Résultats des paramètres physico-chimiques du golfe de Fos

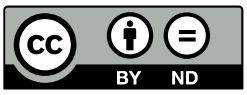
2022

- SALINITÉ -

Marine Périot
marine.periot@institut-ecocitoyen.fr
04 90 55 40 40 / 07 63 01 82 92

Institut Ecocitoyen pour la Connaisance des Pollutions
RD268 - Centre de vie la Fossette - 13270 Fos-sur-Mer 04.90.55.49.94 – www.institut-ecocitoyen.fr

Le présent rapport est publié sous licence CC-BY-ND



Les données, les interprétations et les images présentes dans ce rapport sont la propriété de l'Institut Écocitoyen pour la Connaissance des Pollutions, libres d'accès et d'utilisation à condition de citer les références du rapport et d'indiquer la source des données, photos, et graphiques ("Institut Écocitoyen pour la Connaissance des Pollutions - Fos sur Mer").

Il ne sera pas apporté de modifications à la version originale du rapport à des fins de diffusion. L'Institut Écocitoyen pour la Connaissance des Pollutions ne pourra être tenu responsable de toute interprétation réalisée par un tiers et qui n'est pas explicitement détaillée dans ce rapport.

Pour citer ce rapport :

Marine Périot. Résultats des paramètres physico-chimiques du Golfe de Fos 2020 effectués par le réseau VOCE. Institut Écocitoyen pour la Connaissance des Pollutions, 2021.

L'Institut Écocitoyen tient à remercier les volontaires du réseau VOCE Salinité : Mr. Dupitier, Mr. Goglio, Mr. Frizzas, Mr. Trolliet et Mr. Arpison de la Société Nautique de Port-de-Bouc (SNPB), Mr. Carle Jacques de Port-Saint-Louis-du-Rhône qui ont donné de leur temps pour effectuer les sorties au cours l'année 2021.

L'Institut adresse également ses remerciements à Michel Trolliet pour le recrutement des volontaires de la Société Nautique de Port-de-Bouc (SNPB).

Les mesures réalisées pour ce rapport ont bénéficié d'un soutien financier du programme CNRS-LEFE-CHAT (Programme National-Les Enveloppes Fluides et l'Environnement-Chimie Atmosphérique) – Project "SURFACTs" coordonné par Anne Monod (LCE, Aix-Marseille Université)

Salinité : observatoire citoyen

I. Contexte et objectifs

L'Institut Ecocitoyen a fondé l'Observatoire Citoyen de l'Environnement afin de répondre à une demande croissante sur les impacts écologiques et sanitaires des zones industrielles du golfe de Fos et de l'étang de Berre. Ceci en intégrant la population directement dans une réelle approche scientifique. Cette démarche permet, à la fois, d'être une source informative mais également de fonder des échanges sur un socle de confiance entre science et information. Cet observatoire propose ainsi aux citoyens d'observer leur environnement, en participant directement à certaines études lancées par l'Institut Ecocitoyen ou en proposant des suivis des milieux, à l'initiative des questions de recherche. Ces études, basées sur des protocoles scientifiques réalisés en étroite collaboration entre les chercheurs de l'Institut et les volontaires, intègrent l'action des citoyens, au moins à une étape de la méthode. Les volontaires peuvent ainsi être amenés à intervenir lors des phases préliminaires (reconnaissances de terrain, historiques d'usage, choix d'espèces indicatrices…) et des phases opérationnelles (réalisations de prélèvements, suivis de paramètres,…).
L'intérêt mutuel est ainsi de répondre à un questionnement précis à l'aide de connaissances en façonnant des études
scientifiques correspondant aux enjeux citoyens spécifiques, fondées sur la connaissance locale et bénéficiant d'une ampleur multipliée par l'intervention des volontaires. Il s'agit ainsi de constituer un groupe de citoyens à l'interface du territoire, des décideurs et du monde scientifique qui pourra, d'une part, constituer une courroie de transmission efficace de l'information aux populations riveraines, et, d'autre part, positionner les habitants dans une posture participative à ces grands questionnements de santé environnementale.

I.1. Observatoire citoyen de l'environnement (VOCE)

Sur la base du questionnement des habitants du pourtour du golfe de Fos, initialement lié aux rejets de saumures au large de Lavera, l'Institut Ecocitoyen effectue le suivi de paramètres physico- chimiques lors de sorties en mer réalisées grâce aux citoyens volontaires issus de la Société Nautique de Port-de-Bouc (SNPB) et des habitants de Port-Saint-Louis-du-Rhône. Ces sorties sont effectuées dans le cadre de l'Observatoire Citoyen de l'Environnement. Cette structure a été mise en œuvre en 2010 avec le soutien du Ministère en charge de l'écologie et du développement durable, et a été labellisée par la commission pluraliste REPERE sur les sciences participatives. L'Observatoire VOCE assure la logistique en fonction de la disponibilité des volontaires, la réalisation des protocoles de mesure et l'interprétation des résultats.

I.2. Objectifs

L'action vise à collecter fréquemment des données à l'aide d'une sonde multiparamètres (profondeur, conductivité-salinité, température, oxygène dissous, pH, chlorophylle-a), pouvant aller jusqu'à plusieurs dizaines de mètres de profondeur. Le but est de mieux connaître le fonctionnement et l'évolution des paramètres physico-chimiques du golfe, en impliquant directement les habitants dans une action d'observation scientifique.

II. Mise en place du dispositif d'observations citoyennes

Il est demandé aux volontaires voulant participer à cette action, de disposer d'un bateau à voile ou à moteur, et d'être disponible une demi-journée du lundi au vendredi (1-2 fois/an). Le déroulement de la demi-journée :

- Rendez-vous avec le volontaire à son port d'attache.

- Réalisation du transect défini par l'institut écocitoyen qui est constitué de 5 points (A, B, C, D et E) allant de Port-Saint-Louis-du-Rhône jusqu'à Port-de-bouc en passant par le They de la Gracieuse. Les paliers de mesures se font à la remontée de la sonde après avoir touché le fond.

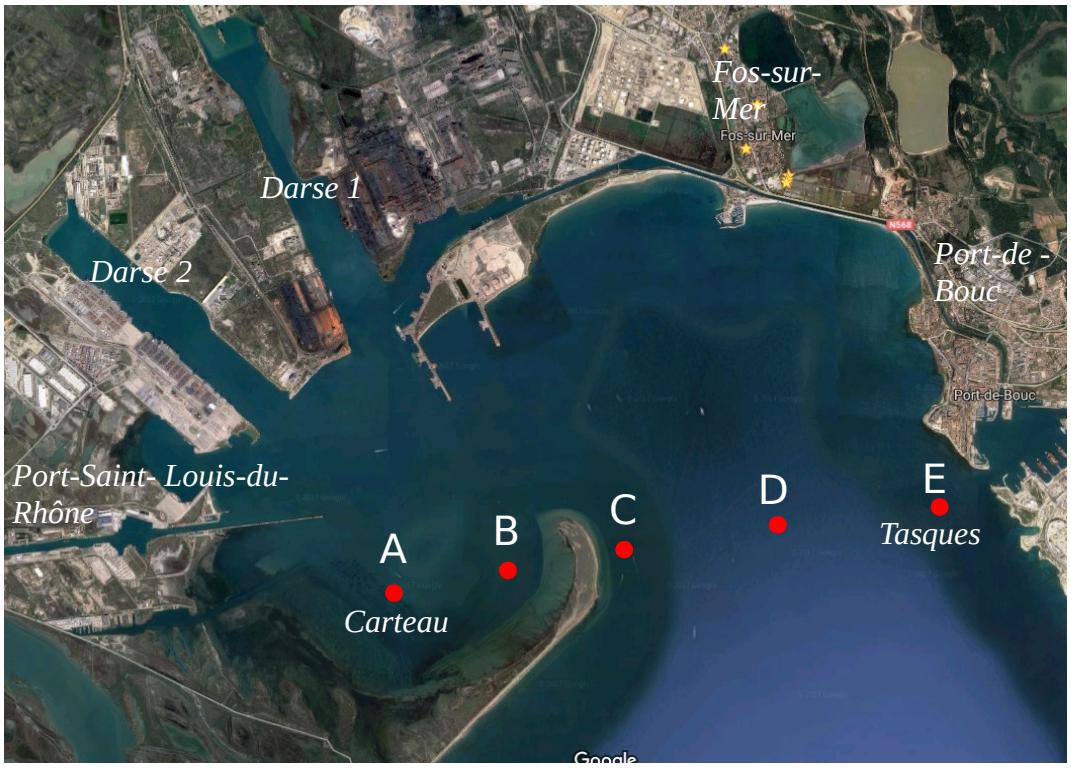


Figure 1: Carte représentant les six sites de mesures

Points GPS en degrés-minutes :					
site	A	B	C	D	E
localisation	CARTEAU	GRACIEUSE OUEST	GRACIEUSE EST	GRAND FORTE	TASQUES
profondeur (m)	7	6	13	15	14
latitude	**43°22.833'N**	**43°23,007' N**	**43°23.167'N**	**43°23.350'N**	**43°23.483'N**
longitude	**4°53.033'E**	**4°54,180' E**	**4°55.367'E**	**4°56.933'E**	**4°58.583'E**

Tableau 1: Coordonnées GPS des six sites de mesures

III. Résultats

Les travaux de suivi des paramètres physico-chimiques (température, salinité, pH, oxygène dissous et la chlorophylle-a) du Golfe de Fos présentés ici , s'appuient sur les 5 points réalisés à l'aide de la sonde de mesure le long du transect prédéfini (Figure 1).

Au cours de l'année 2021, nous avons pu réaliser 10 sorties avec les volontaires. Notons que cette année l'action s'est associée à un nouveau projet intitulé "SURFACTS", avec l'accompagnement de chercheurs du LCE (Laboratoire de Chimie de l'Environnement, Aix-Marseille Université) sur quelques sorties, leur permettant ainsi d'effectuer des relevés de surfactants (ou tensio-actifs) issus des savons, détergents, pouvant être retrouvés dans l'eau de mer. Ces relevés sont réalisés sur plusieurs points du transect, ainsi qu'au niveau des rejets de la STEP de Martigues et du complexe pétrochimique de Lavéra, en paralléle des relevés des paramètres physico-chimiques. Ces travaux sont dans leur phase expérimentale, et les premiers résultats sur les surfactants sont attendus pour 2023.

Les résultats du suivi des paramètres physico-chimiques sont présentés sous forme de graphiques explicatifs pour chaque paramètres, permettant ainsi de visualiser l'ensemble des données recueillies depuis 2017. Les points issus de l'année 2021 apparaissent en rouge, ceux des années antérieures sont en noir. La courbe lissée en orange nous permet d'apprécier la moyenne des valeurs obtenues et en gris son intervalle de confiance à 95 %. Ici, nous nous sommes plus particulièrement intéressés au point B situé dans l'anse de Carteau, et au point E situé à Tasques, afin de visualiser les variations dans le temps, en sélectionnant 2 profondeurs différentes : de 0 à 1 mètre (eau de surface), et de 4 à 5 mètres de profondeur, pour chaque paramètre physico-chimique mesuré. Ces choix sont issus du fait que ces deux points sont représentatifs des deux masses d'eaux disctinctes du golfe, un secteur semi-fermé à l'ouest (Carteau), et une zone ouverte sur la Méditeranée à l'est (Tasques), et les profondeurs reflètent les contrastes observés lors des possibles stratifications. Afin d'alléger le rapport, nous avons aussi choisi de ne présenter qu'un seul exemple de profil obtenu pour chaque paramètre physico-chimique, correspondant aux mesures réalisées le 15 juin 2021, mais l'ensemble des profils sont disponibles sur demande.

III.1. La température

Globalement, la température en Méditerranée nord-occidentale est plutôt élevée avec une moyenne annuelle de 17 °C en surface. Celle-ci est influencée surtout par le cycle saisonnier qui peut apporter des écarts situés entre 10 et 25°C. Ces variations saisonnières de température peuvent être accentuées ponctuellement par l'influence des vents dominants présents sur la zone. En effet, le Mistral (vent de Nord - Ouest) favorise la remontée d'eaux profondes, phénomène appelé « upwelling » (Baudrier, 2016). Notons que ces eaux profondes sont plus froides en été et plus chaudes en hiver. Sur l'exemple de profil choisi, correspondant au 15 juin (Figure 2), on observe que la température baisse au fur et à mesure que la profondeur augmente. Cette diminution de la température en fonction de la profondeur est liée au réchauffement de la surface par le soleil et au contact de l'air plus chaud. Ce n'est cependant pas toujours le cas, notamment en hiver, lorsque l'air est plus froid que l'eau, ce qui provoque l'inversion du phénomène. Et si le brassage est plus important dû à un fort mistral, la température peut devenir homogène sur toute la colonne d'eau. Lorsque l'on observe l'évolution de la température au niveau de l'anse de Carteau (point B) et à l'embouchure du canal de Caronte (point E) (Figure 2), celle-ci est ponctuée par un pic saisonnier qui semble débuter en juin et se terminer mi-octobre. Ces fluctuations saisonnières, avec un décalage par rapport à la température de l'air, reflète l'inertie de la mer à se réchauffer, puis se refroidir. Le pic de

température est atteint en période estivale, et est plus marqué au point B en surface, le point E étant plus soumis aux arrivées d'eaux fraîches du large. Entre 4-5 mètres les profils de températures entre les deux points sont similiaires. Notons que les températures estivales relevées en 2021 sont pour la plupart les plus élevées que celles observées depuis 2017.

III.2. La salinité

La salinité de la Méditerranée occidentale est assez forte, avec une moyenne de 38 (39 au niveau de la Méditerranée orientale). Elle est principalement influencée par les apports d'eaux continentales. En effet, l'apport d'eau douce provient majoritairement du Rhône avec un débit moyen en 2021 de 1667 m^3/s (SPC Grand Delta, 2021), mais également du canal de Caronte, reliant l'Étang de Berre au Golfe de Fos, qui constitue un apport non négligeable (débit : 190 m^3/s en moyenne), ainsi que de divers autres canaux pouvant aussi modifier très localement la salinité (débits inférieurs à 10 m^3/s en général).

La salinité au niveau des points B et E (Figure 3) peut varier en fonction de la profondeur. En surface le point B peut être soumis à l'entrée du Rhône dans l'anse de Carteau qui peut longer le They de la Gracieuse par vent de sud-est important, tandis qu'entre 4-5 mètres de profondeur la salinité reste globalement stable au fils des saisons (en moyenne entre 37.5 et 38). A température égale, l'eau douce étant moins dense que l'eau salée, elle a tendance à rester en surface. Le point E lui subit en surface la sortie des eaux de l'Etang de Berre, qui ont une salinité moyenne de 32, et parfois aussi celles du Rhône par fort vent de sud ou sud-ouest. Ces phénomènes sont bien représentés à la surface du golfe par le profil de salinité obtenu lors de la sortie du 15 juin (Figure 3).

III.3. Le pH

On désigne par « pH » (potentiel hydrogène) la mesure de l'acidité d'un milieu. Le pH de l'eau de mer varie entre 7,5 et 8,4 pour une moyenne de 8,2. Il constitue un bon indicateur des processus biologiques et physiques qui ont lieu en mer dans la colonne d'eau. L'acidification des océans – observée par la diminution du pH de l'eau – est le résultat de la dissolution du dioxyde de carbone de l'atmosphère dans l'eau de mer. L'acidité du milieu marin peut aussi être influencée par les entrées d'eaux douces qui ont généralement un pH moins élevé, qui pourrait être alors accompagné d'une baisse de salinité. L'intérêt de suivre le pH est de visualiser son évolution à long terme.

Les profils de pH (Figure 4) obtenus depuis 2017 montrent que le pH de l'eau de mer varie ici en moyenne entre 8 et 8.2, et reste homogène que ce soit en surface ou à 4-5 m de profondeur, et cela quel que soit le cycle saisonnier. Notons toutefois de légères variations (non significatives) pour le point B en surface, où l'entrée des eaux douces du rhône peut jouer un rôle. Le graphe du 15 juin présente l'homogénéité du pH sur la colonne d'eau.

III.4. La chlorophylle

La quantité de chlorophylle-a (exprimée ici en µg/L) contenue dans l'eau de mer exprime de façon très globale la quantité de phytoplancton présente. Celle-ci varie en fonction des saisons et sa mesure nous permet d'estimer la biomasse phytoplanctonique présente dans l'eau (Nicolas Mayot, 2016). Sa

concentration peut varier de 0 à une dizaine de µg/L, dans les conditions habituelles. Les concentrations en chlorophylle-a dans les eaux superficielles dépendent de divers paramètres. Le développement phytoplanctonique est, en effet, tributaire de l'énergie lumineuse, de la concentration en sels nutritifs, de la stabilité des masses d'eaux et de l'intensité de la consommation par le zooplancton et les mollusques. Nous observons sur le point B (Figure 5) deux pics de production de phytoplancton au printemps et à l'automne, appelés "bloom" ou efflorescence phytoplanctonique. Des conditions de "bloom" sont aussi parfois apparues lors de sorties des années précédentes dans l'Anse de Carteau. La concentration en chlorophylle-a au point B est en moyenne plus importante entre 4 et 5 mètres de profondeur. Cela est lié à l'intensité lumineuse qui est le plus favorable à leur développement à ces profondeurs, plus bas elle est insuffisante et plus près de la surface son irradiation trop élevée compromet le développement du phytoplancton. Pour le point E, il n'y a pas de différence réelle entre la surface et 5 mètres de profondeur. La concentration en chlorophylle-a y est plus faible qu'au point B, et se situe entre 0 et 1 µg/L en moyenne. En effet, les eaux de surface du point E subissent l'effet du vent, empêchant une stabilisation des masses d'eau pouvant interférer dans le développement du phytoplancton.

III.5. L'oxygène dissous

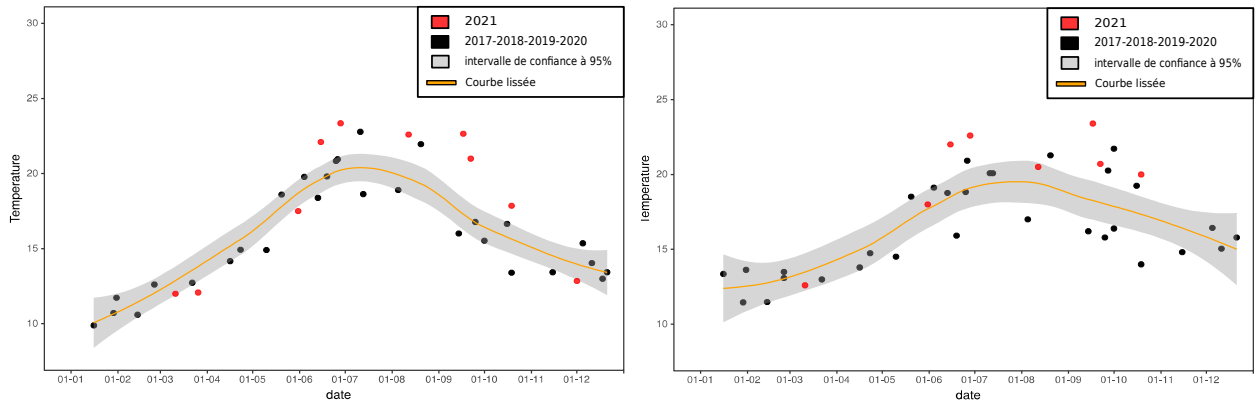
L'oxygène dissous (LDO, exprimé ici en % de saturation) dans l'eau de mer est essentiel à la vie marine. Il permet la respiration des organismes marins et sa concentration dépend d'une multitude de processus tels que la température, la salinité, la pression, la photosynthèse, sa consommation par les organismes (etc…). En effet, la température de l'eau de mer joue un rôle important, une eau froide pouvant contenir plus d'oxygène dissous qu'une eau chaude. Ici exprimé en % de saturation, la variation liée à la température est gommée, la valeur de 100 % correspondant au maximum d'oxygène dissous que l'eau peut contenir à la température mesurée, dans des conditions d'équilibres biologiques et chimiques normales. Pour rappel, les valeurs à partir de 60 jusqu'à 79 % correspondent à une oxygénation acceptable pour la plupart des organismes ; de 80 à 125 % : excellent ; et de 125 % ou plus : trop élevé, peut être dangereux pour les poissons. Un niveau trop faible (inférieur à 60%) en oxygène dissous pendant une période trop longue conduit à l'eutrophisation (absence de vie) d'une masse d'eau, comme cela peut être le cas par exemple dans les eaux profondes de l'étang de Berre. Concernant l'évolution temporelle des graphes obtenus pour les points B et E (Figure 6), au point B, l'oxygène dissous est plus important en surface, avec un pourcentage de saturation compris entre 95 et 120 %. Entre 4 et 5 mètres de profondeur les valeurs en oxygéne dissous sont un peu plus élevées au point E. De manière générale, que ce soit au niveau du point E ou B ou bien entre 0-1m et 4-5m les valeurs en oxygéne dissous indiquent des conditions normales d'oxygénation.

Température

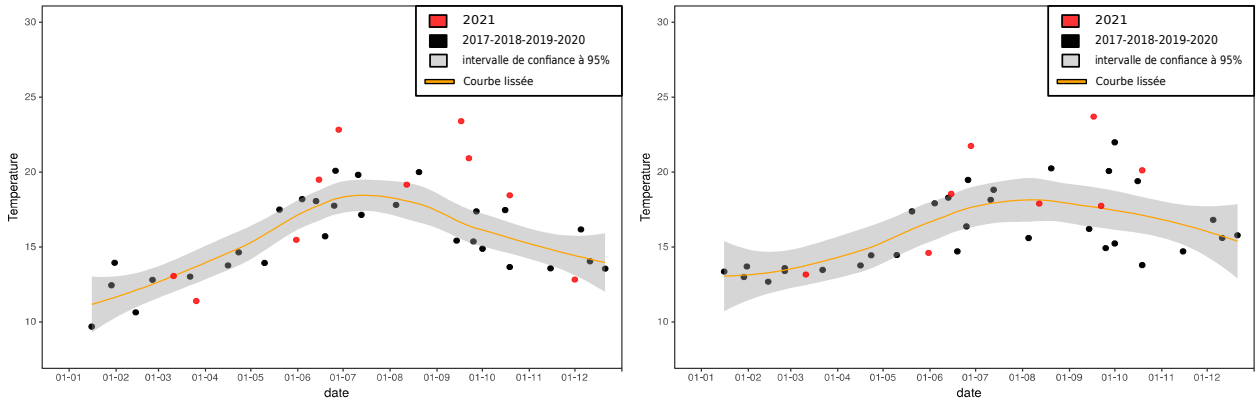
Point B

0 - 1 m

Point E



4 - 5 m



Exemple de profil Température obtenu:

Mesures du 15/06/21

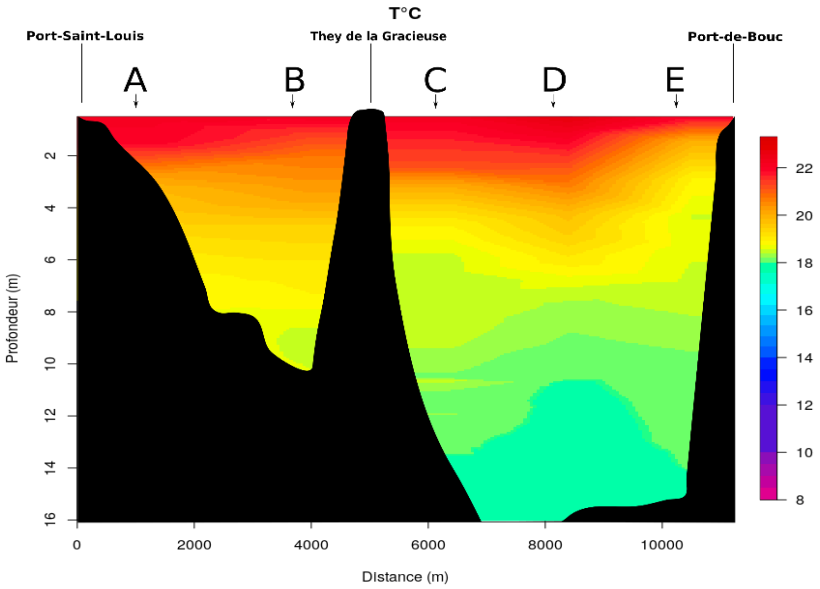


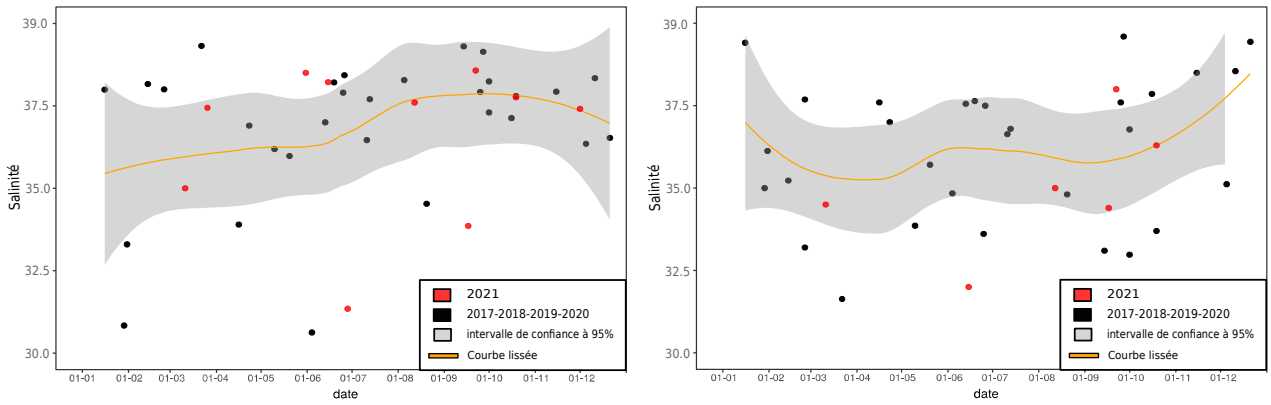
Figure 2: Evolution des températures pour les points B et E à 0-1 m et 4-5 m de profondeur obtenus entre 2017 à 2021, et profil température obtenu le 15/06/21.

Salinité

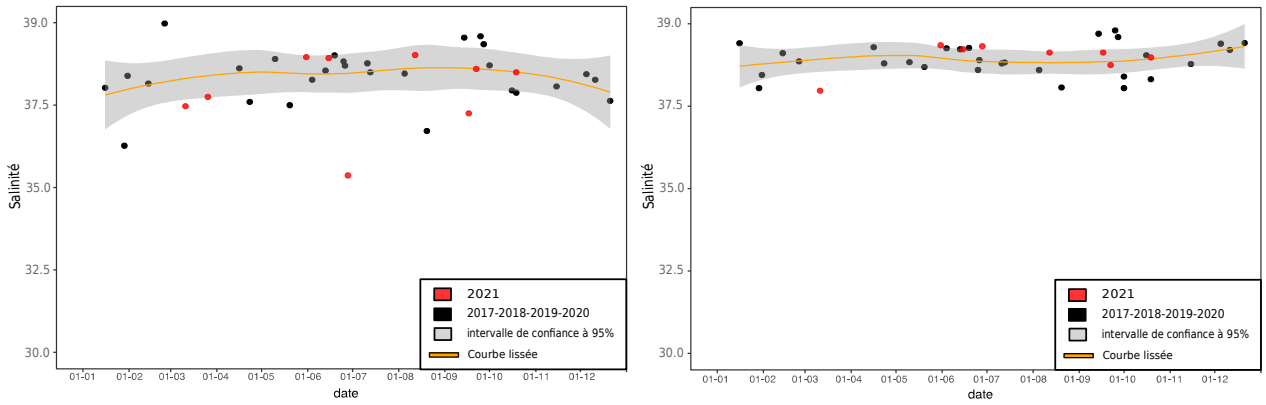
Point B

0 - 1 m

Point E



4 - 5 m



Exemple de profil Salinité obtenu:

Mesures du 15/06/21

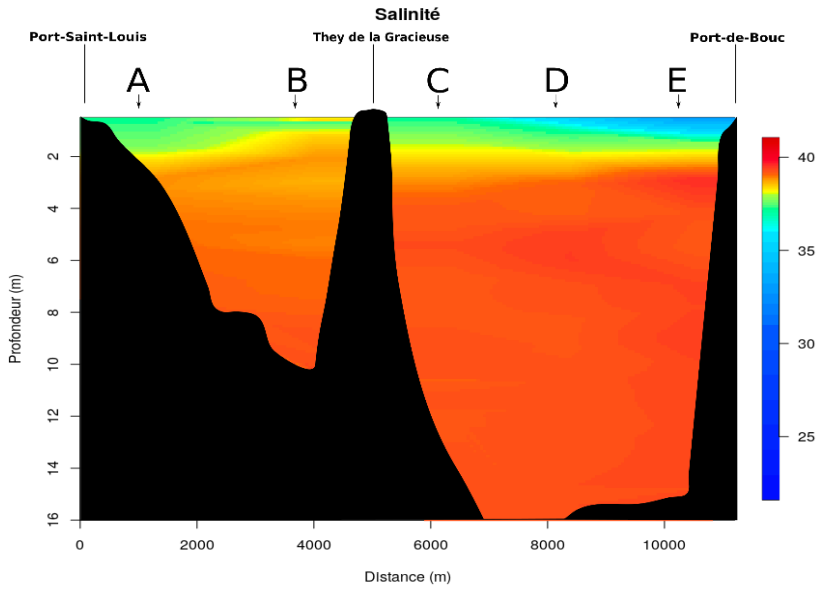


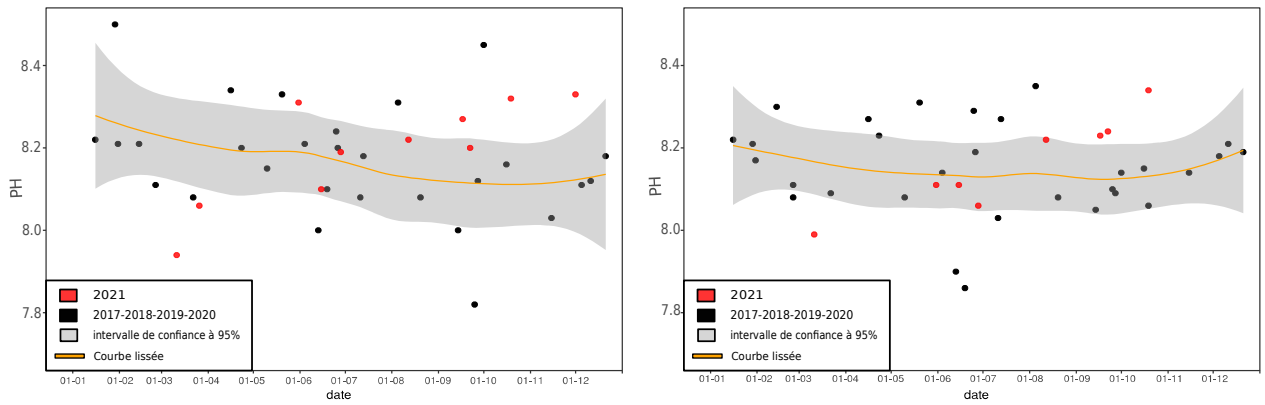
Figure 3 : Graphes salinité pour les points B et E à 0-1 m et 4-5 m de profondeur obtenus entre 2017 à 2021, et le profil salinité obtenu le 15/06/21.

PH

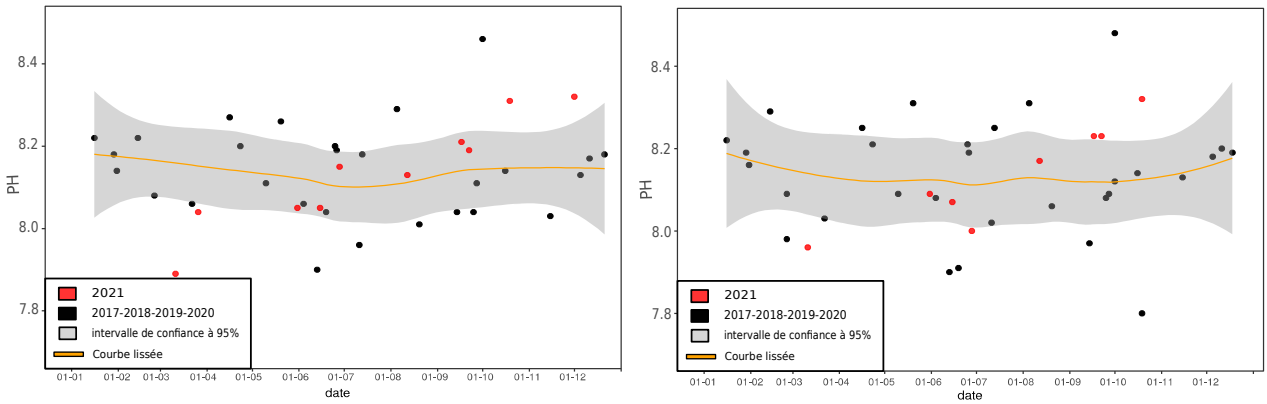
Point B

0 - 1 m

Point E



4 - 5 m



Exemple de profil pH obtenu:

Mesures du 15/06/21

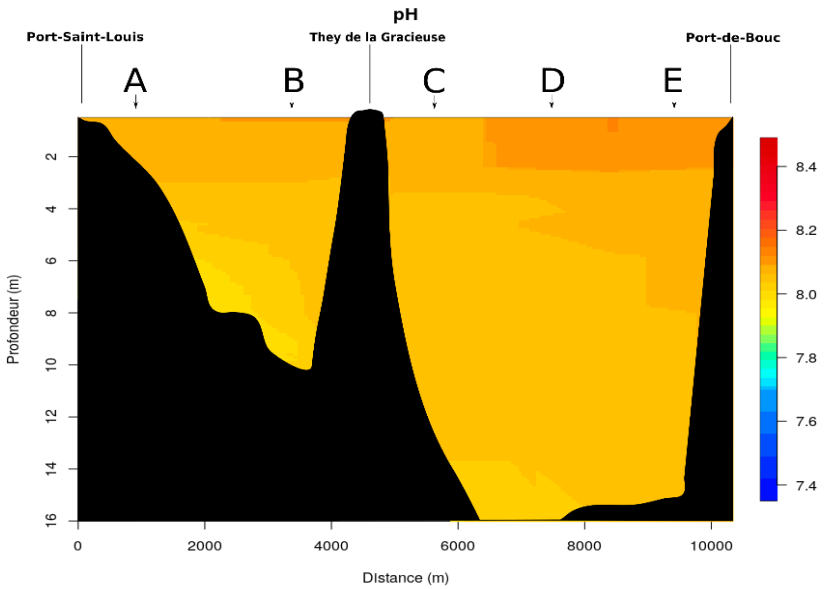
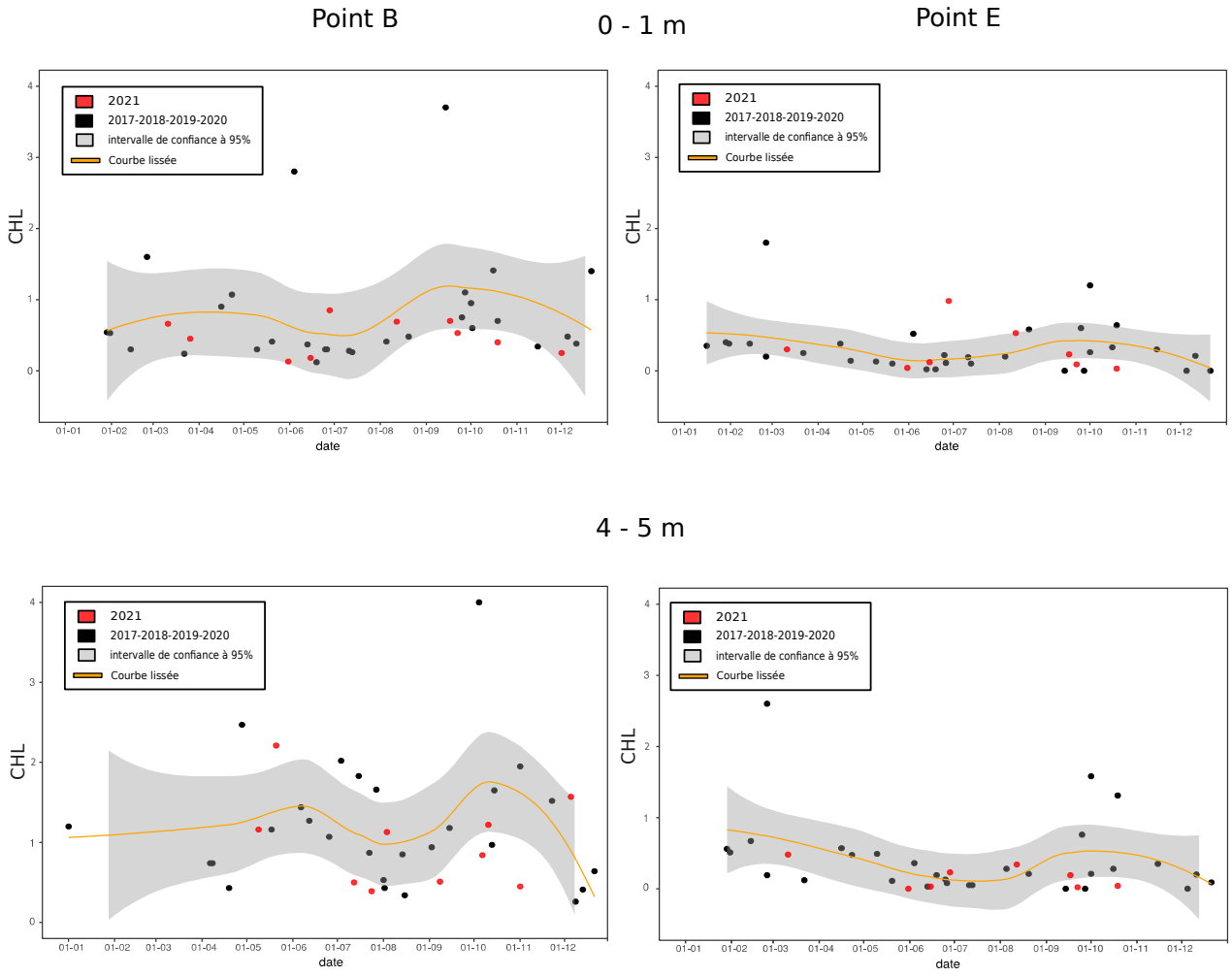


Figure 4 : Graphes pH pour les points B et E à 0-1 m et 4-5 m de profondeur obtenus entre 2017 à 2021, et le profil pH obtenu le 15/06/21.

Chlorophylle



Exemple de profil Chlorophyle obtenu:

Mesures du 15/06/21

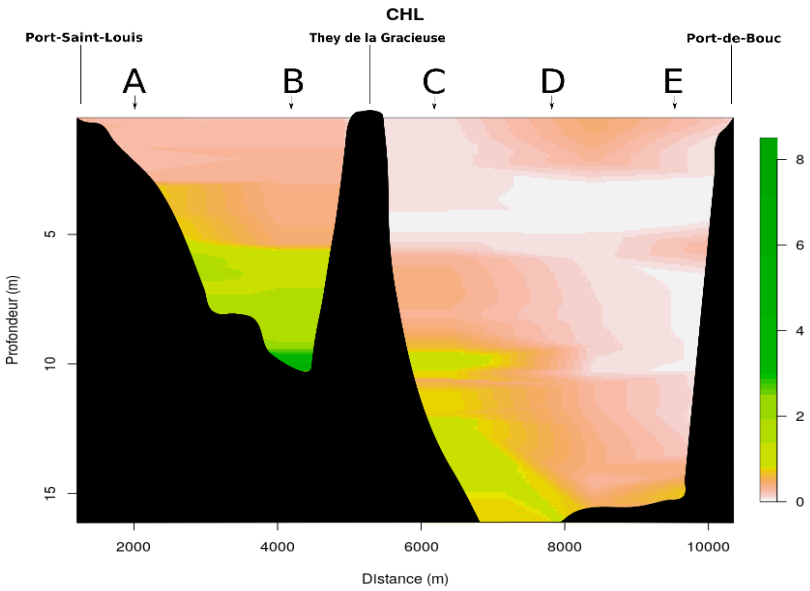
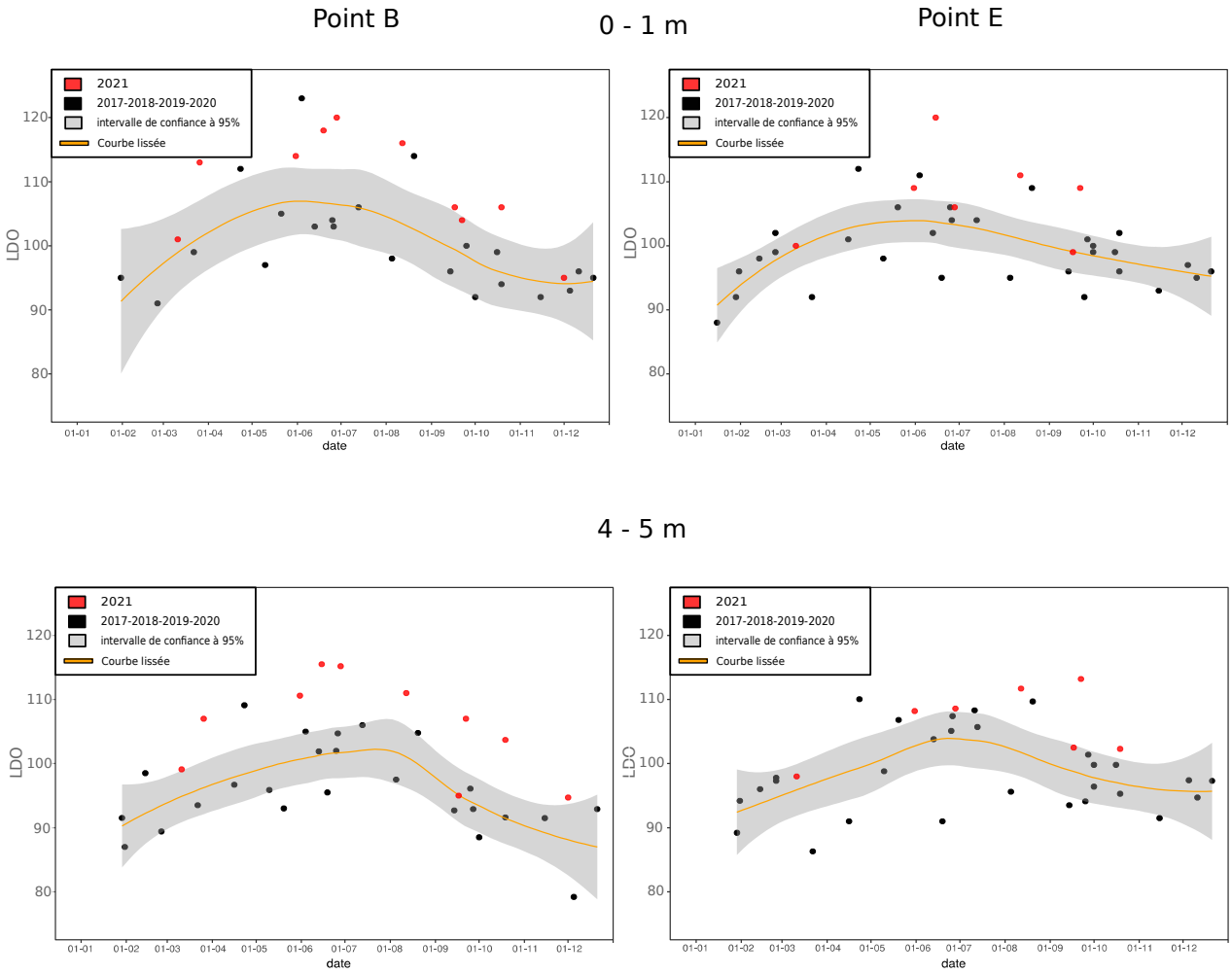
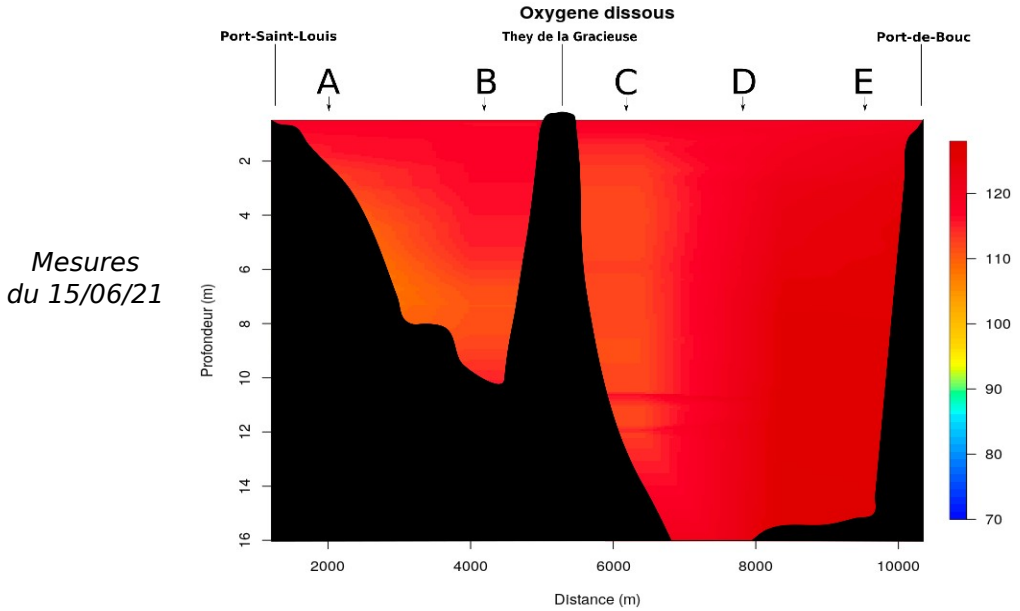


Figure 5 : Graphes de chlrorophylle-a pour les points B et E à 0-1 m et 4-5 m de profondeur obtenus entre 2017 à 2021, et le profil de chlrorophylle-a obtenu le 15/06/21.

Oxygéne Dissous



Exemple de profil Oxygéne Dissous obtenu:



Mesures du 15/06/21

Figure 6 : Graphes d'oxygène dissous pour les points B et E à 0-1 m et 4-5 m de profondeur obtenus entre 2017 à 2021, et le profil d'oxygène dissous obtenu le 15/06/21.

IV. Conclusion

Ces résultats ont été obtenus grâce à l'implication des volontaires VOCE avec qui nous avons pu réaliser neuf sorties dans le Golfe de Fos en 2021. Ces sorties nous ont permis de récolter un jeu de données complémentaires, qui s'ajoutent aux mesures effectuées en 2017, 2018, 2019 et 2020. Elles nous ont également permis de continuer à observer plusieurs phénomènes naturels.

Tout d'abord, concernant l'évolution de la température dans le golfe, celle-ci varie naturellement en fonction des saisons, avec le pic saisonnier en été, et subit l'effet des vents, en particulier du mistral (Nord-Ouest), qui joue un rôle important sur l'homogénéisation de la colonne d'eau. L'analyse de la température des eaux de surface nous confirme son homogénéité entre 0 et 5 mètres de fond. Cette année, les températures estivales ont été plus importantes que celles relevées depuis 2017, évolution à surveiller lors des prochaines sorties… Rappelons que l'intérêt de suivre ce paramètre est de visualiser son évolution saisonnière dans un contexte de changement climatique majeur .

La salinité, elle aussi, subit l'influence de facteurs naturels tels que l'arrivée des eaux continentales provenant du canal de Caronte dans le golfe (parfois inférieure à 26 g/L à la sortie du canal) et du Rhône, entraînant une dilution des eaux salées. Ce phénomène est accentué par l'augmentation du débit du Rhône et par le vent du Sud, qui favorisent la baisse de salinité des eaux de surface, bien représenté sur les mesures effectuées le 15 juin 2021.

Les mesures de pH sont intéressantes à poursuivre dans un contexte global d'acidification des océans due à l'augmentation de CO2 absorbé par la mer, et dont le rôle est néfaste sur de nombreux organismes marins, en particulier des organismes calcaires (Abed El Rahman Hassoun, 2014).

Les profils obtenus pour la chlorophylle-a sont des profils normaux qui dépendent parfois des conditions météorologiques de par l'influence des vents sur le brassage de la colonne d'eau et sur la température. Même constat depuis 2017, l'anse de Carteau est plus propice au développement du phytoplancton que la partie est du golfe (d'après les mesures à Tasques), qui elle est ouverte sur la Méditerranée. En effet, l'anse de Carteau, plus abritée et plus impactée par les entrées des eaux du Rhône riches en éléments nutritifs, offre des conditions très favorables au développement de la biomasse phytoplanctonique.

Les mesures d'oxygène dissous témoignent d'une bonne oxygénation du golfe, facilitant le développement des organismes marins, en particulier à l'est, côté ouvert sur la Méditerannée et donc plus exposé aux éléments (vents, courants…). Au niveau de l'anse de Carteau, on note une légère atténuation des valeurs en oxygène dissous, qui se traduit par une stratification plus importante dans cette partie semi-fermée, sans conséquence visible sur la vie marine et qui peut être lié à la forte activité phytoplanctonique.

Toutes ces données accumulées depuis 2017 nous permettent d'enrichir d'autres jeux de données à travers les campagnes d'analyses menées sur le golfe, notamment pour l'étude FOS-SEA, qui s'est terminée fin 2021 et aujourd'hui pour l'étude Surfact débutée en septembre 2021. Concernant le transect réalisé lors de ces mesures, celui-ci reste pertinent car il nous permet d'obtenir une vision globale des paramètres physico-chimiques du Golfe de Fos, à la fois sur la partie semi-fermée (anse de Carteau) et sur la partie ouverte sur la Méditerranée. L'historique de données sur ces sites est important à maintenir car il permet de suivre l'évolution dans le temps. Dans les rapports précédents, nous avions cité d'autres protocoles qui pourraient venir compléter les données récoltées à travers ce transect, notamment au moyen d'une sonde de mesure en continu sur une bouée existante. De même, la réalisation d'un maillage de six ou neuf points autour des rejets de saumures, exécuté de façon régulière, pourrait éventuellement nous permettre de répondre aux différentes interrogations concernant les conséquences de ces rejets dans le golfe. Cela dépendra des besoins exprimés et des ressources disponibles pour 2022-2023.

Bibliographie

Abed El Rahman Hassoun. Analyse et Modélisation de l'Acidification en Mer Méditerranée. Océan, Atmosphère. Thése. Université de Perpignan Via Domitia, 2014.

BAUDRIER, Jerome, COLAS, Sebastien, et GARREAU, Pierre. Variabilité de la température et de la salinité dans les eaux métropolitaines. Compte rendu d'analyse, IFREMER, 2016.

Marine Périot. Résultats des paramètres physico-chimiques du Golfe de Fos 2019 effectués par le réseau VOCE. Institut Écocitoyen pour la Connaissance des Pollutions, 2020.

Nicolas Mayot. La saisonnalité du phytoplancton en Mer Méditerranée. Sciences de la Terre. Thése. Université Pierre et Marie Curie - Paris VI, 2016.

SPC Grand Delta (2021), Débits journaliers et mensuels, le Rhône à Tarascon [Beaucaire-Tarascon] http://www.hydro.eaufrance.fr/presentation/procedure.php