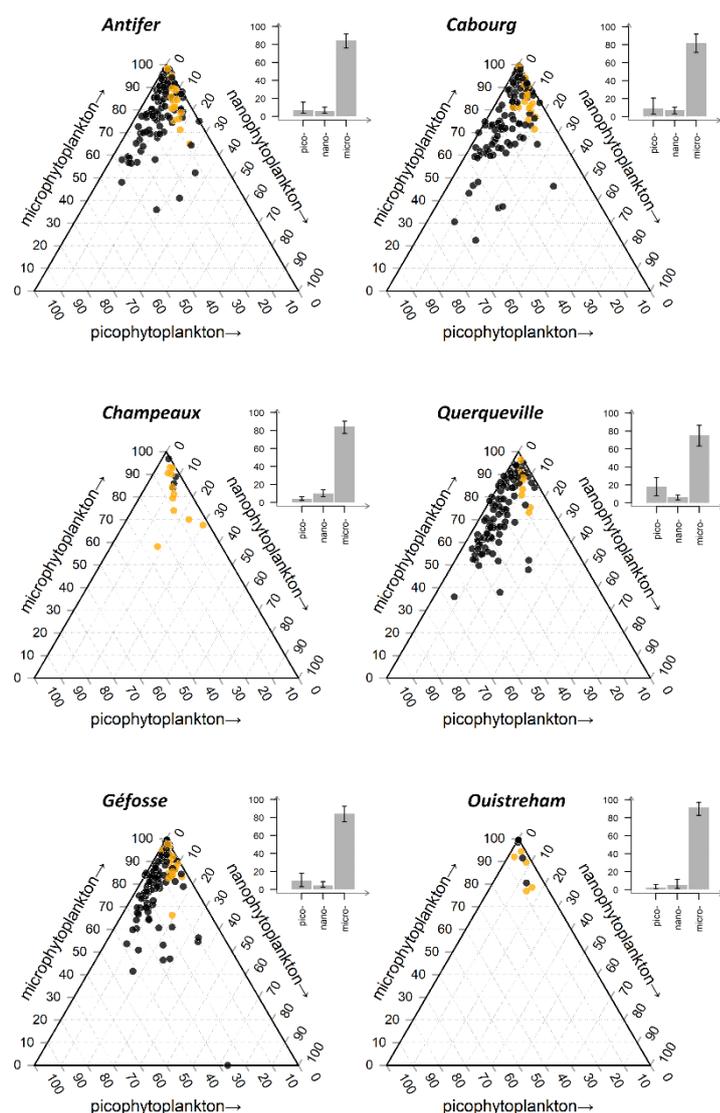


Figure 18 : Corrélation entre la Chlorophylle *a* et $\sum DPw$.

7.4.2 Distribution par classe de taille



La Figure 19 montre la distribution par classe de taille du phytoplancton (en %) et par station de suivi sur la période 2016-2021.

Le microphytoplancton domine majoritairement les communautés phytoplanctoniques des sites étudiés. Néanmoins, des écarts importants à ce patron sont observés principalement à Digue de Querqueville. Sur ce point de suivi, la médiane de contribution du microphytoplancton à la biomasse algale totale (chlorophylle-*a* comme proxy) est relativement plus faible que sur les autres sites (Tableau 8). Il est à noter que cette diminution de la contribution du microphytoplancton se traduit notamment par une augmentation de la contribution du picophytoplancton.

Figure 19 : Distribution spatio-temporelle de la biomasse estimée (en%) par classe de taille selon Uitz et al. 2006. (2016-2021)

Année 2021 en jaune. (Barplot) Médiane des valeurs, et intervalle interquartile

Tableau 8 : Contribution (en %) des différentes classes de taille à la biomasse algale totale du phytoplancton par station de suivi. La médiane et l'intervalle interquartile sont précisés.

Station de suivi	Contribution à la biomasse (%) des différentes classes de taille du phytoplancton								
	Micro			Nano			Pico		
	Q1	Médiane	Q3	Q1	Médiane	Q3	Q1	Médiane	Q3
Antifer	75,9	81,5	91,7	3,7	8,0	10,5	3,5	10,5	15,9
Cabourg	71,4	79,2	91,8	3,1	7,8	10,5	2,7	13,0	20,7
Champeaux	76,7	82,4	90,3	6,4	11,8	14,3	2,1	5,7	6,4
Querqueville	63,4	74,3	86,6	3,5	6,9	8,6	7,9	18,8	28,0
Géfosse	75,0	81,6	92,5	2,4	7,0	8,7	3,0	11,4	19,0
Ouistreham	82,7	90,0	97,3	1,2	6,5	11,7	1,1	3,4	5,5

La dynamique temporelle des différentes classes de taille est montrée dans la Figure 20. La contribution du microphytoplancton reste majoritaire toute l'année sur tous les sites, mais est maximale principalement au printemps.

La contribution du nanophytoplancton, est légèrement plus forte sur les sites d'Antifer et de Cabourg en comparaison à Querqueville et Gêfosse. La dynamique saisonnière pour cette classe de taille montre des valeurs plus élevées entre septembre et décembre. Seul le site de Champeaux montre une contribution plus importante (jusqu'à 30%) du nanophytoplancton entre juin et juillet.

Pour le picophytoplancton, les sites de Querqueville et Gêfosse montrent la même tendance. Tout d'abord, une période printanière avec une très faible contribution (4%), puis une augmentation de cette contribution à partir de juillet pour atteindre un plateau jusqu'en novembre, environ de 30% pour Querqueville, contre 15% pour Gêfosse. Cependant, ces valeurs se sont révélées moins élevées en 2021, avec un maximum de 10% pour Querqueville et 7% pour Gêfosse.

Pour les sites d'Antifer et de Cabourg, il y a tout d'abord une baisse progressive de la contribution en picophytoplancton entre janvier et aout (de 15% à 5%), suivi d'une augmentation de 5% à 30% entre aout et novembre. En 2021, cette contribution est inférieure aux données interannuelles.

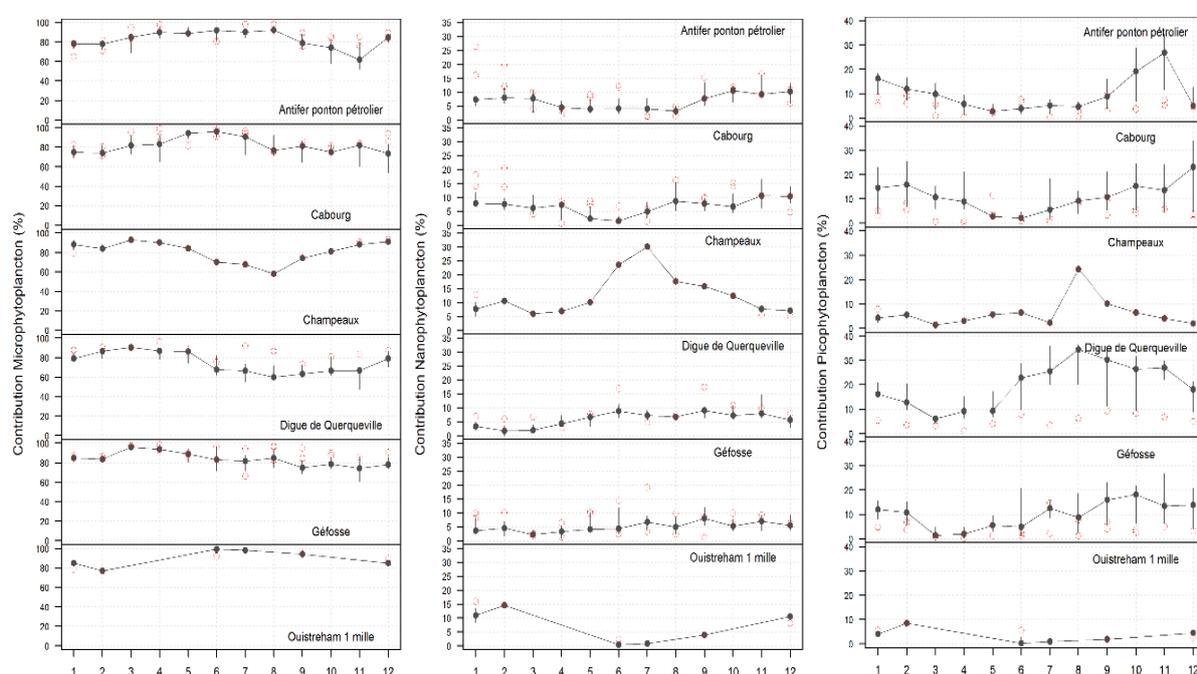


Figure 20 : Distribution saisonnière des contributions (en%) des différentes classes de taille du phytoplancton à la biomasse totale. Sont représentés la médiane interannuelle (point noir), la médiane de l'année 2021 et l'intervalle interquartile (segment vertical).

8 Références

AESN et BRGM, 2018. Bulletin de situation hydrologique du bassin Seine-Normandie - Bilan annuel 2017. 44 p.

Aminot A et Chaussepied M, 1983. Manuel des analyses chimiques en milieu marin. *CNEXO, éditions Jouve, Paris, France, 395p.*

Aminot A et Kérouel R, 2004. Hydrologie des écosystèmes marins. Paramètres et analyses. *Ed. Ifremer, 336p.*

Aminot A et Kérouel R, 2007. Dosage automatique des nutriments dans les eaux marines. *Ed. Ifremer, 336p.*

Arrêté du 7 août 2015 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 établissant le programme de surveillance de l'état des eaux en application de l'article R. 212-22 du code de l'environnement. *Journal Officiel de la République Française, 28 août 2015, Texte 6 sur 125, NOR : DEVL1513988A.*

Arrêté n°2016-21-0013 relatif au programme de surveillance de l'état des eaux du bassin de la Seine et des cours d'eau côtiers normands en application de l'article R. 212-22 du code de l'environnement. *Préfecture de la région d'Ile-de-France.*

Belin C, Neaud-Masson N, 2017. Cahier de Procédures REPHY. Document de prescription. Version 1. ODE/VIGIES/17-01. <https://doi.org/10.13155/50389>

Carneiro, F. M., Bini, L. M. & Rodrigues, L. C. (2010). Influence of taxonomic and numerical resolution on the analysis of temporal changes in phytoplankton communities. *Ecological Indicators, 10, 249 – 255.*

Directive 2000/60/CE du Parlement Européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau. *Journal officiel des Communautés européennes du 22/12/2000, n°L 327.*

Gangnery A, 2008. Rapport final d'activités de la phase I (2005-2008) du projet OGIVE (Outils d'aide à la Gestion Intégrée et à la Valorisation des Ecosystèmes conchylicoles) de Basse-Normandie, 49 p.

Higgins, H. W., Wright, S. W. & Schluter, L. (2011). English. Quantitative interpretation of chemotaxonomic pigment data. In :

Phytoplankton Pigments : Characterization, Chemotaxonomy and Applications in Oceanography (éds. FAMILY=ROY, FAMILYI=R., GIVEN=SUZANNE, GIVENI=S., 7 7

Lampert, L. (2001). Seasonal variability and pigment dynamic of phytoplankton populations in North Atlantic (Bay of Biscay). Theses. Université de Bretagne Occidentale.

Lorenzen C J, 1967. Determination of chlorophyll and phaeopigments: spectrometric equations. *Limnol. Oceanogr. 12, 343-346.*

NF EN ISO/CEI 17025 : 2005. Exigences générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais. *Norme AFNOR, 47p.*

NF EN ISO 7027 : 2000. Qualité de l'eau – Détermination de la turbidité. *Norme AFNOR, 11p.*

Redfield A C, Ketchum B H, Richard F A, 1963. The influence of organisms on the composition of seawater. In M.N. Hills (eds), *The sea Vol2. The composition of sea water, pp26-77. Wiley & sons, New York.*

Roy, S., Llewellyn, C., Egeland, E. & Johnsen, G. (2011). Phytoplankton Pigments : Characterization, Chemotaxonomy and Applications in Oceanography. 845 pp. Cambridge Environmental Chemistry Series.

Schlüter, L., Møhlenberg, F., Havskum, H. & Larsen, S. (2000). The use of phytoplankton pigments for identifying and quantifying phytoplankton groups in coastal areas : testing the influence of light and nutrients on pigment/chlorophyll a ratios, 192, 49–63.

Tréguer P et Le Corre P, 1975. Manuel d'analyse des sels nutritifs dans l'eau de mer. Utilisation de l'autoanalyseur II Technicon. 2^e édition, Université de Bretagne Occidentale Brest, 110p.

Uitz, J., Claustre, H., Morel, A. & Hooker, S. B. (2006). Vertical distribution of phytoplankton communities in open ocean : An assessment based on surface chlorophyll. Journal of Geophysical Research : Oceans, 111.

Utermöhl H, 1958. Zur vervollkommung der quantativen phytoplankton methodik. *Int. Ver. Theoret. Angew. Limnol.*, 9, 1-38.

Hernandez Farinas Tania, Menet-Nedelec Florence, M Zari Lotfi, Courtay Gaele, Lampert Luis (2020). Etude de la dynamique et de la composition du phytoplancton via l'approche des pigments appliquée au littoral normand. RST ODE/UL/LERN/20-11. 62p. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00687/79903/>

RAPPORTS RHLN

Daniel A et Le Goff R, 2002. Evaluation de l'état d'eutrophisation des eaux côtières et estuariennes de Basse-Normandie : octobre 2000 – septembre 2000. *Rapport Ifremer RST.DEL/02.02/PB*, 72 p. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00087/19781/>

Daniel A, 2002. Etude de définition d'un Réseau Hydrologique Littoral en Normandie – Rapport intermédiaire - Année 2002. *Rapport Ifremer RST.DEL/02.10/PB*, 22 p. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00087/19782/>

Daniel A, 2004. Réseau hydrologique littoral normand (RHLN) : cycles annuels 2001-2003 et proposition d'indicateurs d'eutrophisation. *Rapport Ifremer RST.DEL/04.09/PB*, 103 p. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00020/13148/>

Le Goff R, Riou P, Etourneau C, Maheux F, Pierre-Duplessix O, Justome V, Jacqueline F, Fiant L, Françoise S, Lampert L, Ropert M, et Daniel A, 2005. Réseau Hydrologique Littoral Normand (RHLN) - Rapport 2005 sur l'année 2004. *Rapport Ifremer RST.LERN/05.09/PB*. 132 p. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00087/19785/>

Le Goff R et Riou P, 2006. Réseau Hydrologique Littoral Normand (RHLN) – Rapport 2006 : Cycles hydrobiologiques annuels 2001-2005, évaluation des niveaux trophiques et proposition de réseau hydrologique de suivi de la qualité des masses d'eau DCE pour l'année 2007. *Rapport Ifremer RST.LERN/06.12/PB*, 96 p. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00000/2399/>

Le Goff R, Nogues L, Lampert L et Riou P, 2007. Réseau Hydrologique Littoral Normand (RHLN) – Rapport 2007 – Volume 1 : Cycles hydrobiologiques annuels. *Rapport Ifremer RST.LERN/07.14/PB*, 127 p. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00000/3816/>

Nogues L, Lampert L, Riou P et Le Goff R, 2007. Réseau Hydrologique Littoral Normand (RHLN) – Rapport 2007 – Volume 2 : Fiches de suivi de la qualité des masses d'eau du littoral normand. *Rapport Ifremer RST.LERN/07.18*, 211 p. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00000/3817/>

Lampert L, 2007. Réseau Hydrologique Littoral Normand (RHLN) – Rapport 2007 – Volume 3 : Evolution du paramètre Phytoplancton en Normandie entre 2001 et 2006 – Approche DCE. *Rapport Ifremer RST.LERN/07-15*, 48 p. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00000/3818/>

Nogues L, Lampert L, Etourneau C, Fiant L, Fontaine B, Françoise S, Jacqueline F, Justome V, Lamort L, Le Goff R, Maheux F, Manach S, Nédélec F, Pierre-Duplessix O, Rabiller E, Rauflet F, Parrad S, Riou P, Thillaye Du Boullay H, **2008**. Réseau Hydrologique Littoral Normand (RHLN) – Rapport 2008 – Résultats 2007. *Rapport Ifremer RST.LERN/08-09*, 124 p.

<http://archimer.ifremer.fr/doc/00083/19383/>

Nédélec F, Lampert L et Riou P, **2010**. Réseau Hydrologique Littoral Normand (RHLN) – Suivi 2008. *Rapport Ifremer RST.LERN/10-09*, 139 p. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00006/11730/>

Nédélec F, Lejolivet A, Riou P, Etourneau C, Fontaine B, Françoise S, Jacqueline F, Justome V, Lamort L, Maheux F, Pierre-Duplessix O, Rabiller E et Parrad S, **2011**. Réseau Hydrologique Littoral Normand (RHLN) – Suivi 2009. *Rapport Ifremer RST.LERN/11-08*, 125 p. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00051/16178/>

Nédélec F, Dagneaux D, Lejolivet A, Fiant L, Etourneau C, Riou P, Fontaine B, Françoise S, Jacqueline F, Justome V, Maheux F, Pierre-Duplessix O, Rabiller E et Lesaulnier N, **2012**. Réseau Hydrologique Littoral Normand (RHLN) – Rapport 2010. *Rapport Ifremer RST.LERN/12-04*, 155 p. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00094/20512/>

Menet-Nédélec F, Ropert M, Etourneau C, Riou P, Fontaine B, Françoise S, Jacqueline F, Maheux F, Pierre-Duplessix O, Rabiller E, Simon B, et Lesaulnier N, **2013**. Réseau Hydrologique Littoral Normand (RHLN) – Année 2011. *Rapport Ifremer RST.LERN/13-11*, 159 p. <http://dx.doi.org/10.13155/28420>

Baehr A, Menet-Nédélec F, Riou P, Etourneau C, Fontaine B, Françoise S, Gangnery A, Jacqueline F, Lamort L, Lesaulnier N, Maheux F, Picoche C, Pierre-Duplessix O, Rabiller E, Schapira M, Simon B, **2014**. Réseau Hydrologique Littoral Normand (RHLN) – Année 2012. *Rapport Ifremer RST.LERN/14-08*, 173 p. <http://dx.doi.org/10.13155/32224>

Menet-Nédélec F, Riou P, Etourneau C, Courtay G, Fontaine B, Françoise S, Jacqueline F, Lesaulnier N, Maheux F, Pierre-Duplessix O, Rabiller E, Schapira M, Simon B, **2015**. Réseau Hydrologique Littoral Normand - RHLN - Année 2013. *Rapport Ifremer ODE/LERN/15-07*, 138 p. <http://doi.org/10.13155/38377>

Menet-Nédélec F, Ropert M, Riou P, Courtay G, Fontaine B, Françoise S, Jacqueline F, Lesaulnier N, Louis F, Maheux F, Pierre-Duplessix O, Rabiller E, Schapira M, Simon B, **2017**. Réseau Hydrologique Littoral Normand - RHLN - Année 2014. *Rapport Ifremer ODE/LERN/17-07*. <http://doi.org/10.13155/51493>

Menet-Nédélec F, Riou P, Rabiller E, Courtay G, Fontaine B, Françoise S, Jacqueline F, Lesaulnier N, Louis F, Maheux F, Pierre-Duplessix O, Schapira M, Simon B, Dumas F, Le Gendre R, **2018**. Réseau Hydrologique Littoral Normand (RHLN). Suivi 2015. *Rapport Ifremer ODE/LERN/18-01*. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00426/53754>

Menet-Nédélec F, Rabiller E, Courtay G, Fontaine B, Françoise S, Jacqueline F, Lesaulnier N, Louis F, Maheux F, Pierre-Duplessix O, Schapira M, Simon B, **2019**. Réseau Hydrologique Littoral Normand (RHLN). **Suivi 2016**. *Rapport Ifremer RST ODE/UL/LERN/19-04*. <https://doi.org/10.13155/72339>

Menet-Nédélec F, Broustal F, Courtay G, Fontaine B, Françoise S, Hernandez Fariñas T, Lamort L, Lesaulnier N, Louis F, Maheux F, Mary C, M Zari L, Rabiller E, Simon B, **2020**. Réseau Hydrologique Littoral Normand (RHLN) – **Rapport annuel 2017**. *Rapport Ifremer R.ODE/UL/LERN/20-07*. <https://doi.org/10.13155/79811>

M'Zari Lotfi, Menet-Nedelec Florence, Lancelot Theo, Hernandez Farinas Tania, Courtay Gaelle, Dechamps Lucie, Fontaine Bruno, Françoise Sylvaine, Lamort Laure, Lesaulnier Nadine, Louis Fabienne, Maheux Frank, Mary Charlotte, Simon Benjamin (**2021**). Réseau Hydrologique Littoral Normand (RHLN) – **Rapport annuel 2018**. R.ODE/UL/LERN/20-18. <https://doi.org/10.13155/83042>

M'Zari Lotfi, Menet Florence, Lancelot Theo, Hernandez Farinas Tania, Courtay Gaele, Dechamps Lucie, Fontaine Bruno, Francoise Sylvaine, Lamort Laure, Lesaulnier Nadine, Louis Fabienne, Maheux Frank, Mary Charlotte, Simon Benjamin **(2021)**. Réseau Hydrologique Littoral Normand (RHLN) – **Rapport annuel 2019**. RST.ODE/UL/LERN/21-06. <https://doi.org/10.13155/89678>

M'Zari Lotfi, Menet Florence, Lancelot Theo, Hernandez Farinas Tania, Dechamps Lucie, Fontaine Bruno, Francoise Sylvaine, Lamort Laure, Lesaulnier Nadine, Maheux Frank, Mary Charlotte, Simon Benjamin **(2022)**. Réseau Hydrologique Littoral Normand (RHLN) - **Rapport annuel 2020**. RST.ODE/UL/LERN/22-14. <https://doi.org/10.13155/95269>

9 ANNEXES

ANNEXE 1 : HISTORIQUE DES LIEUX DE SURVEILLANCE DU RHLN

ANNEXE 2 : RESULTAT DE LA QUALIFICATION DES DONNEES RHLN 2021

ANNEXE 3 : LISTE DES TAXONS PHYTOPLANCTONIQUES RENCONTRES EN MANCHE

ANNEXE 1 : HISTORIQUE DES LIEUX DE SURVEILLANCE DU RHLN

Masse d'eau	Nom de la masse d'eau	Nom du point	Latitude	Longitude	Mnémonique Quadrigé ²	Type de suivi	Période de suivi
HT05	Baie du Mont St Michel - Fond de baie estuarien	Mont St Michel	48° 39,1667' N	001° 45,8667' O	020-P-003		2006
		Mont St Michel 2007	48° 38,0900' N	001° 30,4700' O	020-P-053		2007 - 2010
		Tombelaine	48° 39,0780' N	001° 30,9180' O	020-P-109	Chloro - Régional / PC - Surveillance DCE	2010 - en cours
HC01	Chausey	Chausey_Aneret	48° 52,353' N	001° 47,412' O	019-P-019	Surveillance DCE	2001 - en cours
		Cancale Est	48° 42,1478' N	001° 47,6288' O	020-P-051		2006
HC02	Baie du Mt St Michel - Centre	Hacqueville 1 mille	48° 49,2500' N	001° 35,6690' O	020-P-049		2004 - 2006
		Champeaux	48° 44,8375' N	001° 35,6690' O	020-P-050	Surveillance DCE	2006 - en cours
		Donville	48° 50,5000' N	001° 37,6700' O	018-P-054	Régional	2001 - en cours
HC03	Ouest Cotentin	Coudeville1 mille	48° 53,4374' N	001° 35,6288' O	018-P-068		2006 - 2015
		Ouest Lingreville	48° 57,0840' N	001° 36,6510' O	018-P-113	Surveillance DCE	2016 - en cours
		Pointe Agon Sud	49° 00,0200' N	001° 36,3400' O	018-P-057	Régional	2001 - 2018
		Pirou Bergerie Sud	49° 08,9000' N	001° 35,9800' O	018-P-021	Régional	2001 - 2018
		Denneville	49° 17,3567' N	001° 41,3480' O	018-P-008	Surveillance DCE	2006 - en cours
		FLAM-Dielette	49° 33,0000' N	001° 55,1700' O	017-P-006	Surveillance DCE	2007 - en cours
HC04	Cap de Carteret - Cap de la Hague	Jobourg	49° 39,8000' N	001° 58,4000' O	017-P-021		2003 - 2015
		Barneville	49° 22,7000' N	001° 51,7000' O	017-P-022		2003 - 2015
		Gruchy	49° 41,7200' N	001° 46,9200' O	016-P-014		2004 - 2005
HC60	Rade de Cherbourg	Rade de Cherbourg	49° 41,0100' N	001° 36,7200' O	016-P-024		2004 - 2006
HC61	Cherbourg - Intérieur rade	Digue de Querqueville	49° 40,3462' N	001° 39,7674' O	016-P-025	Surveillance DCE	2005 - en cours
HC07	Nord Est Cotentin	Cap Lévi	49° 42,3200' N	001° 27,2900' O	016-P-001		2004 - 2006
		Nord Ouest Lévi	49° 42,5480' N	001° 29,2250' O	016-P-006	Surveillance DCE	2016 - en cours
HC08	Barfleur	Réville 1 mille	49° 36,8300' N	001° 12,9400' O	015-P-029	Surveillance DCE	2004 - 2006, 2009 - en cours
HC09	Anse de St Vaast	La Hougue	49° 34,6561' N	001° 16,7480' O	015-P-030	Surveillance DCE	2003 - en cours
		Gougins	49° 29,1662' N	001° 14,4982' O	015-P-031	Surveillance DCE	2006 - en cours
HC10	Baie des Veys	Utah	49° 25,3562' N	001° 10,2884' O	014-P-024	Surveillance DCE	2006 - en cours
		St Germain de Varreville	49° 27,1600' N	001° 12,5000' O	014-P-017		2001 - 2005
		Roches de Grandcamp	49° 23,7200' N	001° 02,8300' O	014-P-001	Surveillance DCE renforcée	2001 - en cours
HT06	Baie des Veys - Estuaire	Géfosse	49° 23,4700' N	001° 06,3600' O	014-P-023	Surveillance DCE renforcée	2002 - en cours
HC11	Côte du Bessin	Port-en-Bessin 1 mille	49° 21,5900' N	000° 46,0300' O	013-P-006	Surveillance DCE	2004 - 2006, 2009 - en cours
		Tracy-sur-Mer	49° 21,6680' N	000° 38,8350' O	013-P-012	Régional	2016 - 2018
HC12	Côte de Nacre Ouest	Asnelles - Meuvaines	49° 21,0800' N	000° 34,2100' O	012-P-013	Surveillance DCE	2004 - en cours
HC13	Côte de Nacre Est	St Aubin les Essarts	49° 21,9100' N	000° 23,2600' O	012-P-005	Surveillance DCE	2004 - en cours
HC14	Baie de Caen	Luc 1 mille	49° 19,6100' N	000° 19,6700' O	010-P-187	Régional renforcé	2001 - 2018
		Ouistreham 1 mille	49° 18,7100' N	000° 14,4900' O	010-P-102	Surveillance DCE renforcée	2001 - en cours
HT04	Estuaire de l'Orne	Estuaire de l'Orne	49° 16,7667' N	000° 13,6833' O	010-P-110	Régional	2007 - en cours
HC15	Côte fleurie	Cabourg	49° 17,9600' N	000° 06,9400' O	010-P-109	Surveillance DCE renforcée	2001 - en cours
HT03	Estuaire de Seine - Aval	Bouée Carosse	49° 29,1100' N	000° 01,6000' E	010-P-052		2002 - 2004, 2006 - 2007
		Seine 1	49° 28,7500' N	000° 03,2167' E	011-P-010	Phyto - Régional / PC - Surveillance DCE	2008 - en cours
HC16	Le Havre - Antifer	Antifer ponton pétrolier	49° 40,0000' N	000° 07,9800' E	010-P-001	Surveillance DCE renforcée	2001 - en cours
		Fécamp 1 mille	49° 45,9946' N	000° 21,8903' E	009-P-023	Régional	2006 - en cours
HC17	Pays de Caux Sud	Fécamp digue	49° 46,4346' N	000° 20,6304' E	009-P-011		2006 - 2007
		St Aubin Seine Maritime	49° 54,0000' N	000° 52,0000' E	009-P-001		2004 - 2005
		St Aubin 1 mille	49° 54,5010' N	000° 52,5970' E	009-P-091	Régional	2016 - 2018
HC18	Pays de Caux Nord	Dieppe 1 mille	49° 56,4500' N	001° 03,2500' E	008-P-012	Surveillance DCE	2001 - 2005, 2008 - en cours

ANNEXE 2 : RESULTAT DE LA QUALIFICATION DES DONNEES RHLN 2021

Toutes les données hydrologiques (température, salinité, turbidité, oxygène dissous, nutriments, chlorophylle-*a* et phéopigments) ont été qualifiées comme BON, sauf les mesures de la chlorophylle-*a* d'avril et juin à « Tombelaine » qui apparaissent comme « Douteux ».

ANNEXE 3 : LISTE DES TAXONS PHYTOPLANCTONIQUES RENCONTRES EN MANCHE

Code taxon	Libellé taxon	Libellé niveau taxinomique	Code taxon père
ACHN	<i>Achnanthes sp.</i>	Genre	FMACHNA
ACTA	<i>Actinastrum sp.</i>	Genre	CLCHLOR
ACTI	<i>Actinocyclus sp.</i>	Genre	FMHEMID
ACTN	<i>Actinoptychus sp.</i>	Genre	FMHELIO
ACTNSEN	<i>Actinoptychus senarius (=A. undulatus)</i>	Espèce	ACTN
ALEX	<i>Alexandrium sp.</i>	Genre	FMGONIO
ALEXAFF	<i>Alexandrium affine</i>	Espèce	ALEX
ALEXAND	<i>Alexandrium andersoni</i>	Espèce	ALEX
ALEXHIR	<i>Alexandrium hiranoi</i>	Espèce	ALEX
ALEXINS	<i>Alexandrium insuetum</i>	Espèce	ALEX
ALEXLEE	<i>Alexandrium leei</i>	Espèce	ALEX
ALEXMAR	<i>Alexandrium margalefi</i>	Espèce	ALEX
ALEXMIN	<i>Alexandrium minutum</i>	Espèce	ALEX
ALEXOST	<i>Alexandrium ostenfeldii</i>	Espèce	ALEX
ALEXPSE	<i>Alexandrium pseudogonyaulax</i>	Espèce	ALEX
ALEXTAM	<i>Alexandrium tamarense</i>	Espèce	ALEX
ALEXTAY	<i>Alexandrium taylori</i>	Espèce	ALEX
AMPD	<i>Amphidinium sp.</i>	Genre	FMGYMNO
AMPH	<i>Amphora sp.</i>	Genre	FMCYMBE
AMPR	<i>Amphiprora sp.</i>	Genre	FMNAVIC
AMYLTRI	<i>Amylax triacantha</i>	Espèce	FMGONYA
ANKI	<i>Ankistrodesmus sp.</i>	Genre	CLCHLOR
APEDSPI	<i>Apedinella spinifera (= Meringosphaera radians)</i>	Espèce	ORPEDIN
ASTE	<i>Asterionella sp.</i>	Genre	FMFRAGI
ASTEFOR	<i>Asterionella formosa</i>	Espèce	ASTE
ASTEGLA	<i>Asterionella glacialis (= A. japonica)</i>	Espèce	ASTE
ASTEKAR	<i>Asterionella kariana</i>	Espèce	ASTE
ASTR	<i>Asteromphalus sp.</i>	Genre	FMASTER
AULA	<i>Aulacodiscus sp.</i>	Genre	FMHELIO
BACIPAX	<i>Bacillaria paxillifer (= B. paradoxa)</i>	Espèce	FMNITZS
BACT	<i>Bacteriastrum sp.</i>	Genre	FMCHAET
BELL	<i>Bellerochea sp.</i>	Genre	FMLITHO
BIDD	<i>Biddulphia sp.</i>	Genre	FMBIDDU
BIDDALT	<i>Biddulphia alternans (=Triceratium alternans)</i>	Espèce	BIDD
BLEP	<i>Blepharocysta sp.</i>	Genre	FMPODOL
CERA	<i>Cerataulina sp.</i>	Genre	FMBIDDU
CERAPEL	<i>Cerataulina pelagica</i>	Espèce	CERA
CERI	<i>Ceratium sp.</i>	Genre	FM CERAT
CERIFUR	<i>Ceratium furca</i>	Espèce	CERI
CERIFUS	<i>Ceratium fusus</i>	Espèce	CERI
CERILIN	<i>Ceratium lineatum + C. minutum</i>	Groupe espèces	CERI
CERIRAN	<i>Ceratium ranipes</i>	Espèce	CERI
CERITRP	<i>Ceratium tripos + 'Ceratium avec cornes post. remontantes'</i>	Groupe espèces	CERI
CHAE	<i>Chaetoceros sp.</i>	Genre	FMCHAET
CHAEAFF	<i>Chaetoceros affine</i>	Espèce	CHAE
CHAEARM	<i>Chaetoceros armatum</i>	Espèce	CHAE
CHAECOM	<i>Chaetoceros compressum</i>	Espèce	CHAE
CHAECUR	<i>Chaetoceros curvisetum + C. debile</i>	Groupe espèces	CHAE

Code taxon	Libellé taxon	Libellé niveau taxinomique	Code taxon père
CHAEDAN	<i>Chaetoceros danicus</i> + <i>C.peruvianus</i> + <i>C.eibenii</i> + <i>C.densus</i>	Groupe espèces	CHAE
CHAEDEC	<i>Chaetoceros decipiens</i> + <i>C. lorenzianus</i>	Groupe espèces	CHAE
CHAEDID	<i>Chaetoceros didymus</i> + <i>C. protuberans</i>	Groupe espèces	CHAE
CHAEGRA	<i>Chaetoceros neogracle</i>	Espèce	CHAE
CHAEPER	<i>Chaetoceros perpusillum</i>	Espèce	CHAE
CHAESOC	<i>Chaetoceros socialis</i> + <i>C socialis f. radians</i>	Groupe espèces	CHAE
CHAESUB	<i>Chaetoceros subtile</i>	Espèce	CHAE
CHAT	<i>Chattonella sp.</i>	Genre	ORRAPHI
CHATMIN	<i>Chattonella minima</i>	Espèce	CHAT
CHRU	<i>Chrysochromulina sp.</i>	Genre	ORPRYMN
CLCHLOR	<i>Chlorophycées</i>	Classe	RGPROTI
CLCHRYS	<i>Chrysophycées</i>	Classe	RGPROTI
CLCILIE	<i>Ciliophora</i>	Classe	RGPROTI
CLCRYPT	<i>Cryptophycées</i>	Classe	RGPROTI
CLDIATO	<i>Diatomophycées (= Diatomées)</i>	Classe	RGPROTI
CLDICTY	<i>Dictyochophycées</i>	Classe	RGPROTI
CLDINOP	<i>Dinophycées (= Dinoflagellés)</i>	Classe	RGPROTI
CLEUGLE	<i>Eugléna</i>	Classe	RGPROTI
CLOT	<i>Closterium sp.</i>	Genre	CLCHLOR
CLPRASI	<i>Prasinophycées</i>	Classe	RGPROTI
CLPRYMN	<i>Prymnésiophycées</i>	Classe	RGPROTI
CLRAPHI	<i>Raphidophycées</i>	Classe	RGPROTI
COCC	<i>Cocconeis sp.</i>	Genre	FMACHNA
COCO	<i>Cochlodinium sp.</i>	Genre	FMGYMNO
COEL	<i>Coelastrum sp.</i>	Genre	CLCHLOR
COLIPEL	<i>Coccolithus pelagicus</i>	Espèce	ORCOCCO
COOL	<i>Coolia sp.</i>	Genre	FMOSTRP
CORECRI	<i>Corethron criophilum</i>	Espèce	FMLEPTC
COSA	<i>Cosmarium sp.</i>	Genre	CLCHLOR
COSC	<i>Coscinodiscus sp.</i>	Genre	FMCOSCI
COSCRAD	<i>Coscinodiscus radiatus</i>	Espèce	COSC
COSCWAI	<i>Coscinodiscus wailesii</i>	Espèce	COSC
CRUC	<i>Crucigenia sp.</i>	Genre	CLCHLOR
CYCA	<i>Cyclotella sp.</i>	Genre	FMTHALA
CYLICLO	<i>Cylindrotheca closterium (= Nitzschia closterium)</i>	Espèce	FMNITZS
DACT	<i>Dactyliosolen sp.</i>	Genre	FMRHIZO
DETO	<i>Detonula sp.</i>	Genre	FMTHALA
DIBR	<i>Dinobryon sp.</i>	Genre	OROCHRO
DICT	<i>Dictyocha sp.</i>	Genre	CLDICTY
DICTFIB	<i>Dictyocha fibula</i>	Espèce	DICT
DICTSPE	<i>Dictyocha speculum</i>	Espèce	DICT
DINO	<i>Dinophysis sp.</i>	Genre	FMDINOP
DINOACT	<i>Dinophysis acuta</i>	Espèce	DINO
DINOACU	<i>Dinophysis acuminata</i> + <i>D. cf. acuminata</i>	Groupe espèces	DINO
DINOCAU	<i>Dinophysis caudata</i>	Espèce	DINO
DINODIE	<i>Dinophysis diegensis</i>	Espèce	DINO
DINOFOR	<i>Dinophysis fortii</i>	Espèce	DINO
DINOHAS	<i>Dinophysis hastata</i>	Espèce	DINO
DINONOR	<i>Dinophysis norvegica</i>	Groupe espèces	DINO
DINOPAV	<i>Dinophysis pavillardii</i>	Espèce	DINO

Code taxon	Libellé taxon	Libellé niveau taxinomique	Code taxon père
DINORON	<i>tous Dinophysis ronds avec épithèque bien visible</i>	Groupe espèces	DINO
DINOROT	<i>Dinophysis rotundata</i>	Espèce	DINO
DINOSAC	<i>Dinophysis sacculus</i>	Groupe espèces	DINO
DINOSKA	<i>Dinophysis skagii</i>	Espèce	DINO
DINOTRI	<i>Dinophysis tripos</i>	Espèce	DINO
DIPL	<i>Diploneis sp.</i>	Genre	FMNAVIC
DIPO	<i>Diplopsalis+Diplopelta+Diplopsalopsis+Zygabikodinium+Oblea</i>	Groupe genres	FMPERID
DISS	<i>Dissodinium sp. + Pyrocystis sp.</i>	Groupe genres	FMPYROC
DITY	<i>Ditylum sp.</i>	Genre	FMLITHO
DITYBRI	<i>Ditylum brightwellii</i>	Espèce	DITY
EBRATRI	<i>Ebria tripartita</i>	Espèce	FMEBRIA
EMIL	<i>Emiliana huxleyi + Gephyrocapsa sp.</i>	Groupe genres	ORCOCCO
EUCP	<i>Eucampia sp.</i>	Genre	FMBIDDU
EUCPZOD	<i>Eucampia zodiacus</i>	Espèce	EUCP
EUNO	<i>Eunotogramma sp.</i>	Genre	FMBIDDU
FIBRJAP	<i>Fibrocapsa japonica</i>	Espèce	ORRAPHI
FMACHNA	<i>Achnanthaceae</i>	Famille	ORPENNA
FMASTER	<i>Asterolampraceae</i>	Famille	ORCENTR
FMBIDDU	<i>Biddulphiaceae</i>	Famille	ORCENTR
FM CERAT	<i>Ceratiaceae</i>	Famille	ORPERID
FMCHAET	<i>Chaetoceraceae</i>	Famille	ORCENTR
FMCLADO	<i>Cladopyxidaceae</i>	Famille	ORPERID
FMCOSCI	<i>Coscinodiscaceae</i>	Famille	ORCENTR
FMCYMBE	<i>Cymbellaceae</i>	Famille	ORPENNA
FMDINOP	<i>Dinophysaceae</i>	Famille	ORDINOP
FMEBRIA	<i>Ebriaceae</i>	Famille	OREBRIA
FMEUPOD	<i>Eupodiscaceae</i>	Famille	ORCENTR
FMFRAGI	<i>Fragilariaceae</i>	Famille	ORPENNA
FMGONIO	<i>Goniodomataceae</i>	Famille	ORPERID
FMGONYA	<i>Gonyaulacaceae</i>	Famille	ORPERID
FMGYMNO	<i>Gymnodiniaceae</i>	Famille	ORGYMNO
FMHELIO	<i>Heliopeltaceae</i>	Famille	ORCENTR
FMHEMID	<i>Hemidiscaceae</i>	Famille	ORCENTR
FMLEPTC	<i>Leptocylindraceae</i>	Famille	ORCENTR
FMLEPTD	<i>Leptodiscaceae</i>	Famille	ORNOCTI
FMLITHO	<i>Lithodesmiaceae</i>	Famille	ORCENTR
FMMELoS	<i>Melosiraceae</i>	Famille	ORCENTR
FMNAVIC	<i>Naviculaceae</i>	Famille	ORPENNA
FMNITZS	<i>Nitzschiaceae</i>	Famille	ORPENNA
FMNOCTI	<i>Noctilucaeae</i>	Famille	ORNOCTI
FMOSTRP	<i>Ostreopsidaceae</i>	Famille	ORPERID
FMOXYPH	<i>Oxyphysaceae</i>	Famille	ORDINOP
FMOXYRR	<i>Oxyrrhinaceae</i>	Famille	OROXYRR
FMOXYTA	<i>Oxytoxaceae</i>	Famille	ORPERID
FMPERID	<i>Peridiniaceae</i>	Famille	ORPERID
FMPODOL	<i>Podolampadaceae</i>	Famille	ORPERID
FMPOLYK	<i>Polykrikaceae</i>	Famille	ORGYMNO
FMPRORO	<i>Prorocentraceae</i>	Famille	ORPRORO
FMPROTO	<i>Protodiniferaceae</i>	Famille	ORNOCTI
FMPYROC	<i>Pyrocystaceae</i>	Famille	ORPYROC

Code taxon	Libellé taxon	Libellé niveau taxinomique	Code taxon père
FMPYROP	<i>Pyrophacaceae</i>	Famille	ORPERID
FMRHIZO	<i>Rhizosoleniaceae</i>	Famille	ORCENTR
FMSURIR	<i>Surirellaceae</i>	Famille	ORPENNA
FMTHALA	<i>Thalassiosiraceae</i>	Famille	ORCENTR
FMWARNO	<i>Warnowiaceae</i>	Famille	ORGYMNO
FRAG	<i>Fragilaria sp.</i>	Genre	FMFRAGI
FRAI	<i>Fragilidium sp. (= Helgolandinium sp.)</i>	Genre	ORPERID
GONI	<i>Goniodoma sp. (= Heteraulacus sp.)</i>	Genre	FMGONIO
GONIPOL	<i>Goniodoma polyedricum</i>	Espèce	GONI
GONISPH	<i>Goniodoma sphaericum + G. orientale</i>	Groupe espèces	GONI
GONY	<i>Gonyaulax sp.</i>	Genre	FMGONYA
GONYSPI	<i>Gonyaulax spinifera</i>	Espèce	GONY
GRAM	<i>Grammatophora sp.</i>	Genre	FMFRAGI
GRAMSER	<i>Grammatophora serpentina</i>	Espèce	GRAM
GUIN	<i>Guinardia sp.</i>	Genre	FMRHIZO
GUINFLA	<i>Guinardia flaccida</i>	Espèce	GUIN
GYMN	<i>Gymnodinium sp.</i>	Genre	FMGYMNO
GYMN-82	<i>Gymnodinium 'sp.1982'</i>	Espèce	GYMN
GYMNBRE	<i>Gymnodinium breve + G. cf. breve (= Ptychodiscus brevis)</i>	Groupe espèces	GYMN
GYMNCAT	<i>Gymnodinium catenatum</i>	Espèce	GYMN
GYMNLOH	<i>Gymnodinium lohmanni</i>	Espèce	GYMN
GYMNNAG	<i>Gymnodinium nagasakiense (=G. mikimotoi=Gyrodinium aureolum)</i>	Espèce	GYMN
GYMNSPL	<i>Gymnodinium splendens (= G. sanguineum)</i>	Espèce	GYMN
GYRO	<i>Gyrodinium sp.</i>	Genre	FMGYMNO
GYROSPI	<i>Gyrodinium spirale</i>	Espèce	GYRO
HALO	<i>Halosphaera sp.</i>	Genre	ORCHLOR
HEMI	<i>Hemiaulus sp.</i>	Genre	FMBIDDU
HERM	<i>Hermesinum sp.</i>	Genre	FMEBRIA
HETENIE	<i>Heterocapsa niei (= Cachonina niei)</i>	Espèce	ORPERID
HETETRI	<i>Heterocapsa triquetra</i>	Espèce	ORPERID
HETGCAR	<i>Heterosigma carterae (= H. akashiwo)</i>	Espèce	ORRAPHI
ISTH	<i>Isthmia sp.</i>	Genre	FMBIDDU
KATO	<i>Katodinium sp.</i>	Genre	FMGYMNO
KATOROT	<i>Katodinium rotundatum</i>	Espèce	KATO
KIRC	<i>Kirchneriella sp.</i>	Genre	CLCHLOR
KRYPFOL	<i>Kryptoperidinium foliaceum</i>	Espèce	FMPERID
LAUD	<i>Lauderia sp. + Schroederella sp.</i>	Groupe genres	FMTHALA
LEPT	<i>Leptocylindrus sp.</i>	Genre	FMLEPTC
LEPTDAN	<i>Leptocylindrus danicus</i>	Espèce	LEPT
LEPTMIN	<i>Leptocylindrus minimus</i>	Espèce	LEPT
LICM	<i>Licmophora sp.</i>	Genre	FMFRAGI
LINGPOL	<i>Lingulodinium polyedra (= Gonyaulax polyedra)</i>	Espèce	FMGONYA
LITH	<i>Lithodesmium sp.</i>	Genre	FMLITHO
LITHUND	<i>Lithodesmium undulatum</i>	Espèce	LITH
MELO	<i>Melosira sp.</i>	Genre	FMMELOS
MESORUB	<i>Mesodinium rubrum</i>	Espèce	CLCILIE
MESP	<i>Mesoporos sp.</i>	Genre	FMPRORO
META	<i>Metaphalacroma sp.</i>	Genre	FMDINOP
MICN	<i>Micracanthodinium sp.</i>	Genre	ORPERID
NAVI	<i>Navicula sp.</i>	Genre	FMNAVIC

Code taxon	Libellé taxon	Libellé niveau taxinomique	Code taxon père
NAVIPEL	<i>Navicula pelagica</i>	Espèce	NAVI
NITZ	<i>Nitzschia sp. + Hantzschia sp.</i>	Groupe genres	FMNITZS
NITZLON	<i>Nitzschia longissima</i>	Espèce	NITZ
NOCTSCI	<i>Noctiluca scintillans</i>	Espèce	FMNOCTI
ODONAUUR	<i>Odontella aurita (= Biddulphia aurita)</i>	Espèce	FMEUPOD
ODONGRA	<i>Odontella granulata (= Biddulphia granulata)</i>	Espèce	FMEUPOD
ODONMOB	<i>Odontella mobiliensis (= Biddulphia mobiliensis)</i>	Espèce	FMEUPOD
ODONREG	<i>Odontella regia (= Biddulphia regia)</i>	Espèce	FMEUPOD
ODONRHO	<i>Odontella rhombus (= Biddulphia rhombus)</i>	Espèce	FMEUPOD
ODONSIN	<i>Odontella sinensis (= Biddulphia sinensis)</i>	Espèce	FMEUPOD
OLIS	<i>Olisthodiscus sp.</i>	Genre	ORRAPHI
ORCENTR	<i>Centrales</i>	Ordre	CLDIATO
ORCHLOR	<i>Chlorodendrales</i>	Ordre	CLPRASI
ORCOCCO	<i>Coccolithophorales</i>	Ordre	CLPRYMN
ORCRYPT	<i>Cryptomonadales</i>	Ordre	CLCRYPT
ORDINOP	<i>Dinophysales</i>	Ordre	CLDINOP
OREBRIA	<i>Ebriales</i>	Ordre	CLDINOP
ORGYMNO	<i>Gymnodiniales</i>	Ordre	CLDINOP
ORNI	<i>Ornithocercus sp.</i>	Genre	FMDINOP
ORNOCTI	<i>Noctilucales</i>	Ordre	CLDINOP
OROCHRO	<i>Ochromonadales</i>	Ordre	CLCHRY
OROXYRR	<i>Oxyrrhinales</i>	Ordre	CLDINOP
ORPEDIN	<i>Pedinellales</i>	Ordre	CLCHRY
ORPENNA	<i>Pennales</i>	Ordre	CLDIATO
ORPERID	<i>Peridinales</i>	Ordre	CLDINOP
ORPRORO	<i>Prorocentrales</i>	Ordre	CLDINOP
ORPRYMN	<i>Prymnésiales</i>	Ordre	CLPRYMN
ORPYROC	<i>Pyrocystales</i>	Ordre	CLDINOP
ORRAPHI	<i>Raphidomonadales</i>	Ordre	CLRAPHI
OSTR	<i>Ostreopsis sp.</i>	Genre	FMOSTRP
OXYP	<i>Oxyphysis sp.</i>	Genre	FMOXYPH
OXYRMAA	<i>Oxyrrhis marina</i>	Espèce	FMOXYRR
OXYT	<i>Oxytoxum sp. + Corythodinium sp.</i>	Groupe genres	FMOXYTA
PACH	<i>Pachysphaera sp. + Pterosperma sp.</i>	Groupe genres	ORCHLOR
PALA	<i>Palaeophalacroma sp.</i>	Genre	FMCLADO
PARAMAR	<i>Paralia sulcata</i>	Espèce	FMMELoS
PEDI	<i>Pediastrum sp.</i>	Genre	CLCHLOR
PERA	<i>Peridiniella sp.</i>	Genre	FMGONYA
PHAE	<i>Phaeocystis sp.</i>	Genre	ORPRYMN
PINN	<i>Pinnularia sp.</i>	Genre	FMNAVIC
PLAG	<i>Plagiogramma sp.</i>	Genre	FMFRAGI
PLESGYR	<i>Pleurosigma sp. + Gyrosigma sp.</i>	Groupe genres	FMNAVIC
PODL	<i>Podolampas sp.</i>	Genre	FMPODOL
PODS	<i>Podosira sp.</i>	Genre	FMMELoS
PODSSTE	<i>Podosira stelligera</i>	Espèce	PODS
POLY	<i>Polykrikos sp.</i>	Genre	FMPOLYK
POLYSCH	<i>Polykrykos schwartzii</i>	Espèce	POLY
PORO	<i>Porosira sp.</i>	Genre	FMTHALA
PROBALA	<i>Proboscia alata (= Rhizosolenia alata)</i>	Espèce	FMRHIZO
PROI	<i>Protoperidinium sp. + Peridinium sp.</i>	Groupe genres	FMPERID

Code taxon	Libellé taxon	Libellé niveau taxinomique	Code taxon père
PROIBIP	<i>Protoberidinium bipes</i> (= <i>Minuscula bipes</i>)	Espèce	PROI
PROIDEP	<i>Protoberidinium depressum</i>	Espèce	PROI
PROIDIA	<i>Protoberidinium diabolus</i>	Espèce	PROI
PROIMIN	<i>Protoberidinium minutum</i>	Espèce	PROI
PROIPUN	<i>Protoberidinium punctulatum</i>	Espèce	PROI
PROIQUI	<i>Peridinium quinquecorne</i>	Espèce	PROI
PROISTE	<i>Protoberidinium steinii</i>	Espèce	PROI
PRON	<i>Pronoctiluca</i> sp.	Genre	FMPROTO
PROR	<i>Prorocentrum</i> sp. (= <i>Exuviaella</i> sp.)	Genre	FMPRORO
PRORCOM	<i>Prorocentrum compressum</i>	Espèce	PROR
PRORCON	<i>Prorocentrum concavum</i>	Espèce	PROR
PRORGRA	<i>Prorocentrum gracile</i>	Espèce	PROR
PRORLIM	<i>Prorocentrum lima</i> + <i>P. marinum</i>	Groupe espèces	PROR
PRORMEX	<i>Prorocentrum mexicanum</i>	Espèce	PROR
PRORMIC	<i>Prorocentrum micans</i> + <i>P. arcuatum</i> + <i>P. gibbosum</i>	Groupe espèces	PROR
PRORMIN	<i>Prorocentrum minimum</i> + <i>P. balticum</i> + <i>P. cordatum</i>	Groupe espèces	PROR
PRORTRI	<i>Prorocentrum triestinum</i> (= <i>P. redfieldii</i>)	Espèce	PROR
PROT	<i>Protoceratium</i> sp.	Genre	FMGONYA
PROTRET	<i>Gonyaulax reticulatum</i>	Espèce	PROT
PRYM	<i>Prymnesium</i> sp.	Genre	ORPRYMN
PSEL	<i>Pselodinium</i> sp.	Genre	FMGYMNO
PSNZ	<i>Pseudonitzschia</i> sp.	Genre	FMNITZS
PSNZFIN	<i>Pseudo-nitzschia</i> , groupe des fines, complexe <i>delicatissima</i> (<i>calliantha</i> + <i>delicatissima</i> + <i>pseudodelicatissima</i>)	Groupe espèces	PSNZ
PSNZDEL	<i>Pseudonitzschia delicatissima</i> (= <i>Nitzschia delicatissima</i>)	Espèce	PSNZ
PSNZEFF	<i>Pseudonitzschia</i> groupe des effilées, complexe <i>seriata</i> (<i>multiseries</i> + <i>pungens</i>)	Groupe espèces	PSNZ
PSNZLAR	<i>Pseudo-nitzschia</i> , groupe des larges, complexe <i>seriata</i> (<i>australis</i> + <i>fraudulenta</i> + <i>seriata</i> + <i>subpacificica</i>)	Groupe espèces	PSNZ
PSNZPSE	<i>Pseudonitzschia pseudodelicatissima</i> (= <i>Nitzschia pseudodeli.</i>)	Espèce	PSNZ
PSNZPUN	<i>Pseudonitzschia pungens</i> (= <i>Nitzschia pungens</i>)	Espèce	PSNZ
PSNZSER	<i>Pseudonitzschia seriata</i> (= <i>Nitzschia seriata</i>)	Espèce	PSNZ
PSNZSIG	<i>Pseudo-nitzschia</i> , groupe des sigmoïdes (<i>multistriata</i>)	Groupe espèces	PSNZ
PSPD	<i>Pseudopedinella</i> sp.	Genre	ORPEDIN
PYRA	<i>Pyramimonas</i> sp.	Genre	ORCHLOR
PYRP	<i>Pyrophacus</i> sp.	Genre	FMPYROP
RGPROTI	Protistes (= eucaryotes unicellulaires)	Règne	
RHAB	<i>Rhabdonema</i> sp.	Genre	FMFRAGI
RHAP	<i>Rhaphoneis</i> sp.	Genre	FMFRAGI
RHIZ	<i>Rhizosolenia</i> sp.	Genre	FMRHIZO
RHIZDEL	<i>Guinardia delicatula</i>	Espèce	RHIZ
RHIZFRA	<i>Dactisolenia fragilissima</i>	Espèce	RHIZ
RHIZHEB	<i>Rhizosolenia hebetata</i>	Espèce	RHIZ
RHIZIMB	<i>Rhizosolenia imbricata</i> (= <i>R. shrubsolei</i>) + <i>R. styliformis</i>	Groupe espèces	RHIZ
RHIZIND	<i>Rhizosolenia indica</i>	Espèce	RHIZ
RHIZROB	<i>Rhizosolenia robusta</i>	Espèce	RHIZ
RHIZSET	<i>Rhizosolenia setigera</i> + <i>R. pungens</i>	Groupe espèces	RHIZ
RHIZSTO	<i>Rhizosolenia stouterfothii</i>	Espèce	RHIZ
SCAP	<i>Scaphodinium</i> sp.	Genre	FMLEPTD
SCEN	<i>Scenedesmus</i> sp.	Genre	CLCHLOR
SCENQUA	<i>Scenedesmus quadricauda</i>	Espèce	SCEN

Code taxon	Libellé taxon	Libellé niveau taxinomique	Code taxon père
SCRI	<i>Scrippsiella+Peridinium trochoïdeum+Ensiculifera+Pentaphars</i>	Groupe genres	FMPERID
SELE	<i>Selenastrum sp.</i>	Genre	CLCHLOR
SKELCOS	<i>Skeletonema costatum</i>	Espèce	FMTHALA
STAR	<i>Staurastrum sp.</i>	Genre	CLCHLOR
STAU	<i>Stauroneis sp.</i>	Genre	FMNAVIC
STAUMEM	<i>Stauroneis membranacea</i>	Espèce	STAU
STEX	<i>Stephanopyxis sp.</i>	Genre	FMMELOS
STRE	<i>Streptothecca sp.</i>	Genre	FMLITHO
STRI	<i>Striatella sp.</i>	Genre	FMFRAGI
SURI	<i>Surirella sp.</i>	Genre	FMSURIR
SYNE	<i>Synedra sp.</i>	Genre	FMFRAGI
SYRA	<i>Syracosphaera sp.</i>	Genre	ORCOCCO
TETI	<i>Tetraselmis sp.</i>	Genre	ORCHLOR
THAA	<i>Thalassionema sp. + Thalassiothrix sp.</i>	Groupe genres	FMFRAGI
THAANIT	<i>Thalassionema nitzschioides</i>	Espèce	THAA
THAL	<i>Thalassiosira+Coscinosira+Coscinodiscus eccentricus(=T.ecc.)</i>	Groupe genres	FMTHALA
THALDEC	<i>Thalassiosira decipiens</i>	Espèce	THAL
THALGRA	<i>Thalassiosira gravida</i>	Espèce	THAL
THALLEV	<i>Thalassiosira levanderi</i>	Espèce	THAL
THALNOR	<i>Thalassiosira nordenskiöldii</i>	Espèce	THAL
THALPOL	<i>Thalassiosira polychorda (= Coscinosira polychorda)</i>	Espèce	THAL
THALROG	<i>Thalassiosira rotula + T. gravida (si non discernables)</i>	Groupe espèces	THAL
THALROT	<i>Thalassiosira rotula</i>	Groupe espèces	THAL
THALSUB	<i>Thalassiosira subtilis</i>	Espèce	THAL
TORO	<i>Torodinium sp.</i>	Genre	FMGYMNO
TOROROB	<i>Torodinium robustum</i>	Espèce	TORO
TRIC	<i>Triceratium sp.</i>	Genre	FMEUPOD
TRICFAV	<i>Triceratium favus</i>	Espèce	TRIC
UCPHFLA	<i>Phytoflagellés excepté dinoflagellés</i>	Super-classe	RGPROTI
WARN	<i>Warnowia sp. + Nematodinium sp.</i>	Groupe genres	FMWARNO