



Directive Cadre européenne sur l'Eau

**Suivi physico-chimique, biologique et chimique des stations du réseau de surveillance des Masses d'Eau Côtières et de la Masse d'Eau de Transition de la Martinique au titre de l'année 2020. Etat global partiel.
Rapport de Synthèse**

Rapport final Version 1

Catherine DESROSIERS (Impact Mer), Florian DE BETTIGNIES (Impact Mer)

Novembre 2021

Document élaboré dans le cadre de : Directive Cadre sur l'Eau

- **AUTEURS**

Catherine DESROSIERS, Chef de projet (Impact Mer), cdesrosiers@impact-mer.fr

Florian de Bettignies, Chargé d'étude (Impact Mer), fdebettignies@impact-mer.fr

- **CORRESPONDANTS**

René LALEMENT (OFB), Responsable DCE , rene.lalement@ofb.gouv.fr

Hélène UDO (OFB/MNHN), Chef de projet Coordination des programmes de connaissance de l'eau et des milieux aquatiques pour l'Outre-mer, helene.udo@ofb.gouv.fr

Christophe GROS (DEAL Martinique), Chargé de mission Qualité des milieux aquatiques, christophe.gros@developpement-durable.gouv.fr

Amélie SECHAUD (Ifremer Martinique), Ingénieure environnement, amelie.sechaud@ifremer.fr

Eric ABADIE (Ifremer Martinique), Chargé de mission DCE milieu marin, eric.abadie@ifremer.fr

Alexandre ARQUE (ODE Martinique), Chargé de Mission Qualité des milieux aquatiques alexandre.arque@eamartinique.fr

- **AUTRES CONTRIBUTEURS**

Jerôme LETELLIER, Chargé d'études (Impact Mer), jletellier@impact-mer.fr
Terrain physico-chimie et benthos

Guillaume TOLLU, Chef de projet (Impact Mer), gtollu@impact-mer.fr
Terrain benthos

Paul-Alexis CUZANGE, Chargé d'études (Impact Mer), cuzange@impact-mer.fr
Terrain physico-chimie

Béatrice De Gaulejac, Chef de projet (Pareto), degaulejac@creocean.fr
Terrain benthos

Droits d'usage : accès libre
Niveau géographique : régional
Couverture géographique : Martinique
Niveau de lecture : professionnels

• RESUME

La Directive Cadre sur l'Eau (DCE) établit un cadre pour la protection des masses d'eau (ME) de l'ensemble des pays européens. La Martinique, puis la Guadeloupe, ont été les premiers DOM à avoir mis en place un suivi DCE dans leurs masses d'eau littorales. Cela a nécessité le développement de méthodologies « DCE compatibles » adaptées au contexte insulaire antillais ainsi que l'élaboration de grilles de qualité. Avec l'acquisition des données au cours des années, plusieurs indicateurs ont pu être validés tandis que certains protocoles et indicateurs sont toujours en cours de développement. Aussi, certains critères définis pour l'évaluation de l'état écologique dans l'Arrêté du 2 juillet 2018 ne sont pas encore évalués en Martinique. Pour cette raison, on parle d'**état écologique « PARTIEL »**.

Cette étude a pour objet :

- de réaliser le suivi hydrologique et biologique sur 19 masses d'eau côtières et une masse d'eau de transition
- de discuter l'approche relative aux indicateurs (métriques/indices, grilles, agrégation...).

Elle s'inscrit dans la continuité des études DCE antérieures (Impact Mer, 2006, 2010-2012, 2014-2019) et de l'étude spécifique de 2011 sur le phytoplancton (CREOCEAN, 2015).

Ce rapport présente les résultats de l'année 2020 et l'**état global partiel** calculé sur 6 années glissantes, soit de 2015 à 2020.

La qualité physico-chimique est établie à partir des **indicateurs température, turbidité et oxygène dissous**. Les nutriments ne sont pas inclus dans l'analyse car les valeurs ont été qualifiées comme « douteuses », suite à une étude spécifique réalisée en 2017. Le polluant spécifique de l'état écologique (PSEE), le chlrodécone, a été mesuré dans l'eau par la méthode d'échantillonnage passif et mesuré dans le biote (poissons et mollusques). Les résultats ont été comparés à la norme de qualité environnementale exprimée en valeur moyenne annuelle (NQE-MA) applicable à partir du 27 juillet 2018. Pour les échantillonneurs passifs, la limite de quantification (LQ) de la méthode étant supérieure à la NQE-MA, les ME pour lesquelles le résultat est inférieur à la LQ ne peuvent être évaluées. Les données physicochimie (éléments généraux) sont recueillies bimestriellement pour tous les sites et mensuellement sur deux sites.

La qualité biologique est établie à partir des indicateurs **phytoplancton** (abondance et biomasse) et **communautés coralliennes**. Le calcul de l'indice abondance a évolué en 2018, avec la modification du seuil de bloom à 25 000 cellules/l. L'élément de qualité herbier fait l'objet de travaux et des métriques et une grille de qualité devraient être proposés prochainement pour l'intégrer à l'état écologique. Le phytoplancton est suivi selon le même calendrier que la physico-chimie. Les communautés coralliennes et les herbiers sont suivis une fois par an. Certains paramètres sont mesurés mais non intégrés aux indicateurs : c'est le cas du picoplancton (partie abondance du phytoplancton), des oursins (paramètre suivi avec les communautés coralliennes), etc. **La qualité hydromorphologique** des ME défini par Brivois & Fontaine (2012) a été revue en 2018 et intégrée à l'état écologique partiel. L'**état chimique** est évalué à partir des données des échantillonneurs passifs.

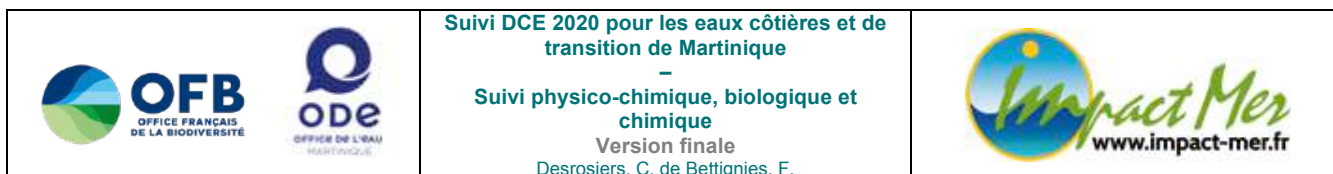
Plusieurs indices doivent être améliorés par le biais: d'une grille d'évaluation de l'indice corail permettant de comparer les ME entre elles ; du développement d'un indice multi-facteurs prenant en compte les facteurs affectant les communautés coralliennes (turf, algues encroûtantes calcaires, nécroses, maladies...); du développement de l'indice herbier ; d'un indice nutriments basé sur des paramètres traduisant mieux les apports au milieu.

La qualité biologique obtenue est Médiocre pour deux ME, Moyenne pour huit ME et Bonne pour huit ME. La qualité physico-chimique (partielle) avec PSEE est Moyenne pour 19 ME. L'état écologique (partiel) avec PSEE, résultant des deux premiers selon le principe de l'élément déclassant, est identique à la qualité physico-chimique sauf pour deux ME qui passent de Moyen à Médiocre.

L'état chimique basé sur la dernière année de suivi (2019) est Bon pour toutes les ME.

Depuis 2018, les indicateurs physico-chimiques et phytoplancton qui ne demandent plus d'adaptations ont été calculés de façon automatisée par l'Ifremer.

MOTS CLES : BIOINDICATEURS, COMMUNAUTES BENTHIQUES, DCE, MARTINIQUE, PHYSICO-CHIMIE, PHYTOPLANCTON



- **WATER FRAMEWORK DIRECTIVE: MONITORING OF SURVEILLANCE SITES OF MARTINIQUE (FWI) COASTAL AND TRANSITIONAL WATERS IN 2020. BIOLOGICAL, PHYSICO-CHEMICAL AND CHEMICAL SURVEYS. SYNTHESIS REPORT**

ABSTRACT

The WFD establishes a framework for every European country. Martinique followed by Guadeloupe was the first overseas department to set up a WFD monitoring program in its coastal waters. In order to do so, methodologies adapted to the tropical insular context were and are still developed. As methodologies are not all validated, ecological states are called “**INCOMPLETE**”.

This study aimed at:

- Monitoring the hydrologic and biological quality in nineteen Martinique coastal water bodies, and one transitional water body
- Discussing the bioindicators (grids, metrics, aggregation...).

This study follows the work carried out since 2007 by Impact Mer and the specific studies conducted on phytoplankton in 2011 by Creocan.

The present report focuses on the results obtained in 2020, the « **partial global status** » is calculated over a 6 years period from 2015 to 2020.

Regarding the **physicochemical quality**, parameters studied are **temperature, turbidity and dissolved oxygen**. Nutrients data are not used as the analysis of their quality proved that it was doubtful values. Data are collected on a bimonthly basis for every site but two for which the survey is on a monthly basis. The specific pollutant, chlordecone, was measured in water by the passive sampling technique and in biota (fishes and shellfishes), and results compared to the EQS applied from July 2018. However, for the passive sampling technique the LOQ is higher than the EQS so all water bodies which result is lower than the LOQ will not be evaluated. The physicochemical quality (incomplete) with chlordecone is « Moderate » for all (19) water bodies.

Regarding the **biological quality**, its determination is based on **phytoplankton** (abundance and biomass) and **coral communities**. Phytoplankton is monitored following the same rhythm than physicochemistry and the WFD status is determined by biomass index (Chl *a*) and abundance index (microphytoplankton). Some parameters (such as abundance of piconanoplankton) are measured but not integrated yet to the indicator. The abundance index have evolved in 2018, with a bloom level abundances tested and approved at 25 000 cell/l. Benthic communities are monitored once a year. Some parameters are measured but not integrated to indicators. This is the case for the sea urchins and other sessile organisms on coral reefs (turf algae, gorgonians, sponges...), and seagrass beds (many metrics measured). Coral community indicator is currently only based on the presence of corals and macroalgae. The biological quality is « Mediocre » for two water bodies, « Moderate » for eight water bodies and « Good » for eight water bodies. Sites' hydromorphological quality (Brivois & Fontaine, 2012) reviewed in 2018 was integrated.

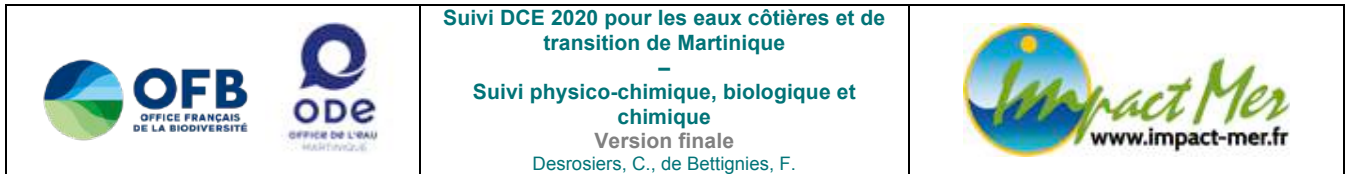
The ecological status (incomplete) is obtained by the worst status between the physicochemical and the biological ones.

The chemical status obtained by the last data available is “Good” for all the water bodies.

Several indices require improvements by the way of: a coral index quality grid which is adapted for comparison between water bodies; the development of multi-factors index including parameters influencing coral communities (turf, crustose coralline algae, sedimentation, diseases, necroses...); the development of a seagrass bed index; a nutrient index based on new parameters reflecting in a better way the inputs in marine environment.

Since 2018, physicochemical and phytoplankton indicators which needs no more adjustments were calculated by the Ifremer existing model.

- **KEY WORDS: BIOINDICATORS, BENTHIC COMMUNITIES, WFD, MARTINIQUE (FWI), PHYSICO-CHEMISTRY, PHYTOPLANKTON**



- **SYNTHESE POUR L'ACTION OPERATIONNELLE**

Contexte

Dans les Antilles, la mise en œuvre de la Directive Cadre sur l'Eau a débuté en 2006 avec l'état des lieux du district hydrographique de la Martinique qui a permis de délimiter les Masses d'Eau (ME) littorales et les a classées en différents types (DIREN & ODE, 2004). La **Martinique** a ainsi été **le premier DOM** à mettre en place un suivi spécifique DCE pour les eaux littorales. Tout comme pour la délimitation des ME, les sites ont été initialement présélectionnés sur la base d'une analyse bibliographique, des suivis existants en Martinique (RNO, GCRMN/IFRECOR) et à dire d'expert. Les connaissances du milieu marin martiniquais s'étant avérées insuffisantes, ces sites et leur positionnement ont dû être adaptés/ajustés au cours des années en fonction des observations *in situ* et de l'acquisition de connaissances (études spécifiques et prospections).

Parallèlement, un travail de mise au point de méthodologies « DCE compatibles » adaptées au contexte insulaire antillais a été réalisé localement sur :

- la sélection des éléments de qualité biologique et physico-chimique, des paramètres et des protocoles de suivi (en collaboration avec la Guadeloupe) ;
- le choix des métriques, indices et indicateurs (traitement des données et méthodologie d'agrégation) ;
- l'élaboration de grilles de qualité (+ valeurs de référence) utilisées pour l'évaluation de l'état des masses d'eau.

Depuis 2011/2012, ce travail est également réalisé à l'échelle nationale en collaboration avec l'IFREMER (convention ONEMA/IFREMER : phytoplancton et physicochimie générale) et des groupes d'experts tropicaux (convention ONEMA/MNHN : herbiers et communautés coralliennes) afin d'assurer une meilleure cohérence entre les DOM. Un séminaire a eu lieu en avril 2017, faisant le bilan des avancées et des points nécessitant la création de groupes de travail.

Bien que d'importantes avancées aient été développées en 2017 et 2018, la plupart des indicateurs biologiques sont toujours en cours de développement. Aussi, certains critères définis pour l'évaluation de l'état écologique dans l'Arrêté du 27 juillet 2018 ne sont pas encore évalués en Martinique. Pour cette raison, on parle **d'état écologique et d'état global « PARTIEL »**.

Méthodologie générale

En 2020, 19 sites ont été suivis en masses d'eau côtières et un site en masse d'eau de transition pour les paramètres physico-chimiques et biologiques. Quatre sites ont été ajoutés en 2017 afin de suivre l'intégralité des masses d'eau (sauf FRJC015-Nord baie FdF et suivi partiel pour FRJC016 – Ouest baie FdF). Les évaluations des masses d'eau ne sont donc pas toutes basées sur le même nombre d'années de suivi.

Pour l'évaluation de l'état physico-chimique sur la période 2015-2020, les paramètres pris en compte sont la température, la turbidité, l'oxygène dissous et le polluant spécifique chlordécone. Les nutriments ne sont pas inclus dans l'analyse car les valeurs ont été qualifiées comme « douteuses » dans Quadrigé, suite à une étude spécifique réalisée en 2017. Les données sont recueillies bimestriellement pour tous les sites et mensuellement sur deux sites.

Pour l'évaluation de l'état biologique, les paramètres pris en compte sont le phytoplancton (abondance et biomasse) et les communautés coralliennes. Le phytoplancton est suivi selon le même calendrier que la physico-chimie. Les communautés coralliennes sont suivies une fois par an. Certains éléments sont échantillonnés mais ne font pas encore partie de l'évaluation de l'état biologique : c'est le cas du picoplancton (partie abondance du phytoplancton), des oursins (paramètre suivi avec les communautés coralliennes) et des herbiers (qui comprend l'échantillonnage de nombreux paramètres).

L'état hydromorphologique (Brivois & Fontaine, 2012) a été révisé en 2018 et intégré à l'évaluation.

L'état chimique (partiel) a été évalué à partir des données obtenues lors de la campagne d'échantillonneurs passifs en 2019.

Synthèse par élément de qualité et pistes d'améliorations

La qualité biologique

❖ Faune et flore benthique

Il comprend le suivi annuel des communautés coralliennes et des herbiers de phanérogammes.

Seul l'**indicateur communautés coralliennes** est utilisé. Il résulte de l'**agrégation** de l'**indice corail** - rapport couverture corallienne vivante / substrat dur colonisable - et de l'**indice macroalgues** - rapport couverture macroalgale (molle + calcaire érigées) / substrat total.

De nombreux métriques sont inexploités et pourraient servir à l'indicateur (évolution temporelle des couvertures, groupes fonctionnels d'algues, turf, cyanophycées, niveau de vulnérabilité des colonies..).

Le projet SCORE REEF en cours, demandé par l'OFB, aurait pour objectif d'apporter un indicateur plus complet.

Indicateur herbiers : en cours de validation.

❖ Phytoplancton

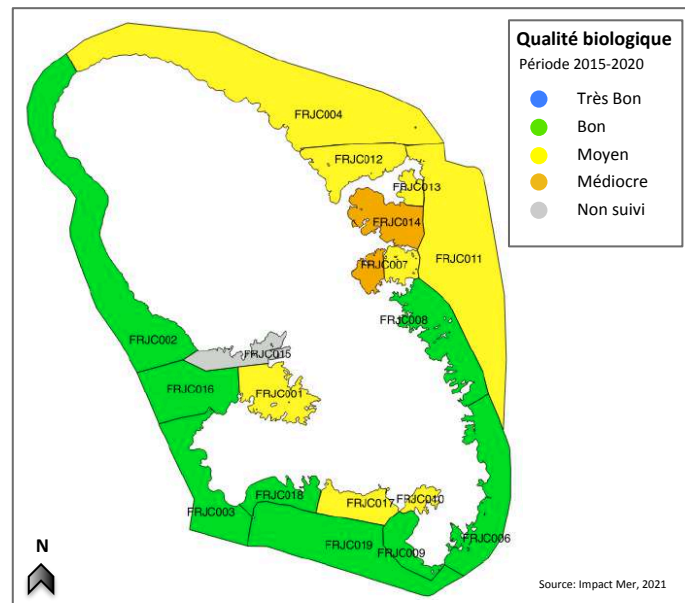
L'**indicateur phytoplancton** est la *moyenne* des EQR (Ecological Quality Ratio ou écart à la référence : rapport entre un état observé et l'état que devrait avoir le milieu en absence de perturbation) des indices **biomasse** - concentration en chlorophylle *a* - et **abondance du microphytoplancton** - % d'échantillons avec au moins un taxon présent à une concentration supérieure à 25 000 cellules/l.

→ Des données sont collectées pour développer l'indice abondance du nano-pico plancton.

⇒ Les indices et indicateurs de l'état biologique restent à affiner : macroalgues, oursins, herbiers, nano-picoplancton...

Sur 19 masses d'eau, huit sont en « Bon », sept sont en « Moyen » et deux sont en « Médiocre ».

Ces deux dernières sont FRJC014 – Baie du Galion et FRJC005 – Baie du Robert, qui sont déclassées par le phytoplancton puisque ces masses d'eau sont dépourvues de communautés coralliennes adaptées à un suivi DCE.



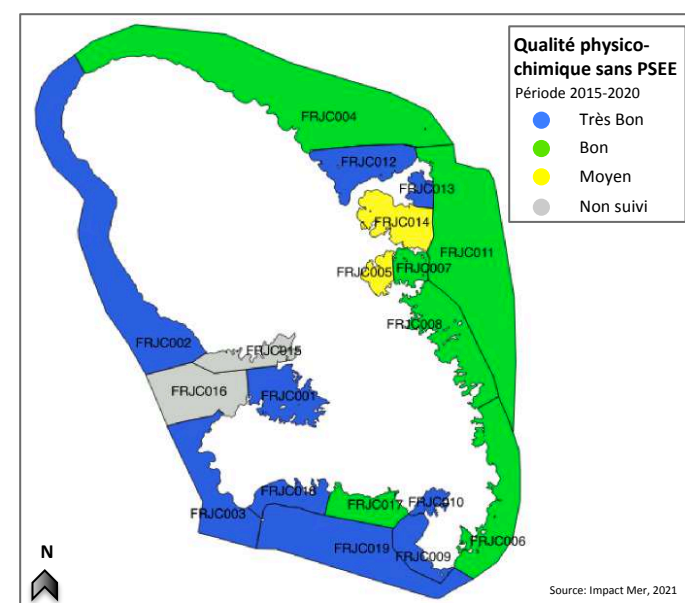
La qualité physico-chimique (partiel)

Cette qualité est établie sur le principe de l'élément déclassant entre les indicateurs **température**, **turbidité**, **oxygène dissous**.

Le **polluant spécifique chlordécone** mesuré dans l'eau et dans le biote (mollusques et poissons) est intégré dans l'évaluation des masses d'eau. Les NQE-MA utilisées pour l'eau et les poissons sont celles fixées par l'arrêté du 27 juillet 2018. L'INERIS propose une NQE-MA spécifique aux mollusques.

→ une étude est en cours pour diminuer la limite de détection des échantillonneurs passifs, afin qu'elle soit inférieure à la NQE-MA de l'arrêté.

Les masses d'eau sont en « Très Bon » ou « Bon », sauf FRJC014 – Baie du Galion et FRJC005 – Baie du Robert en « Médiocre ».



L'Etat écologique

L'état écologique est obtenu par l'agrégation de la qualité biologique et de la qualité physico-chimique partielle (absence des nutriments), selon l'arbre de décision donné dans l'annexe 2 de l'Arrêté du 27 juillet 2018. L'état hydromorphologique (Brivois & Fontaine, 2012), révisé en 2018, a été intégré et ne décline aucun site.

L'état **écologique** sans PSEE est Médiocre pour 2 masses d'eau, Moyen pour 8 masses d'eau et Bon pour 7 masses d'eau. La masses d'eau FRJC016-Ouest Baie de FdF est non évaluées car ne possède pas de suivi physico-chimique et FRJC015 est non suivie mais une étude est en cours pour définir un site approprié aux pressions.

L'état **écologique** avec PSEE est MOYEN pour toute les masses d'eau pouvant être évaluées.

Evolution par rapport à 2019 (comparaison sans PSEE)

Par rapport à 2019, FRJC014 – Baie du Galion a été déclassée de Moyen à Médiocre et FRJC001 – Baie de Génipa déclassée de Bon à Moyen (par l'indicateur phytoplancton). FRJC017 – Baie de St Luce est la seule masse d'eau a avoir évolué, passant de Médiocre à Moyen (indice macroalgues). 14 masses d'eau ont un état identique à 2019.

L'état chimique

L'état chimique a été évalué à partir des données obtenues lors de la dernière campagne d'échantillonneurs passifs en 2019. Il est Bon pour toutes les masses d'eau.

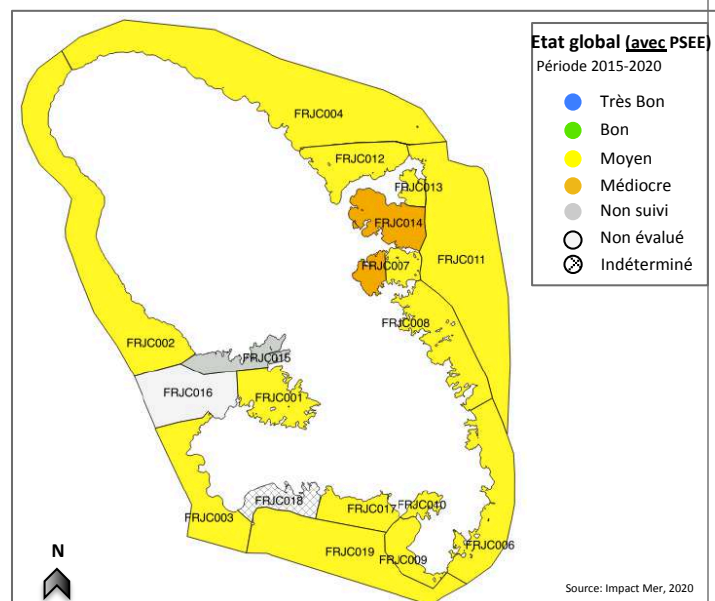
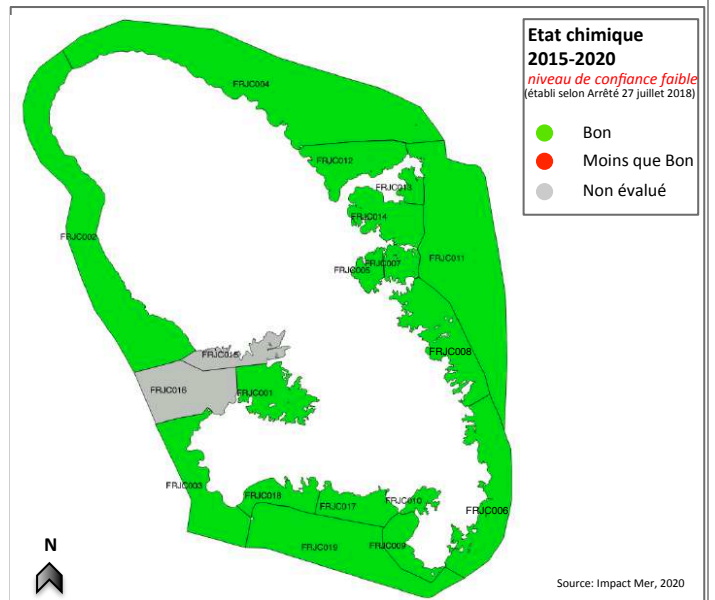
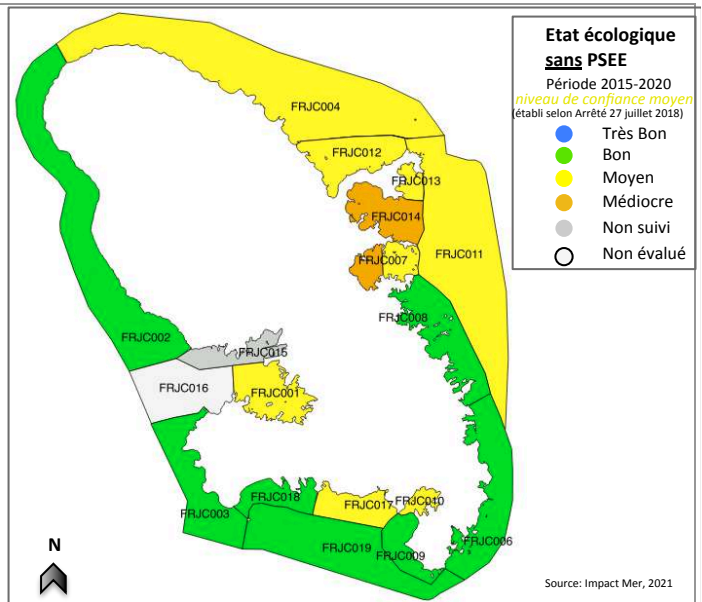
Cependant cet état à un niveau de confiance faible car il est basé sur moins de 50% des molécules listées dans l'Arrêté du 27 juillet 2018 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique.

L'état global (partiel)

Il est obtenu par la règle de l'élément déclassant entre l'état écologique et l'état chimique. L'état global correspond donc à l'état écologique.

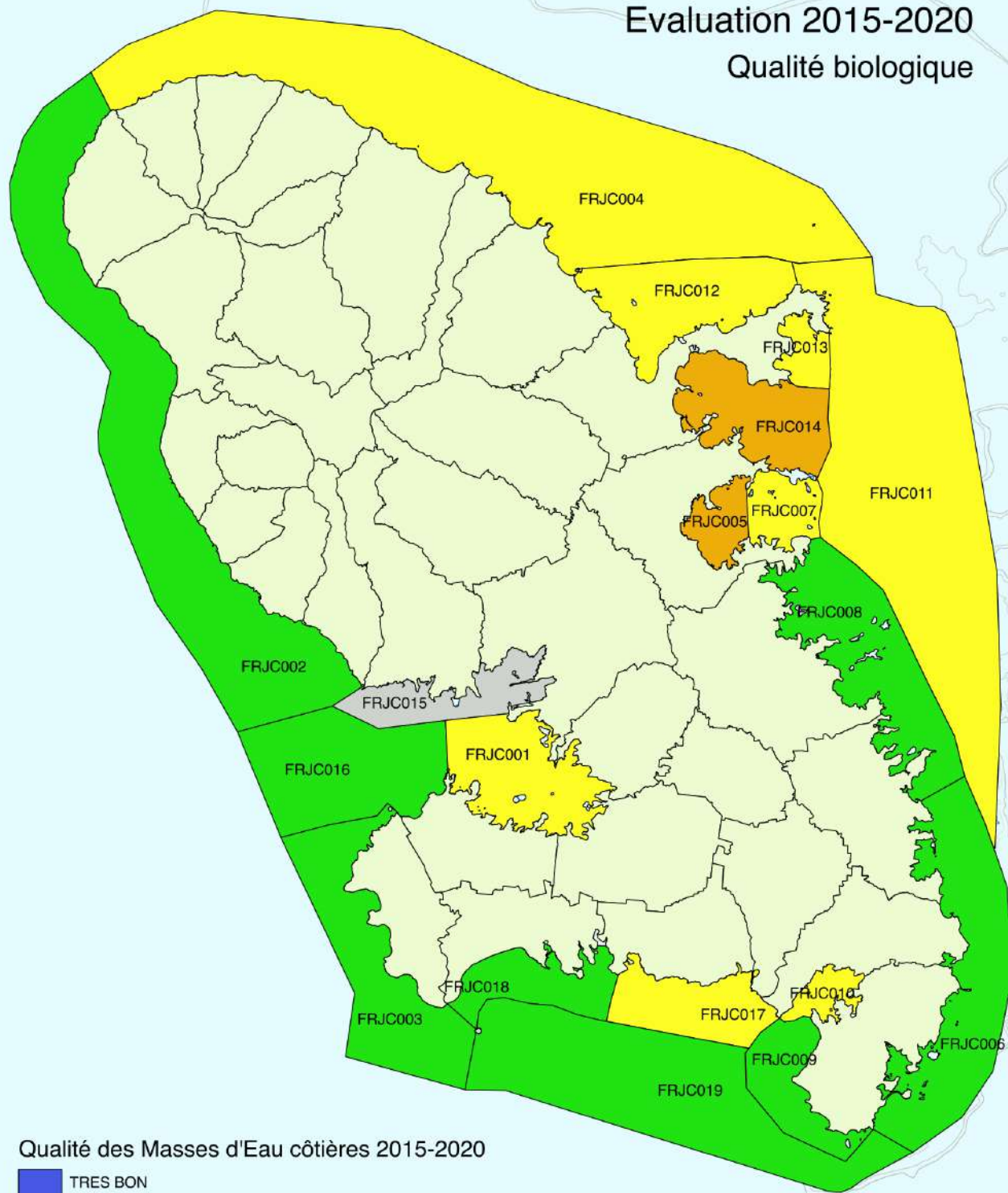
La comparaison de l'état global sans PSEE (= état écologique) avec les objectifs SDAGE fait ressortir que l'objectif Bon état a été atteint pour 6 masses d'eau en 2020.

Par contre, en prenant en compte le polluant Chlordécone, l'objectif SDAGE ne sera probablement pas atteint en 2027, quelle que soit la masse d'eau.



Bibliographie : ODE Martinique, 2019 ; Allenou et al., 2019 ; Allenou & Amouroux, 2019 ; AFB et al, 2017 ; METS, 2018 ; DIREN & ODE, 2004 ; Gaillard-Rocher *et al*, 2012; Impact Mer 2006, 2010, 2011, 2012 ; MEDDE 2015; Parlement Européen, 2000.

Evaluation 2015-2020 Qualité biologique



Qualité des Masses d'Eau côtières 2015-2020

- TRES BON
- BON
- MOYEN
- MEDIocre
- non suivie
- n.e.
- Indéterminé

Sources: ODE Martinique, Impact Mer, SHOM

Cartographie: Impact Mer 2021



Figure 1 : Evaluation 2015-2020 - Qualité biologique

Evaluation 2015-2020

Qualité physico-chimique sans PSEE

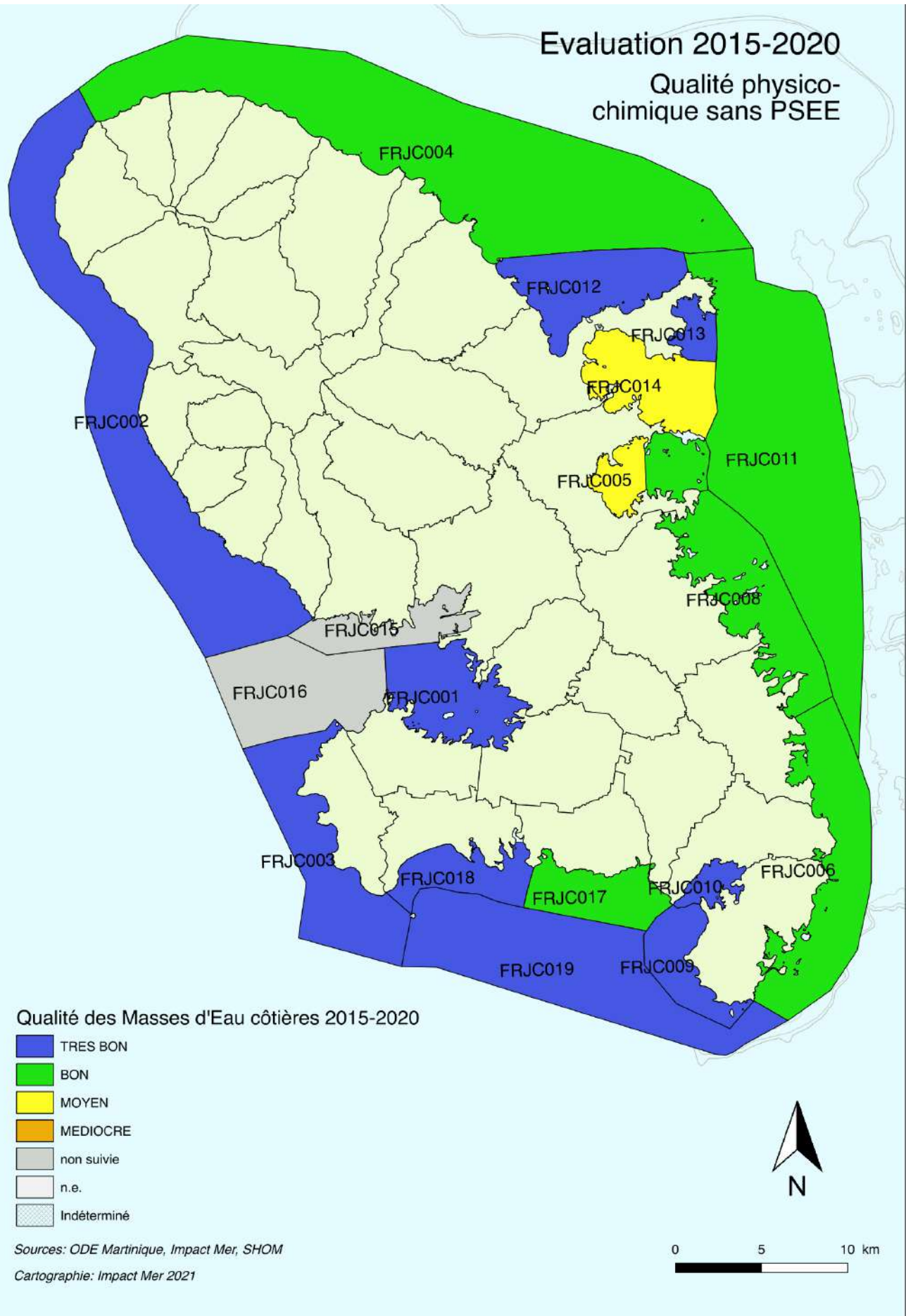
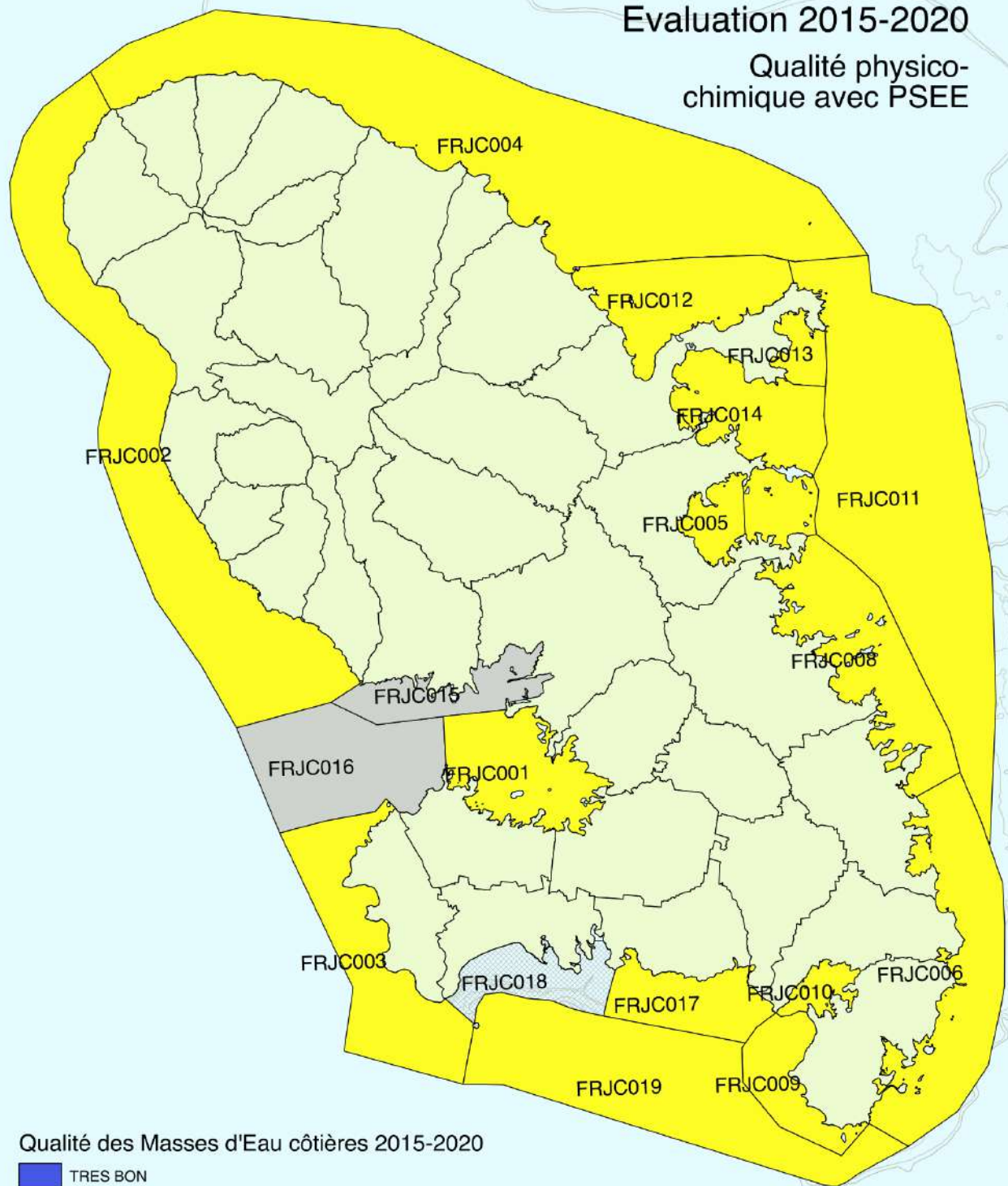


Figure 2 : Evaluation 2015-2020 - Qualité physico-chimique sans PSEE (Chlordécone)

Evaluation 2015-2020

Qualité physico-chimique avec PSEE



Qualité des Masses d'Eau côtières 2015-2020

- TRES BON
- BON
- MOYEN
- MEDIOCRE
- non suivie
- n.e.
- Indéterminé

Sources: ODE Martinique, Impact Mer, SHOM

Cartographie: Impact Mer 2021

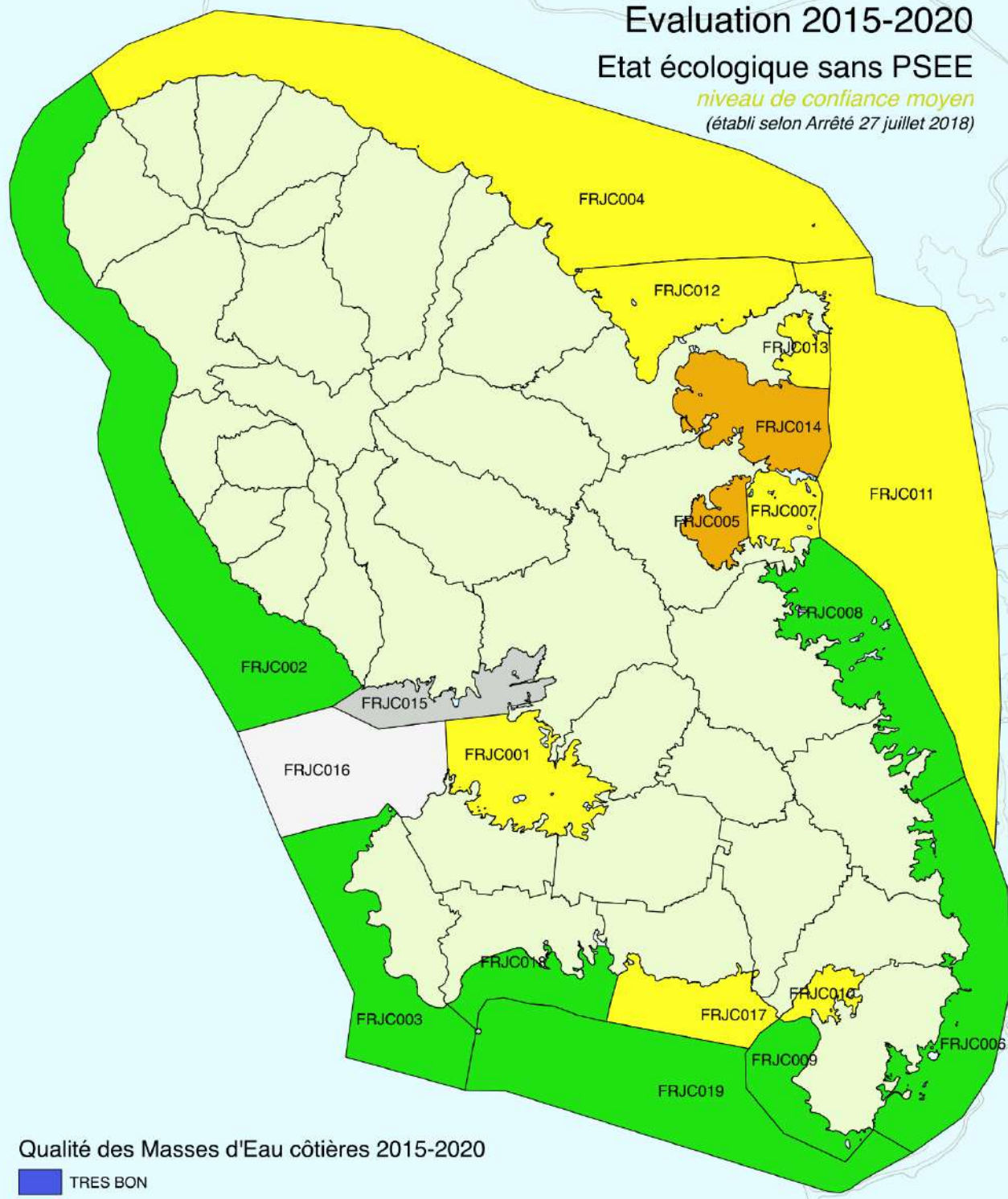


Figure 3 : Evaluation 2015-2020 - Qualité physico-chimique avec PSEE (Chlordécone)

Evaluation 2015-2020

Etat écologique sans PSEE

niveau de confiance moyen
(établi selon Arrêté 27 juillet 2018)



Qualité des Masses d'Eau côtières 2015-2020

- TRES BON
- BON
- MOYEN
- MEDIocre
- non suivie
- n.e.
- Indéterminé

Sources: ODE Martinique, Impact Mer, SHOM

Cartographie: Impact Mer 2021

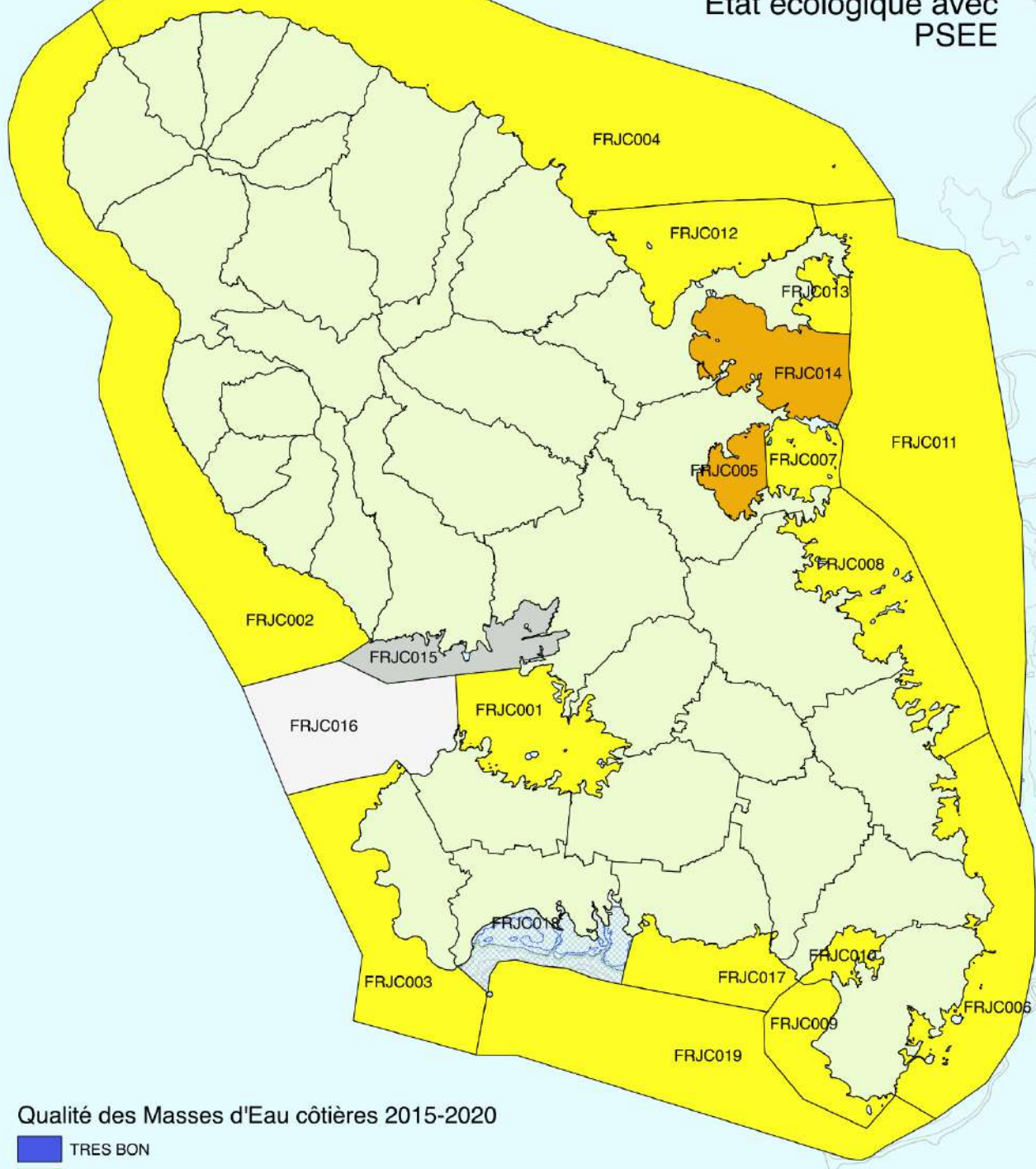


0 5 10 km

Figure 4 : Evaluation 2015-2020 – Etat écologique sans PSEE (Chloédece)

Evaluation 2015-2020

Etat écologique avec PSEE



Qualité des Masses d'Eau côtières 2015-2020

- TRES BON
- BON
- MOYEN
- MEDIocre
- non suivie
- n.e.
- Indéterminé

Sources: ODE Martinique, Impact Mer, SHOM

Cartographie: Impact Mer 2021

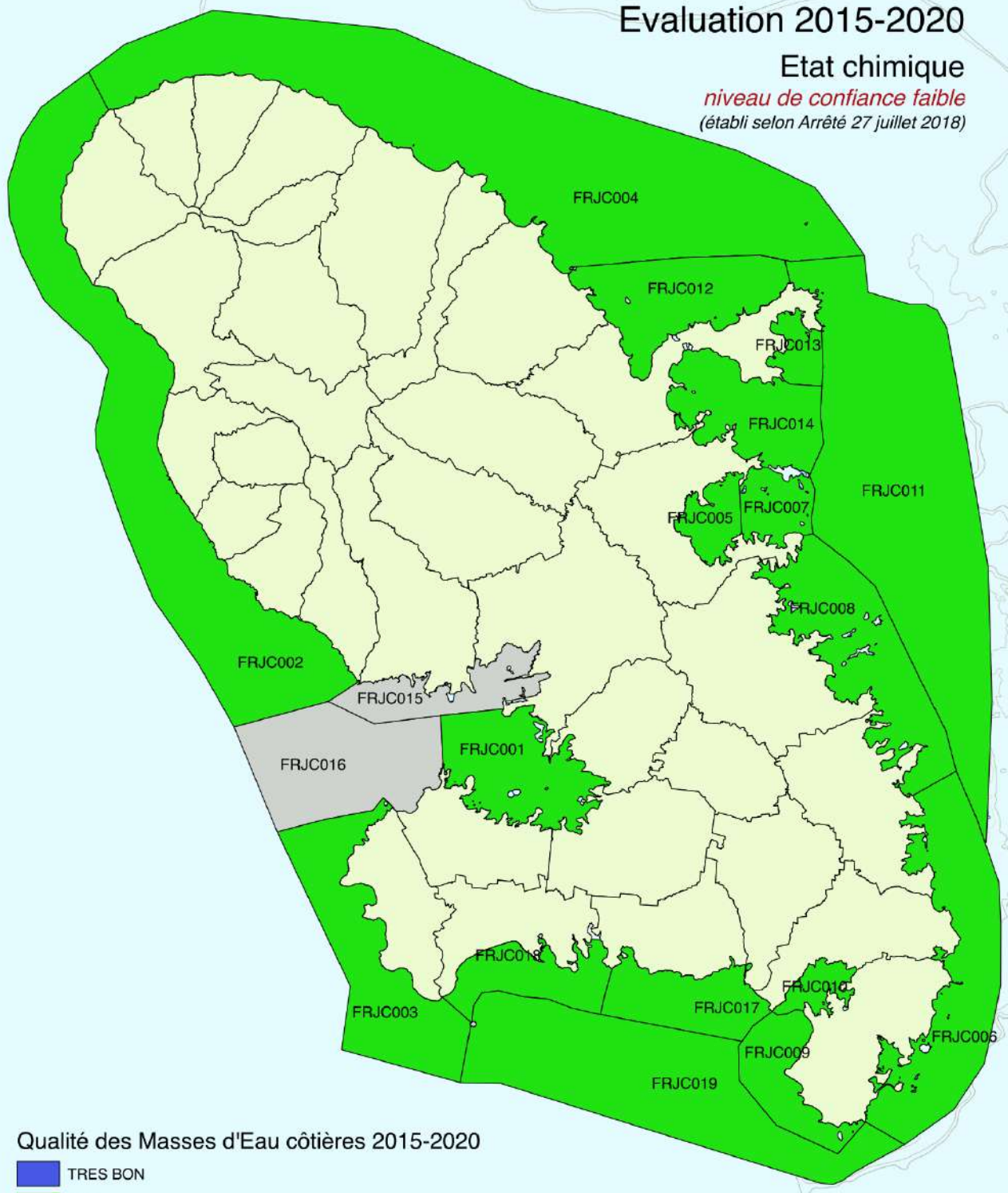


Figure 5 : Evaluation 2015-2020 – Etat écologique avec PSEE (Chloéride)

Evaluation 2015-2020

Etat chimique

niveau de confiance faible
(établi selon Arrêté 27 juillet 2018)



Qualité des Masses d'Eau côtières 2015-2020

- TRES BON
- BON
- MOYEN
- MEDIocre
- non suivie
- n.e.
- Indéterminé

Sources: ODE Martinique, Impact Mer, SHOM

Cartographie: Impact Mer 2021

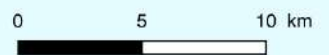


Figure 6 : Evaluation 2015-2020 – Etat chimique

- **PREAMBULE**

DIRECTIVE CADRE SUR L'EAU – SUIVI PHYSICO-CHIMIQUE, BIOLOGIQUE ET CHIMIQUE DES STATIONS DU RESEAU DE SURVEILLANCE DES MASSES D'EAU COTIERES ET DE LA MASSE D'EAU DE TRANSITION DE LA MARTINIQUE AU TITRE DE L'ANNEE 2020. ETAT GLOBAL PARTIEL. RAPPORT DE SYNTHESE

Au titre du marché N° M009-18- lot 1, ce document constitue le rendu final attendu pour la seconde année de suivi : l'année 2020. Ce document comprend l'analyse des données annuelles et historique ainsi que l'évaluation des masses d'eau sur la période 2015-2020. Les données brutes collectées par Impact Mer sont intégrées à Quadrige (via Quadrilabo) et BD Récif, ou fournies sous format informatique (herbiers uniquement). La totalité de ces documents est livrée sur support numérique.

Le suivi DCE en Martinique a été marqué par les principales étapes suivantes :

- 2004 à 2006 : mise en place du réseau avec la définition des masses d'eau, le choix des sites et des protocoles, proposition de seuils de référence
- 2007 et 2008 : premier suivi complet du réseau,
- 2009 à 2014 : propositions de grilles de qualités, adaptations progressives des grilles, protocoles, réseau...
- 2016 : travail sur le positionnement des sites dans les masses d'eau et premières évaluations par masse d'eau
- 2017 : base de données BDRécif opérationnelle pour la saisie des données de communautés coralliennes ; première prise en compte du polluants spécifique de l'état écologique (chlordécone) dans l'état écologique des masses d'eau ;
- 2018 : travail conjoint avec l'Ifremer pour le rendu d'évaluations automatisées pour les paramètres physico-chimiques et la chlorophylle a ;
- 2019 : précision des critères pour le calcul de i) l'indice abondance phytoplancton, ii) l'indicateur communautés corallienne pour les masses d'eau avec plusieurs sites.

Le rapport de 2020 présente les résultats de l'année 2020 pour les différents éléments de qualité, ainsi qu'une comparaison avec les données historiques. Les pistes de réflexion pour le développement de l'indicateur corail présentées en 2018 sont complétées. Des premiers résultats de l'indice oursin sont présentés. Enfin, l'état écologique, l'état chimique et l'état global des masses d'eau est apporté pour la période 2015-2020.

Ce rapport comporte des éléments issus des documents suivants :

- Allenou J.P., Sechaud, A. 2021. Règles de traitements pour les évaluations DCE Phytoplancton et Physico-Chimique pour les Antilles – Période 2014-2019.
- Allenou J.P., Sechaud, A. 2021. Règles de traitements pour les évaluations DCE Communautés Benthiques Coralliennes pour les Antilles – Période 2014-2019.
- Allenou, J.P., Cimiterra, N., De Rock, P. 2019. Rapport d'expertise et d'accompagnement à l'analyse de l'état des masses d'eau littorales, pour la réalisation de l'Etat des lieux Martinique de 2019, pp 25.
- MTES, 2018. Guide relatif aux règles d'évaluation de l'état des eaux littorales dans le cadre de la DCE.
- AFB, Ifremer, ODE Martinique. 2017. Séminaire science et gestion DCE-IFRECOR: compte rendu du groupe de travail récifs coralliens, Antilles Françaises. Schoelcher, Martinique, 4-10 avril 2017, 43 pp.
- AFB, ODE Martinique, Ifremer. 2017. Analyses des données échantillonneurs passifs sur la Martinique, années 2012 à 2016.
- Brivois, O., Fontaine, M., 2012. Résultats du classement de l'état hydromorphologique des masses d'eau littorales DCE dans deux DOM : Mayotte et la Martinique. BRGM, 139 pp.

Le principal changement mis en application en 2020 concerne le changement de laboratoire pour les nutriments.

Guide de lecture

Ce type d'encadré présente les informations clés à retenir

Les évolutions du suivi sont présentées afin d'en faciliter la gestion au fil du temps:

Evolutions par rapport à l'année n-1

- Ex : Prospector pour le suivi des communautés benthiques dans les nouvelles masses d'eau, si pertinent : **non effectué**

Evolutions attendues pour l'année n+1

- Ex : Prospector pour le suivi des communautés benthiques et des herbiers dans les nouvelles masses d'eau FRJC005, 009 et 014, si pertinent



- **SOMMAIRE**

1	La Directive Cadre sur l'Eau appliquée aux Masses d'Eau Côtières et de Transition de la Martinique : contexte réglementaire et mise en œuvre	17
1.1	Contexte réglementaire et suivi réel	18
1.2	Le suivi 2020 dans le cycle de gestion	21
1.3	Définition de l'état d'une ME à partir de l'état écologique (état biologique, physicochimique et hydromorphologique) et de l'état chimique	21
1.4	Réseau de suivi 2020	24
1.4.1	Masses d'eau et types	24
1.4.2	Sites DCE	24
1.4.3	Fréquences d'échantillonnage et paramètres	26
1.4.4	Protocoles de suivi	27
1.5	Données générales	28
1.5.1	Données météorologiques	28
1.5.2	Déroulement des campagnes	29
1.5.3	Paramètres physico-chimiques généraux	29
2	Indicateurs : résultats annuels et historiques, évaluation de qualité	31
2.1	Qualité biologique : Indicateur communautés coralliennes	32
2.1.1	Protocole communautés coralliennes - résumé	32
2.1.2	Bancarisation des données communautés coralliennes	33
2.1.3	Résultats 2020 et comparaisons historiques	33
2.1.4	Evaluation DCE 2015-2020	77
2.1.4.1	Grilles de qualité	77
2.1.4.2	Qualité des communautés coralliennes : résultats des indices corail et macroalgues et de l'indicateur communautés coralliennes	80
2.1.4.3	Evolution des notes des indices corail et macroalgues depuis 2009	82
2.1.5	Discussion générale communautés coralliennes	84
2.1.5.1	Commentaires globaux sur les observations de 2020	84
2.1.5.2	Evaluation de l'état écologique général et évaluation des pressions : pistes de métriques et indices	84
2.2	Qualité biologique : Indicateur herbiers de phanérogames marines (en cours de développement)	92
2.2.1	Protocole pour les herbiers de phanérogames marines – résumé	92
2.2.2	Bancarisation des données herbier	92
2.2.3	Résultats 2020 et comparaison historique	93
2.2.4	Evaluation DCE 2015-2020	111
2.2.4.1	Grilles de qualité	111
2.2.4.2	Indicateur herbiers de phanérogames marines	112
2.3	Qualité biologique: Indicateur phytoplancton	113
2.3.1	Protocoles pour le phytoplancton - résumé	113
2.3.2	Bancarisation des données planctoniques	114
2.3.3	Evaluations, calcul des indicateurs	114
2.3.4	Résultats 2020 et comparaison historique	114
2.3.4.1	Biomasse chlorophyllienne : Chlorophylle a	114
2.3.4.2	Diversité phytoplanctonique : pigments	116
2.3.4.3	Abondance nano et pico-planctonique	119
2.3.4.4	Abondance microphytoplanctonique	121
2.3.5	Evaluation DCE 2015-2020	125
2.3.5.1	Grilles de qualité	125
2.3.5.2	Qualité par le phytoplancton: résultats des indices biomasse et abondance et de l'indicateur phytoplancton	126
2.4	Qualité physico-chimique : Indicateur température	133
2.4.1	Protocole pour les paramètres physico-chimiques in situ	133
2.4.2	Bancarisation des données physico-chimiques	133
2.4.3	Evaluations, calcul des indicateurs	133
2.4.4	Résultats 2020 et comparaison historique	133
2.4.5	Evaluation DCE 2015-2020	134
2.4.5.1	Grilles de qualité	134
2.4.5.1	Indicateur température	134

2.5	Qualité physico-chimique : Indicateur oxygène	136
2.5.1	Protocole pour les paramètres physico-chimiques <i>in situ</i>	136
2.5.2	Résultats 2020 et comparaison historique	136
2.5.3	Evaluation DCE 2015-2020	138
2.5.3.1	Grilles de qualité	138
2.5.3.2	Indicateur oxygène	138
2.6	Qualité physico-chimique : Indicateur transparence	140
2.6.1	Protocole pour le paramètre Turbidité	140
2.6.2	Résultats 2020 et comparaison historique	140
2.6.3	Evaluation DCE 2015-2020	142
2.6.3.1	Grilles de qualité	142
2.6.3.2	Indicateur transparence	142
2.7	Qualité physico-chimique : Indicateur nutriments	145
2.7.1	Protocole pour les nutriments	145
2.7.2	Résultats 2020 et comparaison historique	145
2.8	Qualité physico-chimique : polluant spécifique de l'état écologique	147
2.8.1	Protocole pour le polluant spécifique de l'état écologique (PSEE)	147
2.8.2	Evaluation DCE	147
3	Etat des masses d'eau DCE sur la période 2015-2020	151
3.1	Etat écologique (partiel) des masses d'eau DCE sur la période 2015-2020	152
3.1.1	La qualité biologique	153
3.1.2	Qualité physico-chimique (partiel)	156
3.1.3	Qualité hydromorphologique	159
3.1.4	Etat écologique	160
3.2	Etat chimique (partiel) des masses d'eau DCE sur la période 2015-2020 à partir des données de 2019	165
3.3	Etat global (partiel) des masses d'eau DCE sur la période 2015-2020	167
4	Comparaison des états écologiques sur les cinq dernières périodes et comparaison avec les objectifs SDAGE 2016-2021	169
4.1	Comparaison des états écologiques	170
4.2	Comparaison des états écologiques 2015-2020 avec les objectifs du SDAGE	173
5	Discussion et recommandations	175
5.1	Réseau	177
5.2	Critères de sélection des données pour les évaluations DCE	178
5.3	Elément de qualité phytoplancton	178
5.3.1	Indice biomasse : Chlorophylle <i>a</i>	178
5.3.2	Indice abondance : Flore totale	179
5.3.3	Indice abondance : Pico-nanophytoplancton	179
5.4	Elément de qualité communautés coralliennes	180
5.5	Elément de qualité herbier	180
5.6	Elément de qualité « physico-chimie »	180
5.6.1	Indicateur Turbidité	180
5.6.2	Indicateur Nutriments	180
5.7	Qualité chimique et polluant spécifique de la qualité écologique	181
5.8	Paramètres complémentaires d'aide à l'interprétation des données et la compréhension des pressions	181
6	Conclusion générale	183
7	Bilan Pression / Etat des masses d'eau : Fiches synthèse	185
8	Glossaire	187
9	Sigles & Abréviations	188
-	Bibliographie	189
10	Table des illustrations	194
11	Annexes	199

11.1	Annexe 1 : Représentation graphique des valeurs ponctuelles de physico-chimie sur la période 2013-2018, par paramètre et par masse d'eau	199
11.2	Annexe 2 : Liste des taxons du microphytoplancton retenus ou non pour le calcul de l'indice abondance, mise à jour par la cellule REPHY en 2020 (T :taille ; 1 :<20 µm ; 2 :>20 µm)	219
11.3	Annexe 3 : Résultats du phytoplancton (concentration en pigments, abondances pico, nano et microplanctoniques) par masse d'eau	224
11.4	Annexe 4 : Calcul de l'indicateur nutriment et évaluation des masses d'eau incluant cet indicateur	242
11.4.1	Evaluation DCE 2015-2020	242
11.4.1.1	Grilles de qualité	242
11.4.1.2	Indicateur nutriments	243

1 La Directive Cadre sur l'Eau appliquée aux Masses d'Eau Côtières et de Transition de la Martinique : contexte réglementaire et mise en œuvre

1.1 Contexte réglementaire et suivi réel

La Directive Cadre sur l'Eau (ou DCE : Parlement Européen & Conseil De l'Union Européenne 2000) a été publiée au Journal Officiel de la Communauté européenne le 22 décembre 2000 et est donc entrée en vigueur à cette date. La Directive établit un cadre pour la protection de l'ensemble des eaux des pays européens.

Les objectifs environnementaux de la DCE pour toutes les masses d'eau de surface sont (Article 4) :

- prévenir la détérioration de l'état de toutes les masses d'eau de surface ;
- protéger, améliorer et restaurer afin de parvenir à un « bon état » des eaux de surface ;
- mettre en œuvre les mesures nécessaires afin de réduire progressivement la pollution due aux substances prioritaires et d'arrêter ou de supprimer progressivement les émissions, les rejets et les pertes de substances dangereuses prioritaires.

Pour évaluer si les États membres répondent à ces objectifs, il est notamment nécessaire de :

- caractériser le district hydrographique et identifier les différentes masses d'eau (Article 5) et leur typologie ;
- définir ce qu'est le « bon état » pour un type de masse d'eau donné;
- évaluer à partir de ce référentiel, l'évolution de l'état des masses d'eau c'est-à-dire conduire un programme de surveillance de l'état des eaux (Article 8).

Pour le suivi de l'année 2020, le texte servant de référence à :

- la mise en place des réseaux de suivi est l'arrêté du 17 octobre 2018 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 établissant le programme de surveillance de l'état des eaux: il décrit les protocoles et fréquences d'échantillonnage du réseau de surveillance et les critères de décisions entre les différents indicateurs pour aboutir à l'état écologique. Le programme de surveillance est repris localement dans l'arrêté préfectoral n°R02-2016-11-28-02 du 28 novembre 2016.
- l'évaluation de l'état des masses d'eau est l'arrêté du 27 juillet 2018 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface: il rapporte les valeurs de référence des masses d'eau pour les divers indicateurs, décrit les éléments de qualité à prendre en compte dans l'évaluation de l'état, définit les valeurs seuils des classes d'état pour les différents éléments de qualité. **Cependant, pour les eaux côtières des DOM, ce texte n'apporte que des définitions mais aucune valeur de référence ni valeur seuil.**

Comparaison du contexte réglementaire et du suivi réellement effectué

Les conditions d'application de la DCE en Martinique, plus précisément les protocoles utilisés et les fréquences de suivi, sont comparés avec les méthodologies décrites dans l'arrêté du 17 octobre 2018 relatif au programme de surveillance et dans l'arrêté préfectoral n°R02-2016-11-28-02 du 28 novembre 2016.

L'annexe IV - section 3 intitulée « Description des outils, méthodes d'échantillonnage, de traitement et d'analyse des échantillons pour les eaux littorales » de l'arrêté du 17 octobre 2018 ne précise pour les Antilles que la méthodologie pour le benthos récifal. L'arrêté préfectoral juge le suivi des invertébrés de substrat meuble non faisable à ce jour et demande une adaptation pour le suivi de cet élément. L'arrêté du 17 octobre 2018 n'inclus plus cet élément dans le suivi des Antilles.

L'annexe VI intitulée « Paramètres et fréquences pour le programme de contrôle de surveillance des eaux de surface » du même arrêté contient un tableau spécifique aux eaux côtières de Martinique et Guadeloupe.

Un premier tableau récapitule les informations pour les éléments biologiques (Tableau 1), un second pour la physico-chimie (Tableau 2) et un troisième pour les éléments chimiques (Tableau 3).

Concordance du suivi réalisé vis à vis du contexte réglementaire :

En ce qui concerne les **éléments biologiques** et les **éléments physico-chimiques**, le suivi réalisé est **conforme** à ce qui est demandé dans les textes réglementaires.

En ce qui concerne les **éléments chimiques**, le suivi n'est pas conforme :

- pour les substances de l'état chimique dont la fréquence de suivi dans l'eau devrait être sur 12 mois une fois par SDAGE alors qu'elle est d'une fois par an tous les 2 ans ;
- pour le polluant spécifique de l'état écologique dont la fréquence de suivi devrait être de 4 fois sur une année par SDAGE alors qu'elle est d'une fois par an tous les 2 ans
- pour les substances pertinentes, il n'y a pas de suivi spécifique pour l'instant. Il est probable que certaines molécules soient incluses dans le suivi « Echantillonneurs passifs »



Tableau 1 : Comparaison des protocoles et fréquences de suivi des éléments biologiques décrits dans l'arrêté du 17 octobre 2018 avec ceux appliqués pour la DCE Martinique (compilation de l'annexe IV et VI de l'arrêté)

Arrêté du 17 octobre 2018 et Arrêté préfectoral n°R02-2016-11-28-02 du 28 novembre 2016						Effectivement réalisé pour la DCE Martinique					
Eléments biologiques	localisation du prélèvement	Nbre d'années /SDAGE	Fréquence /année	paramètre	méthode	Eléments biologiques	localisation du prélèvement	Nbre d'années /SDAGE	Fréquence/année	paramètre	méthode
Phytoplancton (biomasse et abondance)	Sub-surface	6	6 minimum pour tous sites 12 pour 2 sites	Biomasse : Chlorophylle a	Spectrophotométrie Fluorométrie Chromatographie Images satellites	Phytoplancton	Sub-surface	6	6 pour tous sites depuis 2019, 4 depuis 2014 12 pour 2 sites	Chlorophylle a	Chromatographie
				Abondance : Pico et nanoplancton Phytoplancton	Cytométrie en flux Uthermöhl					Abondance : Pico et nanoplancton Phytoplancton	Cytométrie en flux Uthermöhl
										Composition taxinomique	Uthermöhl
Angiospermes		2	1	protocole Méditerranée: limite inférieure herbier nombre de faisceaux dans quadrats	biométrie des feuilles pesée des feuilles épibionthes	Angiospermes		1	1 fois/an – début saison des pluies	composition sp. / couverture / biométrie des feuilles / épibioses (en cours de développement)	LIT BELT Quadrat
Benthos récifal		2	1	composition et abondance relative corail + autres organismes benthiques	6 PIT 10m	Benthos récifal		1	1 fois/an – début saison des pluies	occurrence CV + autre benthos densité oursins + maladies	PIT Quadrat

Tableau 2 : Comparaison des protocoles et fréquences de suivi des éléments physico-chimiques décrits dans l'arrêté du 17 octobre 2018 avec ceux appliqués pour la DCE Martinique (compilation de l'annexe IV et VI de l'arrêté)

Arrêté du 17 octobre 2018 et Arrêté préfectoral n°R02-2016-11-28-02 du 28 novembre 2016					Effectivement réalisé pour la DCE Martinique				
Eléments physico-chimiques	localisation du prélèvement	Nbre d'années /SDAGE	Fréquence /année	méthode	Eléments physico-chimiques	localisation du prélèvement	Nbre d'années /SDAGE	Fréquence /année	méthode
Température, salinité, oxygène dissous	sub-surface et fond	6	6 min pour tous sites 12 pour 2 sites	<i>in situ</i>	Température, salinité, oxygène dissous	sub-surface et fond	6	6 pour tous sites depuis 2019, 4 depuis 2014 12 pour 2 sites	<i>in situ</i>
Turbidité	sub-surface			<i>in situ</i> ou laboratoire dans délais acceptables	Turbidité	sub-surface			laboratoire (Impact Mer)
Nutriments	sub-surface			flux continu ou « manuelle »	Nutriments	sub-surface			Adapté de Aminot & Kerouel

Tableau 3 : Comparaison des protocoles et fréquences de suivi des éléments chimiques décrits dans l'arrêté du 17 octobre 2018 et dans l'arrêté préfectoral avec ceux appliqués pour la DCE Martinique (compilation de l'annexe II et III de l'arrêté)

Arrêté du 17 octobre 2018 et Arrêté préfectoral n°R02-2016-11-28-02 du 28 novembre 2016				Effectivement réalisé pour la DCE Martinique			
Eléments chimiques	Paramètres	Matrice	fréquence SDAGE / année	Eléments physico-chimiques	Paramètres	Matrice	fréquence SDAGE / année
Substances de l'état chimique (Annexe II)	Tableau 23	biote	non imposé	Substances de l'état chimique (Annexe II)	pas tous	biote	6/2
		eau	1/12		pas tous	eau	2/1
	substances 2, 5, 6, 7, 12, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 26, 28, 30, 34, 35, 36, 37, 43 et 44 de l'annexe X directive 2000/60/CE	sédiments	2/1				0
Polluant spécifique de l'état écologique	Chlordécone	biote en priorité ou eau	1/4	Polluant spécifique de l'état écologique		eau + biote	Biote: campagnes entre 2015-2017 Eau: 2/1
Substances pertinentes (Annexe III)	liste A commune et complémentaire DOM	eau sédiments	2/début cycle et à partir de	Substances pertinentes (Annexe III)	pas tous	eau	1/1
	liste B commune et complémentaire DOM	eau sédiments	1/ à partir de 2019			sédiments	0

1.2 Le suivi 2020 dans le cycle de gestion

Le suivi 2020 s'inscrit dans le cycle du Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) et du Programme de Surveillance (PDS) 2016-2021. En 2019 a eu lieu la réalisation de l'Etat des Lieux (EDL) du programme de surveillance, en vue d'établir le prochain SDAGE 2022-2027 (Figure 7).

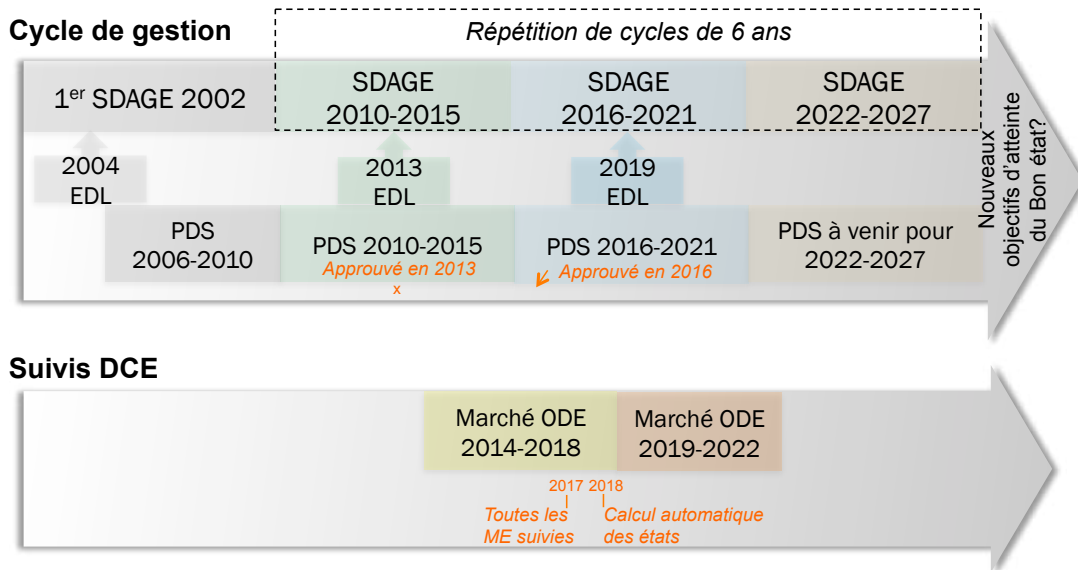


Figure 7 : Schéma organisationnel du suivi DCE dans le cycle SDAGE

Le suivi 2020 s'inscrit dans le marché de l'Office de l'Eau Martinique pour le suivi DCE des eaux littorales, reconductible jusqu'en 2022.

Dans le cadre du marché 2019-2022, des évolutions par rapport au marché précédent sont apparues en 2019 : fréquence de suivi des sites qui devient bimestrielle, changement de laboratoire pour les nutriments et le microphytoplancton. En 2020, la modification majeure concerne un nouveau changement de laboratoire pour les nutriments.

1.3 Définition de l'état d'une ME à partir de l'état écologique (état biologique, physicochimique et hydromorphologique) et de l'état chimique

L'état global de la masse d'eau est déterminé selon le principe de l'élément déclassant entre l'état écologique et l'état chimique.

L'état écologique est défini par des éléments de qualité biologique, des éléments physico-chimiques généraux et les substances prioritaires de l'état écologique.

L'état chimique de la masse d'eau dépend de la concentration des substances prioritaires mesurées.

Si la masse d'eau présente un état chimique mauvais, ce résultat déclassé l'état global de la masse d'eau en « non atteinte du bon état » (Figure 8).



Figure 8 : Schéma d'évaluation de l'état des eaux de surface à partir de l'état écologique et de l'état chimique

Nota bene : Adapté de la DCE, Arrêté du 27 juillet 2015 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique

L'état écologique est défini selon le schéma suivant (Figure 9) qui explicite le rôle respectif (arbre de décision) de la qualité biologique, physicochimique et hydromorphologique dans la classification d'une masse d'eau (ME).

D'après l'arrêté et les guides européens, la règle d'agrégation des éléments de qualité biologique ou physicochimique est le principe de l'élément de qualité déclassant. Au sein de chaque catégorie, c'est l'élément qui est dans le « moins bon état » qui détermine l'état de la masse d'eau.

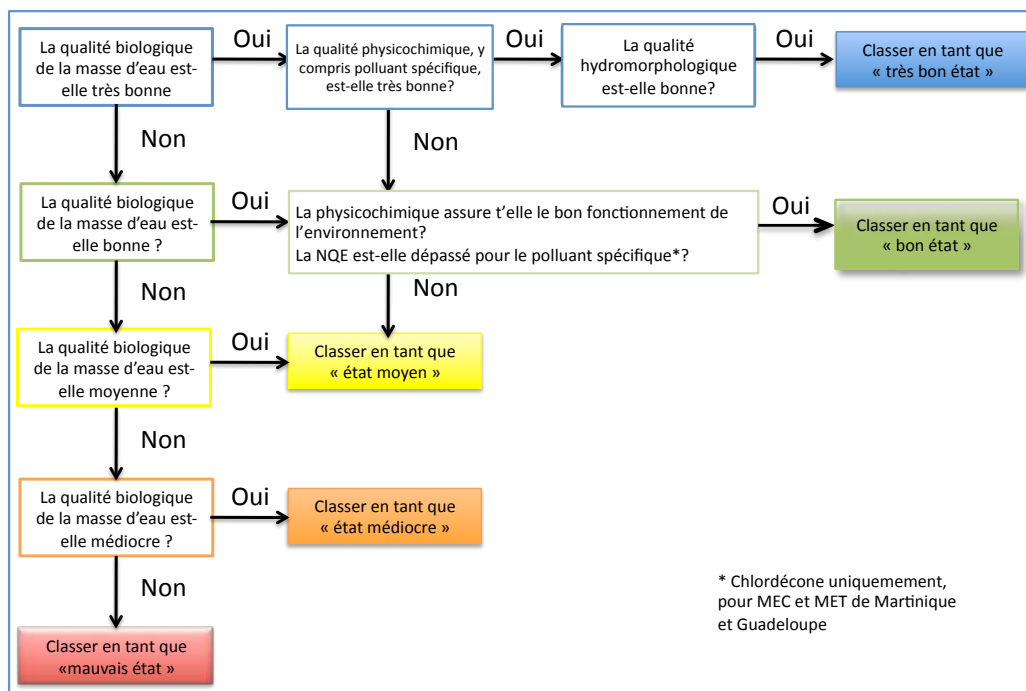


Figure 9 : Arbre de décision pour l'évaluation de l'état écologique d'une masse d'eau à partir des éléments de qualité biologique, physico-chimique et hydromorphologique

Nota bene : Adapté de la DCE, Arrêté du 27 juillet 2015 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, Annexe 2, 1

Les indices et indicateurs DCE retenus pour la Martinique sont synthétisés à la Figure 8. Sont également présentées les méthodes d'agrégations entre les éléments de qualité biologique pour obtenir la QUALITE BIOLOGIQUE et entre les éléments de qualité physico-chimique pour obtenir la QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE. Enfin l'obtention de l'ETAT ECOLOGIQUE se fait grâce à un arbre de décision impliquant la qualité biologique, la qualité physico-chimique et la qualité hydromorphologique (Figure 10).

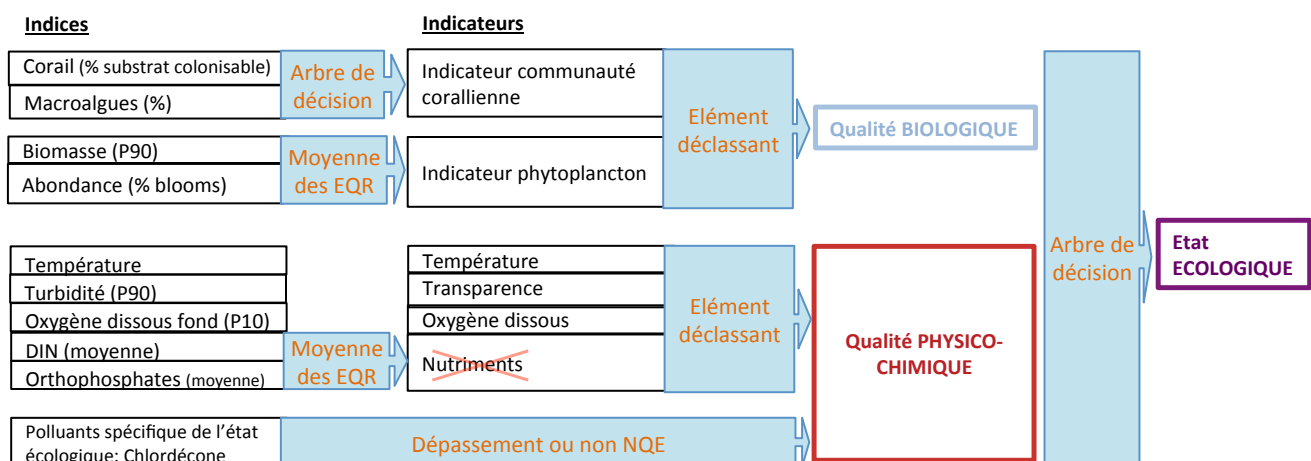


Figure 10 : Synthèse des règles d'agrégation des éléments de qualité afin d'évaluer l'état écologique des ME, pour l'évaluation 2020

L'**état chimique** est évalué en utilisant les concentrations dans l'eau et dans le biote (lorsque la NQE existe). Pour les concentrations dans l'eau, l'arrêté d'évaluation du 27 juillet 2018 précise que la NQE-CMA (norme de qualité environnementale en concentration maximale admissible) est comparée à la concentration maximale mesurée dans l'année. Pour les concentrations dans le biote, la moyenne des valeurs mesurées sur l'ensemble du cycle est comparée à la NQE. L'état chimique se voit déclassé en mauvais état si une seule substance prioritaire dépasse la NQE-CMA.

Extrapolation spatiale : cas des ME de la baie de Fort-de-France FRJC015 et FRJC016

Les règles concernant l'extrapolation spatiale sont définies dans l'annexe 10 de l'arrêté d'évaluation du 27 juillet 2018 (MEDDE, 2015) et précisées dans le Guide d'évaluation 2018 (MTES, 2018).

Ces règles sont destinées à la définition de l'état écologique et chimique pour les masses d'eau non suivies au titre de la DCE.

Dans le cas d'un groupe homogène de masses d'eau présentant un contexte similaire du point de vue de la typologie des milieux et des pressions, l'état de la masse d'eau peut être estimé par rapprochement à des masses d'eau évaluées à partir des données de suivi.

Une expertise réalisée dans le cadre de l'état des lieux 2019 a mis en évidence des différences de qualité physico-chimique entre les trois masses d'eau, et préconise de ne pas faire une évaluation groupée.

Règles d'agrégation : cas des ME avec plusieurs sites de suivi

Généralement, lorsqu'une masse d'eau est munie de plusieurs sites de suivi représentatifs de l'état de la masse d'eau, la classe d'état écologique de la masse d'eau est déterminée par la classe d'état la plus pénalisante de ces sites. Le guide d'évaluation (MTES, 2018) précise que le calcul de l'indicateur se fait en **conservant la valeur la plus pénalisante, par masse d'eau et par mois.**

Cependant, pour le calcul de l'indicateur communautés coralliennes, les données sur les coraux et les macroalgues ne pouvant être dissociées, pour chaque site sont calculés les indices corail et macroalgues. L'indicateur communautés coralliennes est ainsi obtenu pour chaque site et c'est le site ayant l'indicateur le plus pénalisant qui est retenu pour représenter la qualité de la masse d'eau.

Règle de calcul : cas des ME avec plusieurs valeurs/campagne

En cas de mesure en réplicat sur un site, c'est la moyenne des valeurs qui est conservée pour l'évaluation.

Chronique de données à utiliser pour l'état 2015-2020

Pour les eaux littorales, sont utilisées les données des six années consécutives les plus récentes pour lesquelles on dispose de données qualifiées. Seules des données qualifiées en « Bon » ou non encore qualifiées sont retenues pour les évaluations. A défaut de celles-ci, sont utilisées les données disponibles et validées de la ou des années les plus récentes (Annexe 9.2 arrêté évaluation 27 juil. 2015).

1.4 Réseau de suivi 2020

1.4.1 Masses d'eau et types

Sur la base des critères de délimitation retenus, la zone littorale de la Martinique a été découpée en 19 Masses d'Eau Côtières (MEC ; FRJC001 à FRJC0019) et une masse d'eau de transition (MET ; FRJT001)(Comité de Bassin, 2004 ; ODE, 2019).

Ces masses d'eau définies appartiennent à 7 types de masses d'eau côtières présentant des types littoraux et un niveau d'exposition différents (Figure 11 ; Tableau 4) (SDAGE 2010-2015):

- Type 1 : Baie. Il regroupe les masses d'eau de la baie de Fort-de-France (FRJC001, 015 et 016), du Robert (FRJC005 et 007), du Marin (FRJC010), du Trésor (FRJC013) et du Galion (FRJC014). Baies urbanisées ou non, plus ou moins envasées, présentant des mangroves, des herbiers de mangrove et des cayes. Les fonds de baies, généralement envasés, peuvent être distingués des sorties de baie, généralement plus préservées.
- Type 2 : Récifs frangeants et lagons atlantiques. Il englobe les masses d'eau des côtes du François (FRJC006) à Sainte-Anne (FRJC008) et la baie de la Trinité (FRJC012). Ce type présente de grands herbiers de phanérogames, incluant de petites baies à mangroves.
- Type 3 : Récif barrière atlantique. Il correspond à la masse d'eau du large, à l'est de la Martinique (FRJC011). Les peuplements présents sont de type algo-coralliens.
- Type 4 : Côte rocheuse très exposée et plateau insulaire atlantique. Il correspond à la masse d'eau FRJC004 entre Cap Saint-Martin à l'extrémité nord de la Martinique et le nord de la baie de la Trinité. Les milieux subissent les pollutions agricoles et urbaines entre Le Lorrain et Grand Rivière
- Type 5 : Côte rocheuse protégée Caraïbes. Il englobe les masses d'eau protégées des houles et vents dominants, sur la façade Nord-Ouest (FRJC002) et Sud-Ouest de la Martinique (FRJC003), hors baie de Fort-de-France. Les peuplements coralliens des tombants côtiers sont vulnérables aux houles cycloniques aux faibles profondeurs.
- Type 6 : Côte abritée à plate-forme corallienne. Il concerne les masses d'eau côtières du sud Martinique (FRJC009, 017 et 018). Les milieux subissent des pressions urbaines fortes (Sainte-Luce, Diamant, Rivière Pilote) et sont exposés aux houles cycloniques.
- Type 7 : Eaux du large de la baie méridionale de St-Luce au Diamant. Il correspond à la masse d'eau du large, au delà de la plate-forme corallienne, au sud de la Martinique (FRJC019).

1.4.2 Sites DCE

Le réseau correspond au réseau de surveillance définitif du nouveau plan de gestion 2016-2021 publié dans l'arrêté préfectoral de surveillance n°201611-0011 (Impact Mer, 2016) : il comprend 20 sites hydrologiques, 15 sites communautés coralliennes et 9 sites herbiers répartis dans les différentes masses d'eau. Le réseau de suivi 2020 est identique à celui de 2017, 2018 et 2019 (Figure 11, Tableau 4).

Les sites de suivi communautés coralliennes et herbiers sont restés inchangés depuis 2016.

Pour le suivi hydrologique, quatre sites ont été ajoutés en 2017 afin de compléter le réseau et suivre l'ensemble des masses d'eau : FRJC014 : Baie du Galion, FRJC005 : Baie du Robert, FRJC009 : Pointe Catherine et FRJT001 : Etang des Salines Centre. Ce dernier concerne la masse d'eau de transition (MET).

La Baie de Fort-de-France, compte trois masses d'eau. Seule la masse d'eau FRJC001 possède un suivi complet. La masse d'eau FRJC016 possède uniquement un suivi « communautés coralliennes » et FRJC015 n'est pas suivie.

L'ajout de sites de suivi physico-chimique et phytoplancton est à l'étude pour les masses d'eau FRJC015 et 016, afin de les inclure dans le prochain programme de surveillance 2022-2027. Avec l'ajout de ces sites, l'ensemble des masses d'eau seront suivies.

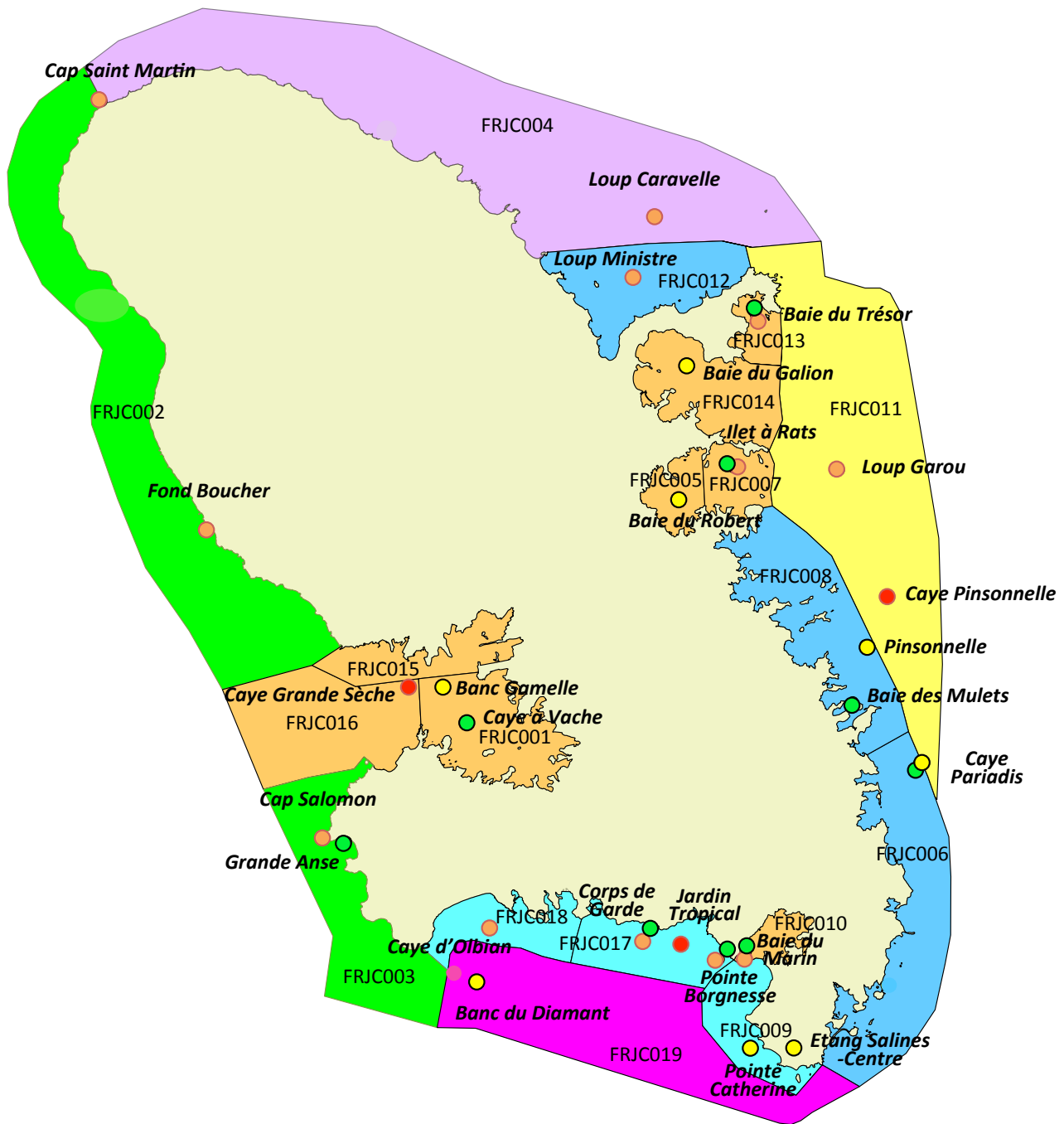
L'ensemble des suivis réalisés en 2020 et les coordonnées des sites sont présentés Figure 11 et Tableau 4.

Evolutions par rapport à 2019 concernant le réseau de suivi

- Prospector pour le suivi des communautés benthiques et des herbiers dans les masses d'eau nouvellement suivies : **abandonné**
- Acter la procédure à suivre pour l'évaluation des masses d'eau de la baie de Fort-de-France : ajout de site ou utilisation des sites du « Suivi de la Baie de Fort-de-France » avec ajout de paramètres : **résolu, ajout de sites**

Evolutions attendues en 2021 concernant le réseau

- Ajout de site ou utilisation des sites du « Suivi de la Baie de Fort-de-France » avec ajout de paramètres, pour les masses d'eau FRJC015 et 016



DCE - Martinique - Cartographie des masses d'eau et sites

Sites

- Communautés coralliennes
- Communautés Coralliennes + physicochimie & phytoplancton
- Herbiers
- Physicochimie & phytoplancton

Masses d'eau côtières

- Baies
- Côte abritée à plate-forme corallienne
- Côte rocheuse protégée caraïbe
- Côte rocheuse très exposée et plateau insulaire atlantique
- Eaux du large de la Baie Méridionale de Sainte-Luce au Diamant
- Récifs barrières atlantiques
- Récifs frangeants et lagons atlantiques



Sources : ODE Martinique
Réalisation M. Thabard, Impact Mer

© Impact Mer

Figure 11 : Cartographie des sites DCE du réseau et de surveillance pour les années 2017 à 2020

Tableau 4 : Description des sites de surveillance des MEC et de la MET et type de suivi réalisé en 2020. Les coordonnées GPS sont données en WGS 84/UTM 20N. ME= masse d'eau, CC= Communautés coralliennes, H= Herbiers, PP= Physico-chimie et phytoplancton, C=Chimie

Masse d'eau	Code	Type ME	Site	Code Q ²	Sandre	Type de suivi	WGS 84/UTM 20N	
							X	Y
Baie du Trésor	FRJC013	1	Baie du Trésor	125-P-046	60002391	CC_PP	727672	1632538
Baie du Trésor	FRJC013	1	Baie du Trésor Herbier	125-P-020	60008813	H	727527	1632795
Baie du Galion	FRJC014	1	Baie du Galion	125-P-017	60008811	PP	724020	1629706
Baie de Génipa	FRJC001	1	Banc Gamelle	125-P-005	49130203	PP	711026	1612750
Baie de Génipa	FRJC001	1	Caye à Vache	125-P-021	60008814	H	712377	1610818
Ouest de la Baie de Fort-de-France	FRJC016	1	Caye Grande Sèche	125-P-022	60008815	CC	709188	1612903
Est de la Baie du Robert	FRJC007	1	Ilets à rats	125-P-040	60002385	CC_PP	726464	1624462
Est de la Baie du Robert	FRJC007	1	Ilets à rats Herbier	125-P-029	60008820	H	726223	1624537
Baie du Marin	FRJC010	1	Baie du Marin	125-P-043	60002388	CC_PP_H	727136	1598633
Fond Ouest Baie du Robert	FRJC005	1	Baie du Robert	125-P-018	60008812	PP	723643	1622950
Littoral du Vauclin à Sainte-Anne	FRJC006	2	Caye Pariadis	125-P-039	60002384	H_PP	736099	1608396
Littoral du François au Vauclin	FRJC008	2	Pinsonnelle	125-P-041	60002386	PP	733489	1615014
Littoral du François au Vauclin	FRJC008	2	Baie des Mulets	125-P-016	60008810	H	732799	1612028
Récif Barrière Atlantique	FRJC011	3	Caye Pinsonnelle	125-P-025	60008817	CC	734534	1617635
Baie de la Trinité	FRJC012	2	Loup Ministre	125-P-045	60002390	CC_PP	721102	1634819
Récif Barrière Atlantique	FRJC011	3	Loup Garou	125-P-044	60002389	PP	731657	1624164
Récif Barrière Atlantique	FRJC011	3	Loup Garou Corail	125-P-034	60008822	CC	732092	1624320
Nord Atlantique, plateau insulaire	FRJC004	4	Loup Caravelle	125-P-037	60002382	CC_PP	722347	1637696
Nord Atlantique, plateau insulaire	FRJC004	4	Cap St Martin	125-P-038	60002383	CC_PP	692970	1643915
Nord Caraïbes	FRJC002	5	Fond Boucher	125-P-035	60002380	CC_PP	698461	1621194
Anses d'Arlet	FRJC003	5	Cap Salomon	125-P-036	60002381	CC_PP	704604	1604755
Anses d'Arlet	FRJC003	5	Grande Anse	125-P-028	60008819	H	705906	1604568
Baie du Diamant	FRJC018	6	Caye d'Olbian	125-P-014	60007995	CC_PP	713536	1600022
Baie de Sainte-Luce	FRJC017	6	Corps de Garde	125-P-047	60002392	CC_PP	721650	1599300
Baie de Sainte-Luce	FRJC017	6	Corps de Garde Herbier	125-P-026	60008818	H	722039	1600025
Baie de Sainte-Luce	FRJC017	6	Jardin Tropical	125-P-044	60004517	CC	723707	1599082
Baie de Sainte-Luce	FRJC017	6	Pointe Borgnesse	125-P-042	60002387	CC_PP	725712	1598329
Baie de Sainte-Luce	FRJC017	6	Pointe Borgnesse Herbier	125-P-075	60008824	H	726068	1598825
Baie de Sainte Anne	FRJC009	6	Pointe Catherine	125-P-076	60008825	PP	727066	1593936
Eaux côtières du Sud et Rocher du Diamant	FRJC019	7	Banc du Diamant	125-P-015	60007996	PP	712770	1597140
Etang des Salines	FRJT001	MET	Etang Salines - centre	125-P-062	60006910	PP	729624	1593450

1.4.3 Fréquences d'échantillonnage et paramètres

L'ensemble des suivis réalisés pour l'année 2020 est présenté dans le Tableau 5.

A partir de 2019, le suivi est devenu bimestriel sur 18 sites, contre trimestriel les années précédentes.

Banc Gamelle et Pinsonnelle font toujours l'objet d'un suivi mensuel.

Ces fréquences concernent :

- les paramètres physico-chimiques généraux : *in situ* (température, salinité, oxygène dissous et à saturation, pH), nutriments (ammonium, nitrites, nitrates, orthophosphates) et turbidité ;
- le plancton : la biomasse phytoplanctonique (pigments dont chlorophylle a) et l'abondance (microphytoplancton et pico-nano plancton).

15 sites font l'objet d'un suivi annuel (saison sèche) des communautés coralliennes et 9 d'un suivi annuel des herbiers de phanérogames.

Il n'y a pas eu de suivi chimique en 2020.

Tableau 5 : Fréquences d'échantillonnage des paramètres DCE sur les sites DCE des MEC et MET

Sites	Physico-chimie	Phytoplancton (abondance et biomasse)	Benthos	
			Com. Coralliennes	Herbiers
Banc Gamelle	Jan. 20 à Déc. 20	Jan. 20 à Déc. 20		
Caye Grande Sèche			Juin 2020	
Caye à Vache				Juin 2020
Fond Boucher	Fév., Avr., Juin, Aout, Oct., Déc. 20	Fév., Avr., Juin, Aout, Oct., Déc. 20	Juin 2020	
Cap Salomon	Fév., Avr., Juin, Aout, Oct., Déc. 20	Fév., Avr., Juin, Aout, Oct., Déc. 20	Juin 2020	
Grande Anse				Juin 2020
Loup Caravelle	Fév., Avr., Juin, Aout, Oct., Déc. 20	Fév., Avr., Juin, Aout, Oct., Déc. 20	Juin 2020	
Cap St Martin	Fév., Avr., Juin, Aout, Oct., Déc. 20	Fév., Avr., Juin, Aout, Oct., Déc. 20	Juin 2020	
Caye Paradiis	Fév., Avr., Juin, Aout, Oct., Déc. 20	Fév., Avr., Juin, Aout, Oct., Déc. 20		Juin 2020
Ilet à Rats	Fév., Avr., Juin, Aout, Oct., Déc. 20	Fév., Avr., Juin, Aout, Oct., Déc. 20	Juin 2020	
Ilet à Rats Herbier				Juin 2020
Baie du Robert	Fév., Avr., Juin, Aout, Oct., Déc. 20	Fév., Avr., Juin, Aout, Oct., Déc. 20		
Pinsonnelle	Jan. 20 à Déc.20	Jan. 20 à Déc.20		
Caye Pinsonnelle			Juin 2020	
Baie des Mulets				Juin 2020
Pointe Borgnesse	Fév., Avr., Juin, Aout, Oct., Déc. 20	Fév., Avr., Juin, Aout, Oct., Déc. 20	Juin 2020	
Pointe Borgnesse Herbier				Juin 2020
Pointe Catherine	Fév., Avr., Juin, Aout, Oct., Déc. 20	Fév., Avr., Juin, Aout, Oct., Déc. 20		
Baie du Marin	Fév., Avr., Juin, Aout, Oct., Déc. 20	Fév., Avr., Juin, Aout, Oct., Déc. 20	Juin 2020	Juin 2020
Loup Garou	Fév., Avr., Juin, Aout, Oct., Déc. 20	Fév., Avr., Juin, Aout, Oct., Déc. 20		
Loup Garou Corail			Juin 2020	
Loup Ministre	Fév., Avr., Juin, Aout, Oct., Déc. 20	Fév., Avr., Juin, Aout, Oct., Déc. 20	Juin 2020	
Baie du Trésor	Fév., Avr., Juin, Aout, Oct., Déc. 20	Fév., Avr., Juin, Aout, Oct., Déc. 20	Juin 2020	
Baie du Trésor Herbier				Juin 2020
Baie du Galion	Fév., Avr., Juin, Aout, Oct., Déc. 20	Fév., Avr., Juin, Aout, Oct., Déc. 20		
Corps de Garde	Fév., Avr., Juin, Aout, Oct., Déc. 20	Fév., Avr., Juin, Aout, Oct., Déc. 20	Juin 2020	Juin 2020
Jardin Tropical			Juin 2020	
Caye d'Olbian	Fév., Avr., Juin, Aout, Oct., Déc. 20	Fév., Avr., Juin, Aout, Oct., Déc. 20	Juin 2020	
Banc du Diamant	Fév., Avr., Juin, Aout, Oct., Déc. 20	Fév., Avr., Juin, Aout, Oct., Déc. 20		
Etang des Salines-centre	Fév., Avr., Juin, Aout, Oct., Déc. 20	Fév., Avr., Juin, Aout, Oct., Déc. 20		

L'évaluation de l'état se fait sur les résultats obtenus au cours des 6 dernières années de suivi. En Martinique, le choix des indicateurs biologiques adaptés au suivi de l'état écologique des masses d'eau s'est fait au fur et à mesure et est toujours en cours pour certains (Tableau 6).

Tableau 6 : Bilan des paramètres biologiques suivis de 2007 à 2020

Elément de qualité	paramètres	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
		Phytoplancton	Biomasse (chla-spectro)	x	x	x	x	x	x	x					
	Biomasse (chla-HPLC)								x	x	x	x	x	x	x
	Abondance microphytoplancton	x	x				x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Abondance nano et pico-phytoplancton						x	x	x	x	x	x	x	x	x
Communautés coralliennes	Occurrence corallienne	x*	x*	x*	x*	x*	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Occurrence en macroalgues	x*	x*	x*	x*	x*	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Densité des oursins diadèmes				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Sédimentation globale							x	x	x	x	x	x	x	x
Herbiers	Stress corallien						x								
	Structure et composition de l'herbier	x	x	x	x				x	x	x	x	x	x	x
	Sédiments (triplicats)									x				x	x

* suivi mais résultat exploité uniquement sur les sites avec transect pérenne

1.4.4 Protocoles de suivi

Les protocoles relatifs aux différents éléments de qualité sont détaillés dans le « Rapport de Campagne complet 2020 ». Un résumé des protocoles est donné dans les parties du présent rapport relatives à chaque élément de qualité.

Pour 2020, les changements dans les protocoles concernent :

- l'analyse des nutriments. Le laboratoire devient LABEO Manche en remplacement de l'Institut Pasteur de Guadeloupe (IPG). Ce changement entraîne des contraintes de stockage et d'expédition des échantillons ;

Depuis 2019, les changements dans les protocoles concernent :

- l'analyse de la turbidité. Réalisée directement par Impact Mer en remplacement du LTA Martinique ;
- l'analyse de microphytoplancton. Le prestataire devient Ikosistama (Sylvain Coulon), le même prestataire que pour la DCE Guadeloupe, en remplacement de Hydrô Réunion.



1.5 Données générales

1.5.1 Données météorologiques

Les données météorologiques intégrées à l'interprétation des résultats sont extraites du bulletin climatique de Météo France pour l'année 2020.

Tableau 7 : Bilan des stations pluviométriques potentiellement pertinentes pour l'interprétation des résultats DCE

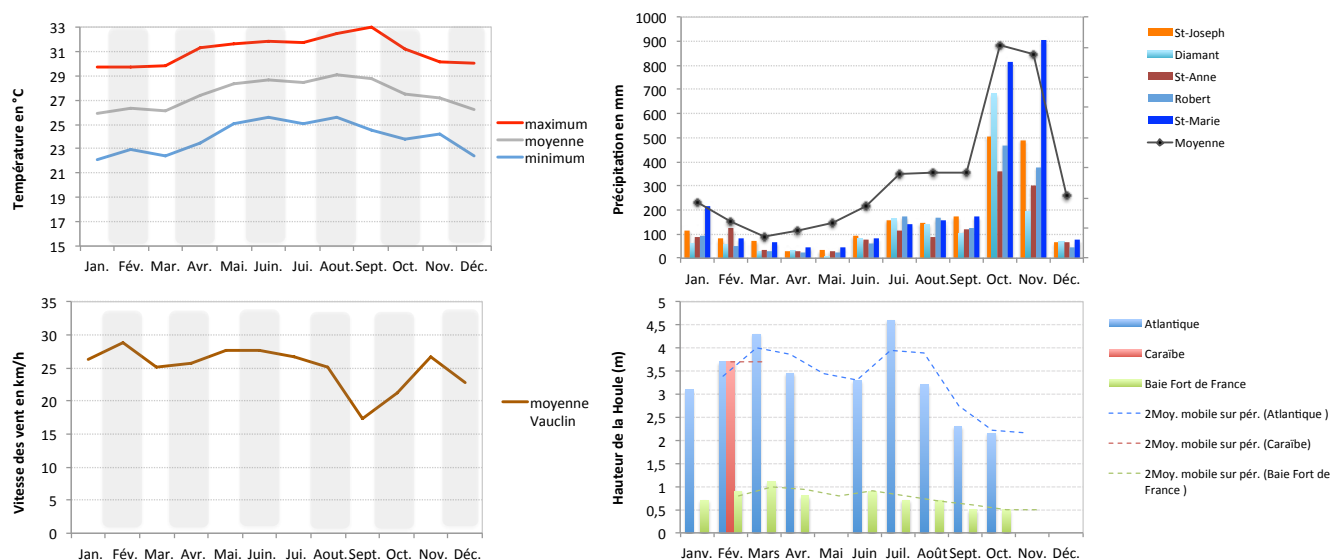
Type de données	Sites d'étude	Noms des Stations météorologiques
Précipitations	Baie du Marin/Pointe Catherie	ST-ANNE
	Caye d'Olbian	DIAMANT
	Banc Gamelle	ST-JOSEPH
	Baie du Robert/ Ilet à Rats /Loup Garou	ROBERT
	Loup Ministre	ST-MARIE

Les conditions météorologiques pour l'année 2020 sont résumées dans la Figure 12. Les températures de l'air de l'année 2020 étaient comprises entre 29,7 °C et 33 °C pour les maximums et 22,1°C et 25,6°C pour les minimums, ce qui en fait une année relativement chaude. La période plus fraîche s'est étendue de janvier à mars, puis décembre.

Les données concernant le régime des vents révèlent un régime d'alizés modéré, entre 25 et 28 km/h et qui se prolonge jusqu'en juin. Le vent le plus fort est enregistré en février (28,8 km/h). L'alizé décroît à partir d'août, est au plus faible en septembre et remonte dès le mois d'octobre.

En termes de précipitations, le carême a été très marqué, a débuté dès décembre et s'est prolongé jusqu'en juillet. La saison des pluies a présenté une pluviométrie faible avec une concentration sur les mois d'octobre et novembre. La distinction entre les deux saisons est progressive en 2020.

Aucune tempête ni houle cyclonique de forte ampleur n'ont affecté la Martinique pour la saison 2020.



Source des données : Météo France

Figure 12 : Evolution mensuelle en 2020 de la température (°C), du vent (km/h), des précipitations aux stations de référence des sites d'étude DCE et de la hauteur de la houle (m, houlographes de Basse Pointe –Atlantique, de la baie de Fort de France et du canal de St-Lucie-Caraïbe)

En complément des données météorologiques, des données environnementales sont apportées pour faciliter la compréhension des valeurs mesurées ou des phénomènes biologiques observés : il s'agit de l'intensité des nappes de sargasses à proximité de la Martinique et de l'intensité de la brume de sable les jours précédents et pendant la campagne d'échantillonnage, ainsi que l'évolution annuelle de l'intensité de dispersion du panache d'eau douce provenant des grands fleuves Sud-Américains (Orénoque et Amazone principalement) (Figure 13). Les plus fortes densités de sargasses à proximité des côtes sont observées en janvier. Le reste de l'année, les images satellites révèlent des nappes de faible densité.

La brume de sable est présente de façon modérée de février à avril, puis en juin et juillet.

Le panache d'eau douce atteint la proximité de la Martinique entre avril et mai et la dessalure est maximale en juin et juillet. Elle reste forte jusqu'en octobre, puis le panache s'estompe rapidement jusqu'en décembre.

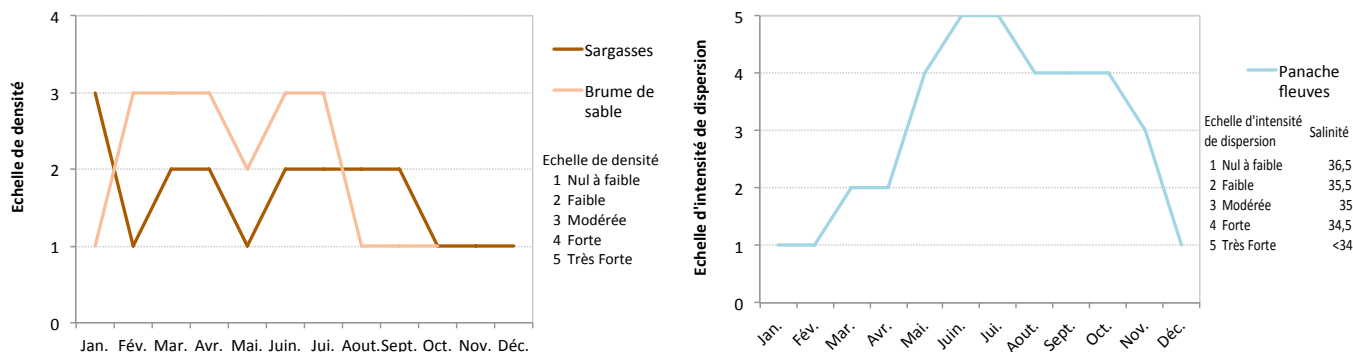


Figure 13 : Données semi-quantitatives de densité de sargasses (Univ. Of South Florida) et de brume de sable (Univ. Of Athens) et d'intensité de dispersion du panache d'eau douce des fleuves Sud-Américain (NASA) autour de la Martinique au moment des échantillonnages mensuels.

1.5.2 Déroulement des campagnes

Les campagnes physico-chimiques se sont déroulées conformément au protocole. La campagne d'avril 2020 a dû être décalée en lien avec la période de confinement strict de la pandémie de Covid 19. Nous avons respecté un délai de 3 semaines minimum entre les campagnes suivantes afin de progressivement revenir à des dates de campagnes de début de mois comparables aux années précédentes.

La campagne de suivi du benthos en juin s'est déroulée sans problème particulier. Les conditions météorologiques favorables ont permis de restaurer le tracé du transect sur le site Caye Pinsonnelle. La présence de la maladie à croissance rapide « Stony coral tissue loss disease » (SCTLD) est suspectée sur les sites de Caye Grande Sèche, Corps de Garde, Loupe Caravelle et Cap Salomon.

1.5.3 Paramètres physico-chimiques généraux

La température moyenne de l'eau sur les sites de suivi DCE (en excluant Etang des Salines qui présente des valeurs trop extrêmes) pour l'année 2020 varie de 26,9°C en mars à 29,8°C en septembre (Figure 14). La différence saisonnière est marquée, cependant les températures élevées ne se maintiennent pas sur la fin de l'année. Une mesure dépasse légèrement 30°C (Baie du Robert en août), la température jugée par les experts scientifiques comme étant à risque pour la survie des coraux.

La salinité moyenne reste relativement stable jusqu'en avril, mois de la valeur maximale (36,3), puis diminue fortement jusqu'à atteindre sa plus basse valeur en juin (33,2). Les valeurs restent basses jusqu'en octobre puis la salinité retrouve des valeurs « classiques » en décembre (35,4) (Figure 14). La tendance est similaire à celle de 2019. La baisse observée est bien corrélée à l'intensité de la remontée du panache des grands fleuves Sud-Américains (Figure 11). En octobre, la salinité est d'autant plus abaissée par les fortes précipitations observées, qui alimentent les bassins versants de l'île. (Figure 15).

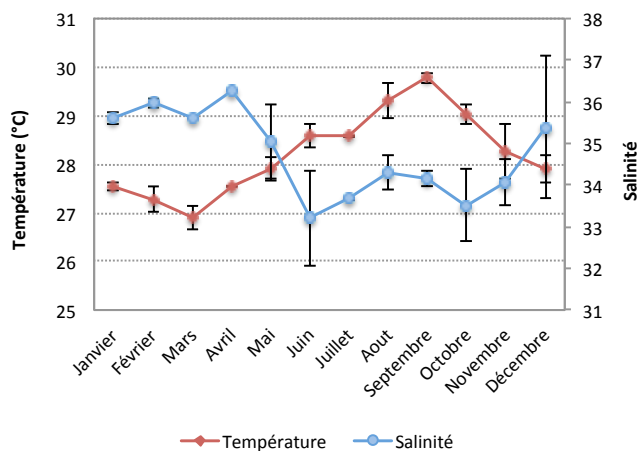


Figure 14 : Moyennes mensuelles des paramètres température et salinité sur l'année 2020, pour les sites côtiers DCE (n=19 en février, avril, juin, août, oct. et déc., sinon n=2)

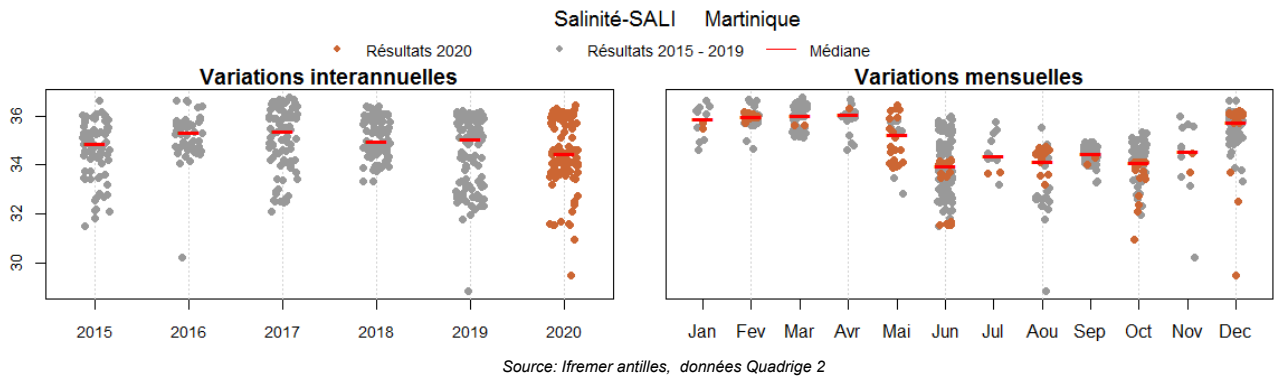


Figure 15 : Valeurs annuelles et mensuelles de la salinité sur l'année 2020, pour les sites DCE (n=19 en février, avril, juin, août, oct. et déc., sinon n=2)

Le pH moyen des sites suivis varie entre 8,06 et 8,17 (Figure 16), avec une décroissance constante de janvier à août, puis une remontée à des valeurs médianes au dernier semestre.

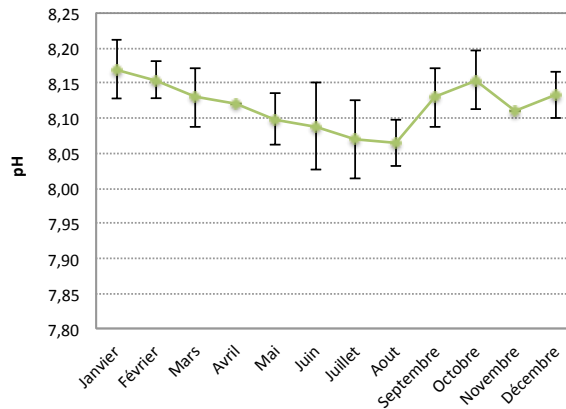


Figure 16 : Moyennes mensuelles du paramètre pH sur l'année 2020, pour les sites côtiers DCE (n=19 en février, avril, juin, août, oct. et déc., sinon n=2)

2 Indicateurs : résultats annuels et historiques, évaluation de qualité

2.1 Qualité biologique : Indicateur communautés coralliennes

2.1.1 Protocole communautés coralliennes - résumé

Le suivi annuel des communautés benthiques coralliennes se compose (Figure 17):

- d'un relevé de type « **point intercept** » (PIT), sur 6 transects successifs de 10 m. La nature du substrat et les taxons présents sont notés **tous les 20 cm**. L'effort d'échantillonnage est donc de 50 points par transect de 10 m, soit 300 points par station. Pour chaque colonie corallienne relevée, les pourcentages de nécrose et de blanchissement, ainsi que les perturbations présentes (maladies, organismes encroûtants, morsures) sont notés. Le relevé des perturbations a été ajouté au protocole en 2019. Les résultats du PIT permettent de calculer l'**indice « corail »** et l'**indice « macroalgues »** (calcul détaillé en 2.1.4.1).

Ces indices « corail » et « macroalgues » sont utilisés pour l'évaluation DCE.

- d'un suivi sur quadrats de 1 m x 1 m positionnés tous les mètres sur 60m (soit 60 quadrats par station correspondant à 60 m²). Au sein de chacun des quadrats, **les oursins présents sont identifiés et dénombrés**. Ces résultats permettent de calculer l'indice « oursins » (calcul détaillé en 2.1.4.1).

L'« indice oursin » est en cours de réflexion et pourra servir à l'élaboration d'un éventuel indice multimétrique. Il n'est pas utilisé actuellement pour l'évaluation DCE.

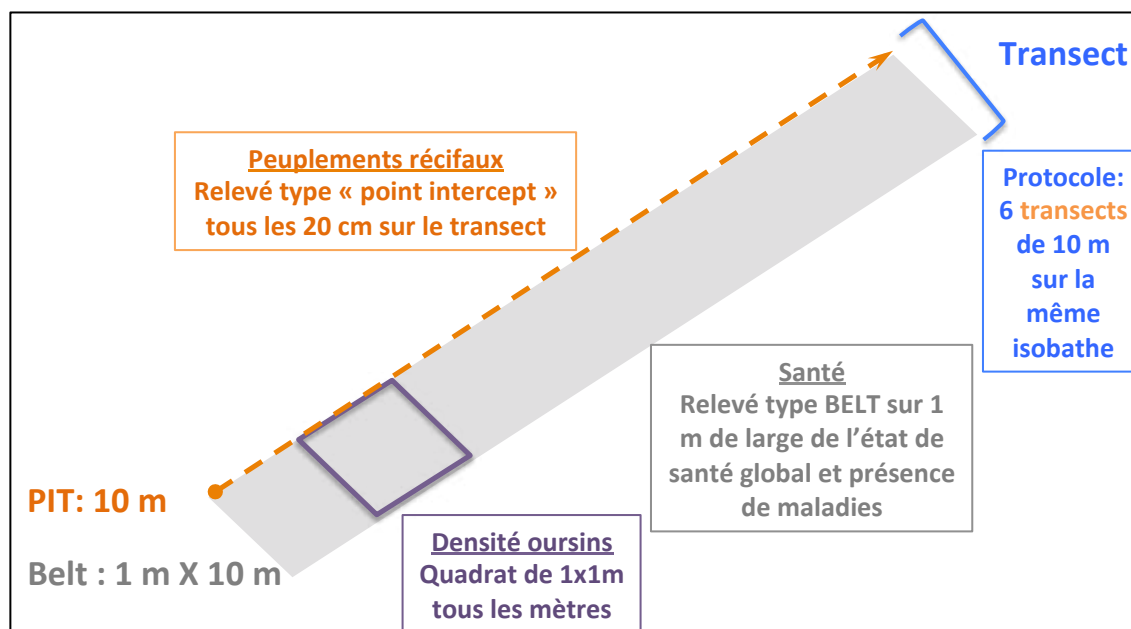
- d'un suivi de type « BELT » d'1 m de large sur 10 m de long pour chacun des six transects. Pour chaque section, une évaluation de l'**état de santé visuel général** de l'écosystème récifal (note de 1 à 6) est réalisée ainsi qu'un relevé des **maladies et nécroses** des colonies coralliennes.

L'état de santé n'est pas utilisé pour l'évaluation DCE.

- d'un suivi photographique à partir de photoquadrats de 1m x 1m réalisés à chaque début de transect (*premier suivi en 2019*). Il permet une comparaison interannuelle de la couverture de la communauté benthique du site mais n'est actuellement pas encore exploité.

Dans la mesure où l'indicateur communautés coralliennes ne donne pas encore une évaluation représentative de l'état des sites, Impact Mer propose au fil des années de suivi, des adaptations et ajouts au protocole afin d'élargir le nombre de métriques disponibles pour l'amélioration de l'indicateur.

L'échantillonnage de ces paramètres se déroule en plongée sous-marine (scaphandre autonome). Le suivi est réalisé sur des transects permanents.



© Impact Mer

Figure 17 : Schéma de la mise en œuvre du suivi des peuplements récifaux

Le détail des protocoles de suivi est décrit dans le rapport de campagne complet 2020 : Impact Mer, 2021. Directive Cadre européenne sur l'Eau : Suivi physico-chimique et biologique des eaux littorales de la Martinique au titre de l'année 2020 – Rapport de campagne complet.

2.1.2 Bancarisation des données communautés coralliennes

La base de données BDRécif est opérationnelle pour la saisie directe depuis fin 2017 et des adaptations de la base se font au fil des ans selon les évolutions apportées au protocole.

Un des objectifs reste de permettre la valorisation des données pour la production d'éléments de rapportage (graphes et évaluations).

2.1.3 Résultats 2020 et comparaisons historiques

Le suivi des communautés coralliennes s'est déroulé, conformément aux protocoles décrits ci-dessus, en juin 2020.

Les graphiques présentant les résultats des différentes stations sont décrits ci-dessous et expliqués dans une fiche page suivante.

Les **proportions des différents éléments du benthos et du substrat** indiquées sur les graphiques (e.g. Figure 18) correspondent aux proportions moyennes sur les 6 transects (**PIT** de 50 points/transect soit 300 points par station) de chaque catégorie. Ces proportions sont calculées par rapport à la **couverture totale** (substrat abiotique uniquement).

L'**histogramme « Substrat de la station »** représente ces éléments selon qu'ils soient :

- Colonisables par les coraux (roche, corail mort récemment, débris coralliens [lorsque agrégés par des algues rouges encroûtantes, alors considérés comme substrat rocheux]) ;
- Non colonisables par les coraux (débris coralliens non agrégés, sable, vase).

Le **diagramme circulaire** (de type camembert) précise la répartition des éléments inventoriés sur le PIT (substrat nu et peuplement benthique), sur substrat colonisable ou non colonisable par les coraux.

Les pourcentages d'organismes vivants qui apparaissent dans le diagramme sont détaillés dans l'**histogramme « Détails peuplement benthique »** (en dessous). Sur cet histogramme, le pourcentage total des algues correspond à la somme des algues sur substrat colonisable et non colonisable du diagramme circulaire.

Les **indices corail** et **macroalgues** présentés dans cette section – en rouge et en vert en haut à droite - correspondent aux résultats de l'année 2020 uniquement et sont la moyenne des indices calculés pour chaque transect. Les éléments qui sont pris en compte dans les calculs sont surlignés en rouge et en vert dans le graphique « Détails peuplement benthique » et les calculs sont détaillés dans la section 2.1.4.1.

[Attention : les valeurs d'indices présentées dans l'encadré peuvent être différentes des valeurs obtenues en réalisant le calcul avec les valeurs moyennes (présentées sur le graphique), notamment si les valeurs d'indice diffèrent grandement entre chaque transect.]

L'**indice de l'état de santé général** de la station est obtenu en moyennant l'indice visuel (classification adaptée de Bouchon) sur les 6 transects (indice « informatif » non inclus dans l'évaluation DCE).

La **classe moyenne de blanchissement et la classe moyenne de nécrose du corail vivant** est une note moyenne des classes attribuées à chaque colonie rencontrée sur chaque transect PIT. Le pourcentage de surface blanchie ou nécrosée de la colonie est réparti en 5 classes : 0 = 0%, 1 = entre 1 et 10 %, 2 = entre 11 et 50%, 3 = entre 51 et 90% et 4 = entre 91 et 100% (éléments utilisés pour l'indice « vulnérabilité » qui sert d'avis d'expert pour compléter l'indicateur communautés coralliennes, non inclus dans l'évaluation DCE).

La **classe de perturbation du corail vivant** est une note moyenne des classes attribuées à chaque colonie rencontrée sur chaque transect PIT. Une perturbation correspond à un élément qui vient impacter négativement la croissance ou affaiblir la colonie, tels que la présence d'une maladie, le recouvrement par une espèce envahissante, les lésions. Le niveau de perturbation est réparti en trois classes, 0= aucune perturbation, 1= une perturbation, 2 = plus d'une perturbation (éléments utilisés pour l'indice « vulnérabilité » qui sert d'avis d'expert pour compléter l'indicateur communautés coralliennes, non inclus dans l'évaluation DCE).

La **comparaison interannuelle** des proportions des éléments du benthos, présentée dans un autre graphique est effectuée sur les données des six dernières années. Certaines stations suivies depuis peu n'ont pas un historique de données aussi important.

Les indices écologiques du peuplement corallien sont présentés sous la forme d'un tableau comprenant la période 2016 à 2020. La richesse R correspond au nombre de taxons inventoriés ; la Diversité H' de Shannon permet de connaître la représentation des différents taxons présents dans la population; l'Équitabilité Evar est un complément à l'indice de diversité. Il permet de mesurer la dispersion de l'abondance totale entre les espèces sur une échelle entre 0 et 1, et ainsi identifier si un peuplement est à l'équilibre ou avec des dominances d'espèces.

Histogramme « Substrat de la station »
 = proportion des éléments du substrat par rapport à la couverture totale

- **Substrat colonisables par les coraux** : roche, corail mort récemment, débris coralliens (si agrégés par des algues rouges encroûtantes = substrat rocheux)
- **Substrat non colonisable par les coraux** (débris coralliens non agrégés, sable, vase)

Indices Corail et Macroalgues
 = résultats de l'année 2020 uniquement et sont la moyenne des indices calculés pour chaque transect.

Les éléments qui sont pris en compte dans les calculs sont surlignés en rouge et en vert dans le graphique « Détails peuplement benthique » et les calculs sont détaillés dans la section 2.1.4.1
 [Attention : les valeurs d'indices présentées dans l'encadré peuvent être différentes des valeurs obtenues en réalisant le calcul avec les valeurs moyennes (présentées sur le graphique), notamment si les valeurs d'indice diffèrent grandement entre chaque transect.]

Indice « État de Santé »
 = note visuelle (Bouchon et al., 2004)

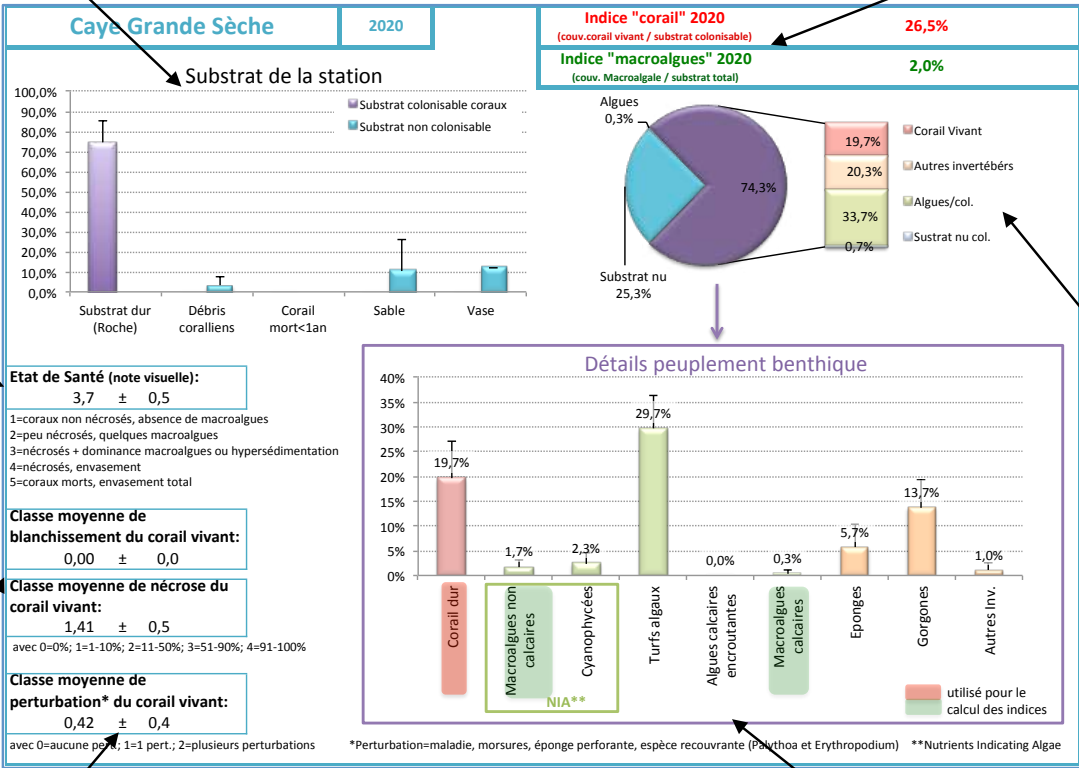
Correspond à la moyenne de l'indice visuel sur les 6 transects (indice informatif non inclus dans la DCE).

Classes moyennes de : blanchissement, nécrose
 = note moyenne des classes attribuées à chaque colonie sur le PIT

Pourcentage de surface blanchie ou nécrosée est réparti en 5 classes :
0 = 0% ; **1** = [1-10%] ; **2** = [11-50%] ; **3** = [51-90%] ; **4** = [91-100%]

Classe moyenne de perturbation
 = note moyenne des classes attribuées à chaque colonie sur le PIT

Perturbation = élément qui impacte négativement la croissance ou affaiblit la colonie (maladie, recouvrement par une espèce envahissante, lésions), trois classes :
0 = 0 perturbation, **1** = 1 perturbation, **2** = ≥ 2 perturbations



Histogramme « Détails peuplement benthique »
 = pourcentage des différents éléments du peuplement benthique fixés sur substrat colonisable par les coraux et algues fixées sur substrat non colonisable par les coraux

Type 1 – Baie. Il regroupe les masses d'eau de fond de baie de Génipa (FRJC001), du Robert (FRJC005 et 007), du Marin (FRJC010), du Trésor (FRJC013), du Galion (FRJC014) et de Fort-de-France (FRJC015 et 016). Elles sont caractérisées par des fonds de faible profondeur avec des côtes peu exposées aux houles. La nature des fonds est très majoritairement meuble, de nature sablo-vaseuse.

FRJC001 et FRJC016 : Caye Grande Sèche (anciennement Banc Gamelle) (type 1)

- Description générale

La station **Caye Grande Sèche (CGS)**, anciennement nommée Banc Gamelle, est une station **hypersédimentée** présentant une **succession de massifs du genre *Orbicella***, entrecoupés par des bancs de **sédiment sablo-vaseux** à environ **7 m de fond**.

- Description du substrat et des peuplements benthiques pour l'année 2020

Au total, **74,0% du substrat de la station Caye Grande Sèche est colonisé** (Figure 18). Le substrat non colonisé (26,0%) est essentiellement constitué de **vase et de sable**.

Les **coraux** représentent **19,7%** de la couverture totale du substrat. Le genre ***Orbicella*** est largement majoritaire (13,7%). Les **trois espèces**, *O. annularis*, *O. faveolata* et *O. franksi*, semblent présentes sur la station mais sont **difficilement différenciables**. Des cas d'hybridation entre ces trois espèces ont été mesurés au sein des récifs coralliens de Floride (Szmant et al., 1997) et cela pourrait être le cas sur ce site. Aussi, lorsqu'un doute est apparu sur le terrain, il a été choisi de ne renseigner que le genre. ***Porites asteroides*** est la seconde espèce la plus présente (2,3%). Les **nécroses** sont abondantes pour tous les genres coralliens, avec une note moyenne de 1,41 pour la station. La note de perturbation du corail vivant est de 0,42 pour la station.

Les algues dominent le peuplement benthique avec une couverture de 34% pour la station. Ces dernières sont essentiellement représentées par le **turf** (29,7%) et dans une moindre mesure par les macroalgues non calcaires (1,7%) et les algues encroûtantes (0,3%). Le taxon ***Dictyota*** est le seul taxon identifié pour les macroalgues non calcaires. De nombreuses zones présentent un tapis de turf long recouvert de sédiments. Les cyanobactéries occupent une part non négligeable du peuplement benthique (2,3%). La note de l'indice macroalgue est faible pour CGS (2,0%) alors que le site est fortement algal. La non-inclusion du turf dans l'indice macroalgue est particulièrement préoccupant pour ce site fortement « turfé ». *Voir la section Discussion (pXX) pour la réflexion autour de cette problématique.*

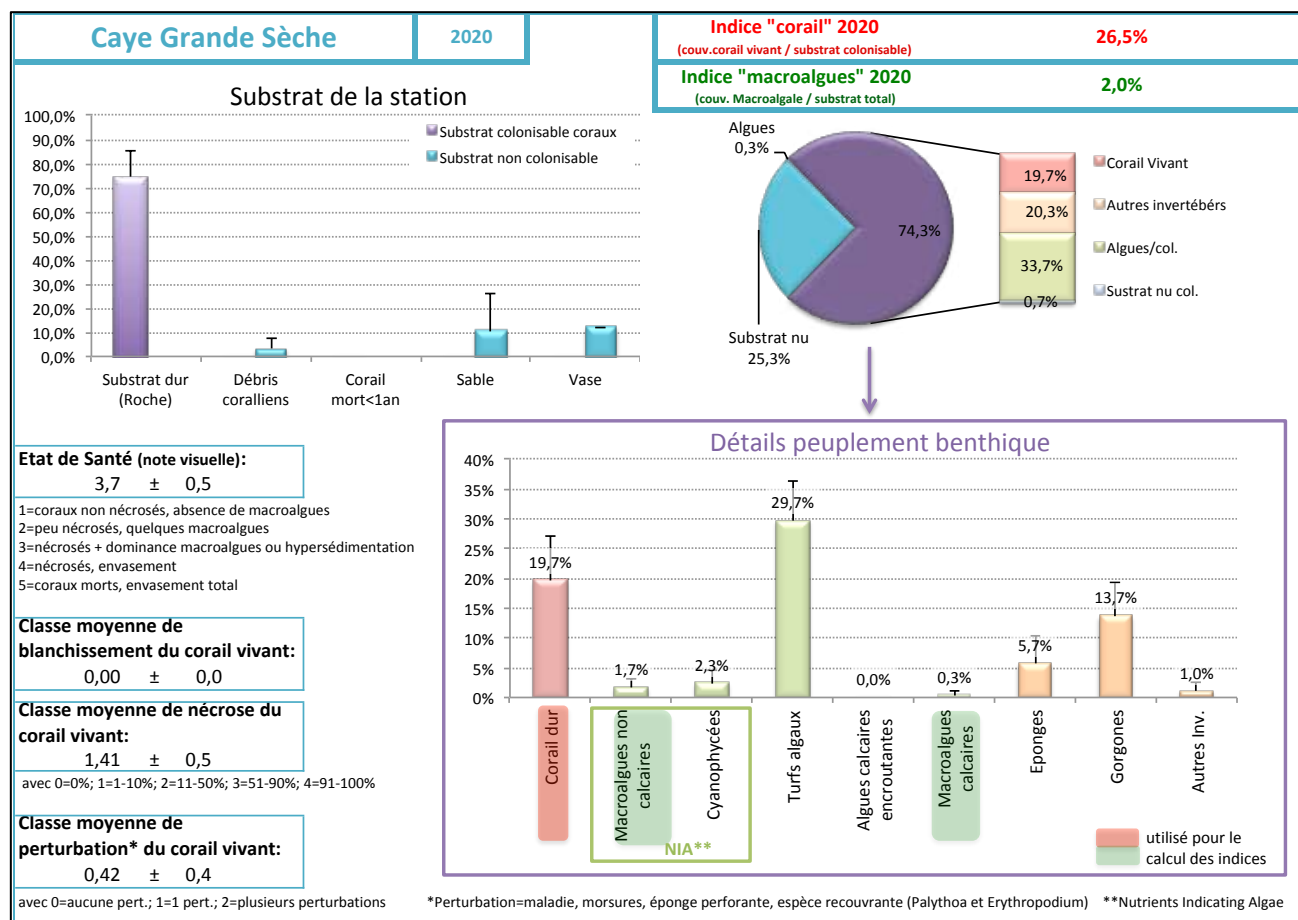


Figure 18 : Proportions des éléments du peuplement benthique et des substrats de Caye Grande Sèche en 2020

Le groupe **autres invertébrés benthiques** représentent **20,3%** de la couverture totale avec une dominance des **gorgones** (13,7%). L'abondance des gorgones est en hausse constante depuis 2015 d'un facteur 5. En 2015, le recouvrement des gorgones sur le PIT était de 3%. Cette augmentation est liée à l'espèce de gorgone encroûtante *Erythropodium caribaeorum*. Cette espèce ubiquiste se retrouve sur les habitats rocheux peu profonds (5-15m). Dans le cas d'une **hypersédimentation du milieu**, cette espèce peut se retrouver en très forte abondance alors que la diversité spécifique des autres invertébrés benthiques diminue (Philippot, 2017 ; Sebens et Miles, 1988). L'augmentation importante de l'abondance de cette espèce sur les cinq dernières années au site Caye Grande Sèche peut être causée par une dégradation du milieu en lien avec une augmentation des apports en sédiments auxquels est soumise la Baie de Fort-de-France (Lecacheux et al., 2018).

L'état de santé de cette station est très médiocre (note de 3,7).

- Evolution temporelle (2015 à 2020) des peuplements benthiques

Sur la période 2015-2020, les couvertures des différents éléments du peuplement benthique et du substrat sont relativement stables (Figure 19) : forte dominance des turfs (~30-40%), recouvrement en coraux assez faible (~20 %), recouvrement des autres invertébrés benthiques non négligeable (~10-20%) et recouvrement en substrat meuble non colonisable important (~25%).

La **couverture corallienne est stable**, autour de 20% du recouvrement total, avec une diversité spécifique également stable (12 taxons identifiés en 2020).

La **couverture en algues est relativement stable** entre 2015 et 2019. L'année 2020 montre une diminution en algues, principalement en turf (-10% par rapport à 2019), avec en parallèle une augmentation du substrat abiotique non colonisable (+5% par rapport à 2019).

Le groupe **autres invertébrés benthiques** est le seul à montrer une augmentation constante de couverture depuis 2015, passant de 6,3% en 2015 à 20,3% en 2020, principalement expliqué par l'augmentation du recouvrement de gorgones (*E. caribaeorum*).

Remarque : Le site CGS est à surveiller avec attention du fait de : l'importante couverture en algues (turf), des nombreuses nécroses et perturbations sur les coraux dont la couverture est faible, de l'augmentation progressive de *E. caribaeorum*, de l'hypersédimentation du site et de la localisation soumise à de nombreuses perturbations.

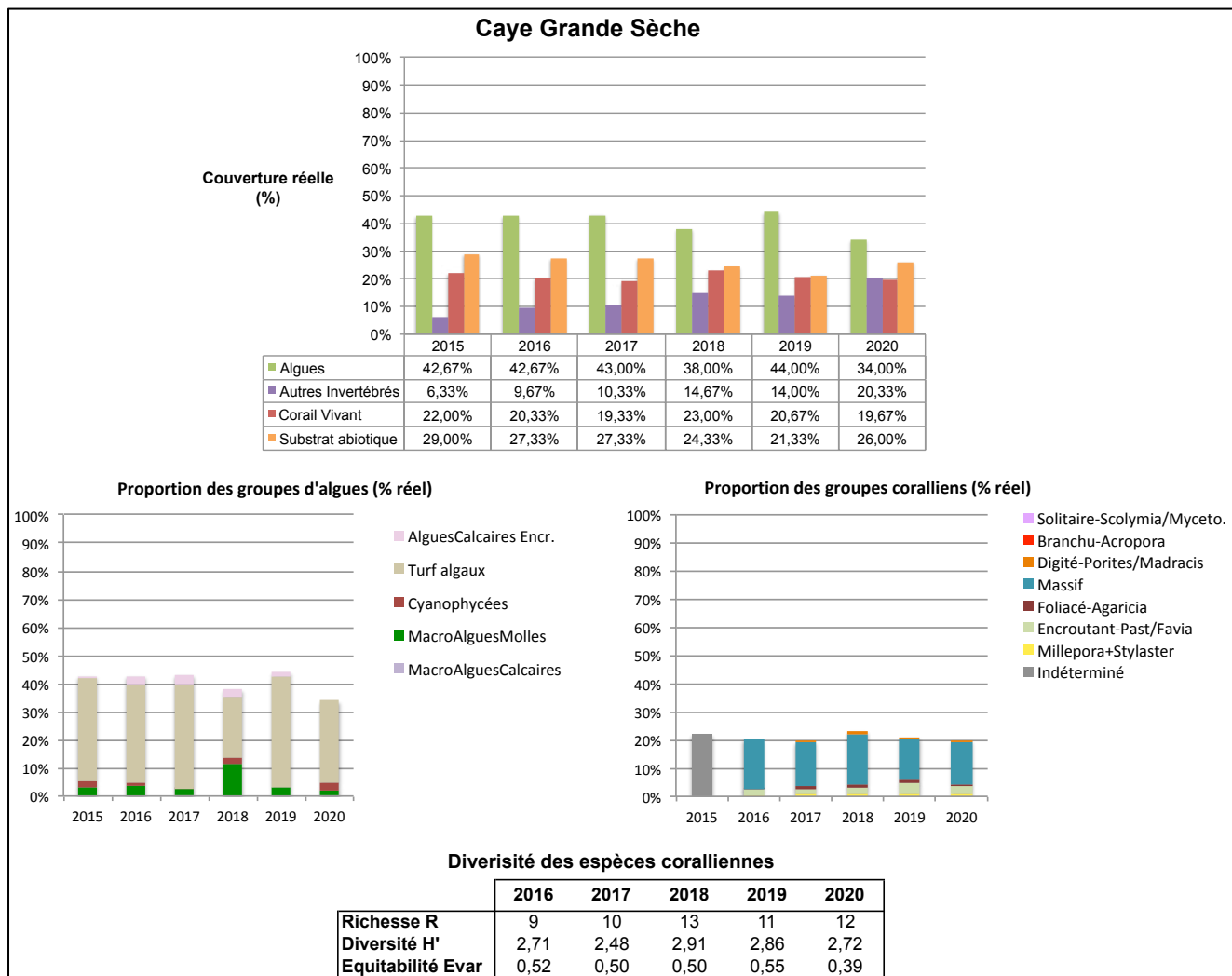


Figure 19 : Evolution du peuplement benthique et des substrats de Caye Grande Sèche : années 2015 à 2020

La densité des oursins à Caye Grande Sèche est faible et varie entre 0,03 ind/m² et 0,45 ind/m². En 2019, aucun diadème n'a été observé, seul l'espèce d'oursin vert (*Echinometra viridis*) a été observée. En 2020, la densité reste à un niveau très faible bien qu'en augmentation par rapport aux années précédentes (Figure 20). Cette augmentation pourrait être liée à un biais opérateur : le comptage se fait sur les individus visibles sans rechercher dans les cavités. Ce site étant très turbide et avec beaucoup de relief, il se peut que le comptage puisse varier selon la visibilité le jour du suivi, surtout pour l'espèce *E.lucunter* plus difficile à repérer.

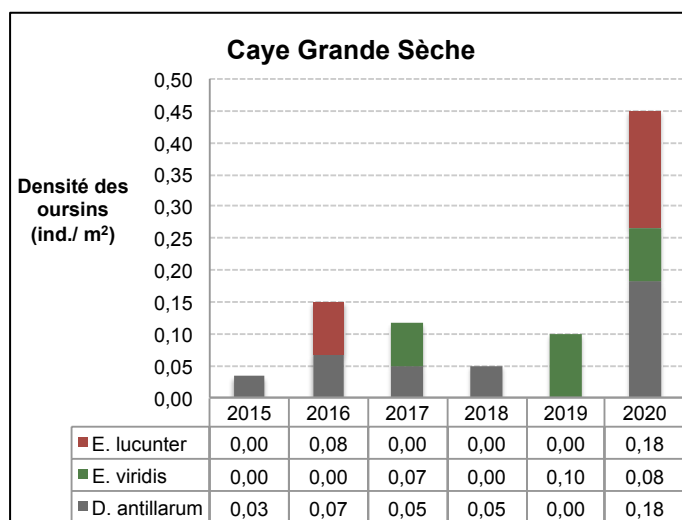


Figure 20 : Densité moyenne des espèces d'oursins à Caye Grande Sèche : années 2015 à 2020

FRJC010 : Baie du Marin (type 1)

- Description générale

La station **Baie du Marin (BMA)** est localisée sur un tombant abrupt hypersédimenté à environ **8-9 m de fond**. Cette station présente des **communautés coralliennes dégradées**, plus ou moins **envasées**, avec une **proportion de macroalgues importante**.

- Description du substrat et des peuplements benthiques pour l'année 2020

Au total, **86,3% du substrat de la station Baie du Marin est colonisée** (Figure 21). Sur cette station fortement sédimentée, la proportion de substrat non colonisable par les coraux est importante (19%) et constituée de **sable et débris coralliens**.

Les **coraux sont les organismes minoritaires et représentent 13,7%** de la couverture totale de la station. Les genres coralliens majoritaires sont ***Madracis*** (3,7%) et ***Siderastrea*** (2,7%). Les colonies coralliennes, tous genres confondus, présentent de **nombreuses nécroses** et sont souvent **couvertes de sédiments**. La note moyenne de nécrose des colonies est de 1,23. La note des perturbations sur les colonies de la station est de 0,27.

Les **algues sont les organismes majoritaires avec 52,3%** de la couverture totale. Elles sont principalement constituées de **macroalgues non calcaires** (28,3%), de turf (10,7%) et de macroalgues calcaires (9,7%). Les genres les plus représentés sont ***Dictyota*** (non calcaire) et ***Halimeda*** (calcaire). En 2020, les **cyanobactéries** sont moins abondantes (2,7%) qu'en 2018 et 2019 (4,3% et 3,7% respectivement). Leur présence est notée sur plusieurs zones de substrat nu (sable ou vase).

Le groupe **autres invertébrés benthiques représentent 20,3%** avec **18,7% d'éponges** (presque deux fois plus qu'en 2018) et 1,7% de gorgones. L'espèce d'éponge la plus abondante est ***Pseudoceratina crassa*** (tubes jaunes/violet).

L'état de santé cette station est **mauvais** (note de 4,0).

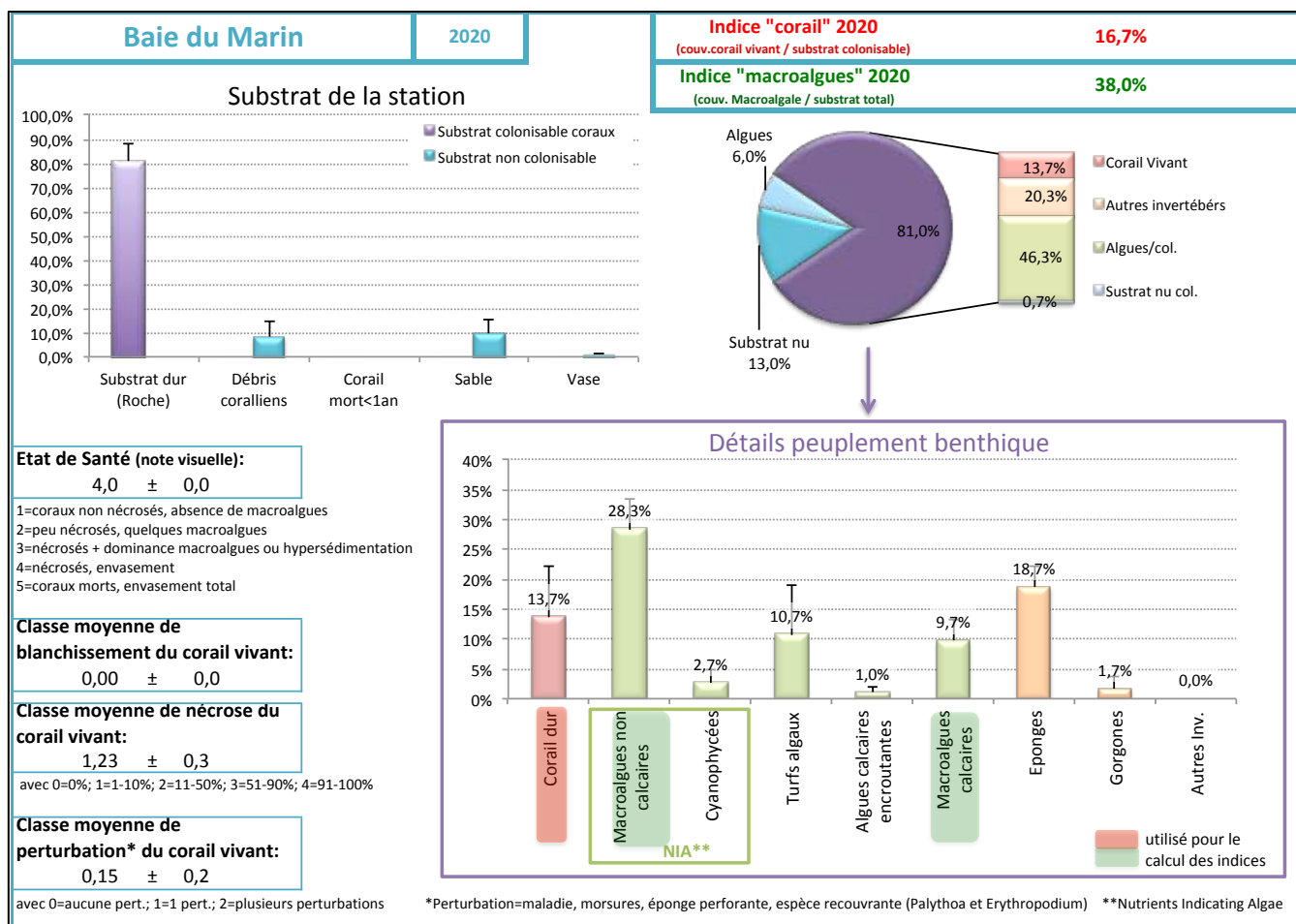


Figure 21 : Proportions des éléments du peuplement benthique et des substrats de Baie du Marin en 2020

- Evolution temporelle (2015 à 2020) des peuplements benthiques

La **couverture corallienne, bien que restant très faible, tend à augmenter depuis 2015**, passant de 6,7% à plus de 13,7% de la couverture totale en 2020. L'amélioration de la couverture est liée à l'augmentation des formes « massives » et des formes « digitées » (Figure 22).

La **couverture algale est fluctuante sur la période 2015-2020**, avec des valeurs plus faibles en 2016 et 2019 (environ 48%) et la plus forte en 2017 (58,7%). L'année 2020 est une année moyenne pour la couverture en algue mais elle est caractérisée par une augmentation des macroalgues molles. Cette augmentation est à surveiller car elle peut indiquer une eutrophisation du site.

La couverture du groupe **autres invertébrés benthiques** augmente de manière progressive depuis 2015, passant de 11,0% en 2015 à 20,3% en 2020. L'augmentation est principalement expliquée par l'extension de la couverture en éponge.

La couverture du substrat abiotique (sable fin et débris coralliens) montre une diminution globale pendant la période 2015-2020, passant de 29,3% en 2015 à 13,7% en 2020. La stabilisation du taux d'envasement est un bon signe pour l'état de santé globale du site. Le substrat abiotique est à surveiller avec attention.

Remarque : Le site Baie du Marin, bien que montrant quelques signes d'amélioration depuis 6 ans est à surveiller avec la plus grande attention. La très faible couverture corallienne, les importantes nécroses, la très forte couverture en macroalgues, l'hypersédimentation, le cumul de pressions anthropiques au niveau de la Baie du Marin sont autant de signes de fragilisation de la station.

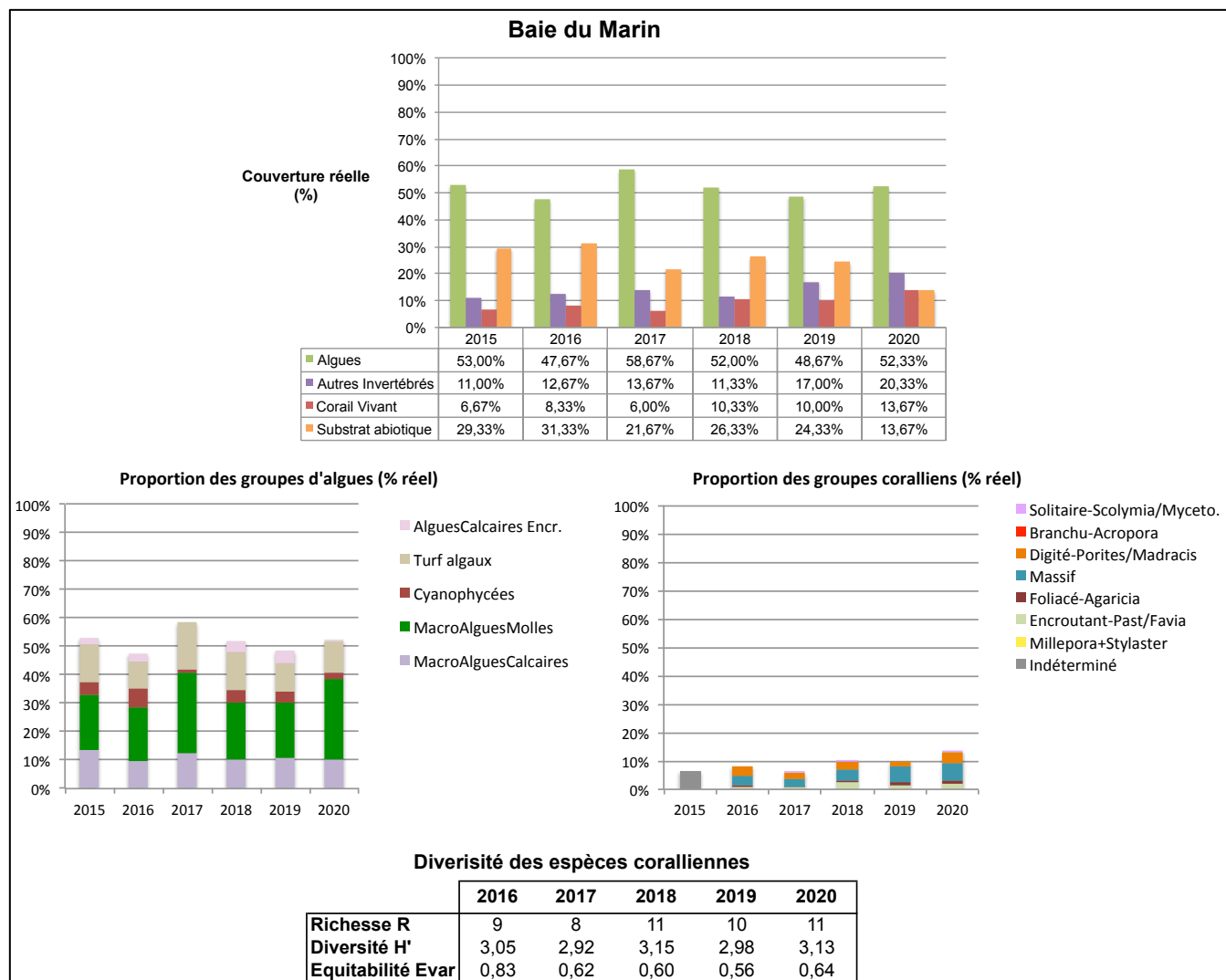


Figure 22 : Evolution du peuplement benthique et des substrats de Baie du Marin : années 2015 à 2020

La densité en oursins était très faible voire quasi inexistante entre 2015 et 2019 (Figure 23). L'année 2020 montre une augmentation de la densité en oursins bien que celle-ci reste très faible avec 0,13 ind.m⁻².

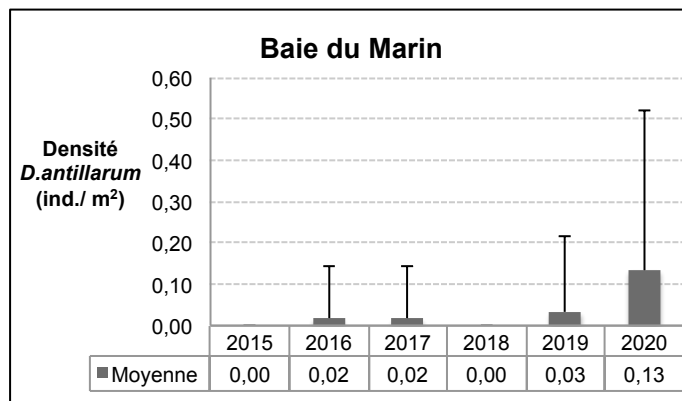


Figure 23 : Densité moyenne des espèces d'oursins à Baie du Marin : années 2015 à 2020

FRJC007 : Ilet à Rats (type 1)

- Description générale

La station Ilet à Rats (IRA) est localisée sur un **petit tombant au vent de l'îlet à Rats** à environ **5 m de profondeur**. La communauté benthique est mixte avec beaucoup de gorgones (surtout aux faibles profondeurs), des coraux et des macroalgues calcaires (*Halimeda*). Le récif est soumis à une **forte sédimentation** et présente de nombreux signes de **dégradation** (nécroses, cyanophycées) et **perturbations** (gorgones et éponges encroûtantes et perforantes). Cette station est pérennisée par un transect de suivi IFRECOR fixe mais en très mauvais état.

- Description du substrat et des peuplements benthiques pour l'année 2020

Au total, **99,3% du substrat de la station Ilet à Rats est colonisé** (Figure 24).

Les **coraux** représentent **37,7% de la couverture totale**. Les taxons majoritaires sont ***Orbicella faveolata*** (12,7%) et ***Orbicella annularis*** (3,7%) et ***Porites astreoides*** (11,3%). De nombreux types de perturbations sont présents sur les colonies : gorgones encroûtantes (*Erythropodium spp.*), éponges perforantes (*Cliona delitrix* et *Siphonodictyon spp.*), cyanobactéries, tâches blanches sur *Orbicella spp.* qui pourraient être des agressions (morsures de poissons ?). La **note des perturbations** sur les colonies de la station est élevée, soit 0,54. La plupart des colonies sont également nécrosées, avec une note moyenne de 1,26.

La couverture des **algues** est équivalente à celle des coraux (37,6%). Parmi celles-ci, le **turf** est le groupe majoritaire (14,7%) suivi par les algues calcaires encroûtantes (7,7%), les cyanophycées (7,7%) et les macroalgues calcaires (6,3%). Les macroalgues calcaires sont essentiellement représentées par le genre ***Halimeda***, observées essentiellement au niveau du transect 6 dont la couverture est majoritairement algale.

La couverture des **cyanobactéries** (7,7%) montre une très forte augmentation par rapport à 2019 (1%). La couverture des macroalgues molles en 2020 (1,3%) est la plus basse des six dernières années.

Les **autres organismes sessiles** représentent 24,0% de la couverture totale avec 17,0% de **gorgones**, 6,0% d'éponges et 1,0% d'autres invertébrés (ascidies et anémones). **L'ophiure invasive *Ophiotela mirabilis*** (Thé de Araujo et al., 2018) a été aperçue sur plusieurs gorgones éventail et arborescentes.

L'état de santé cette station est médiocre (note de 3,2).

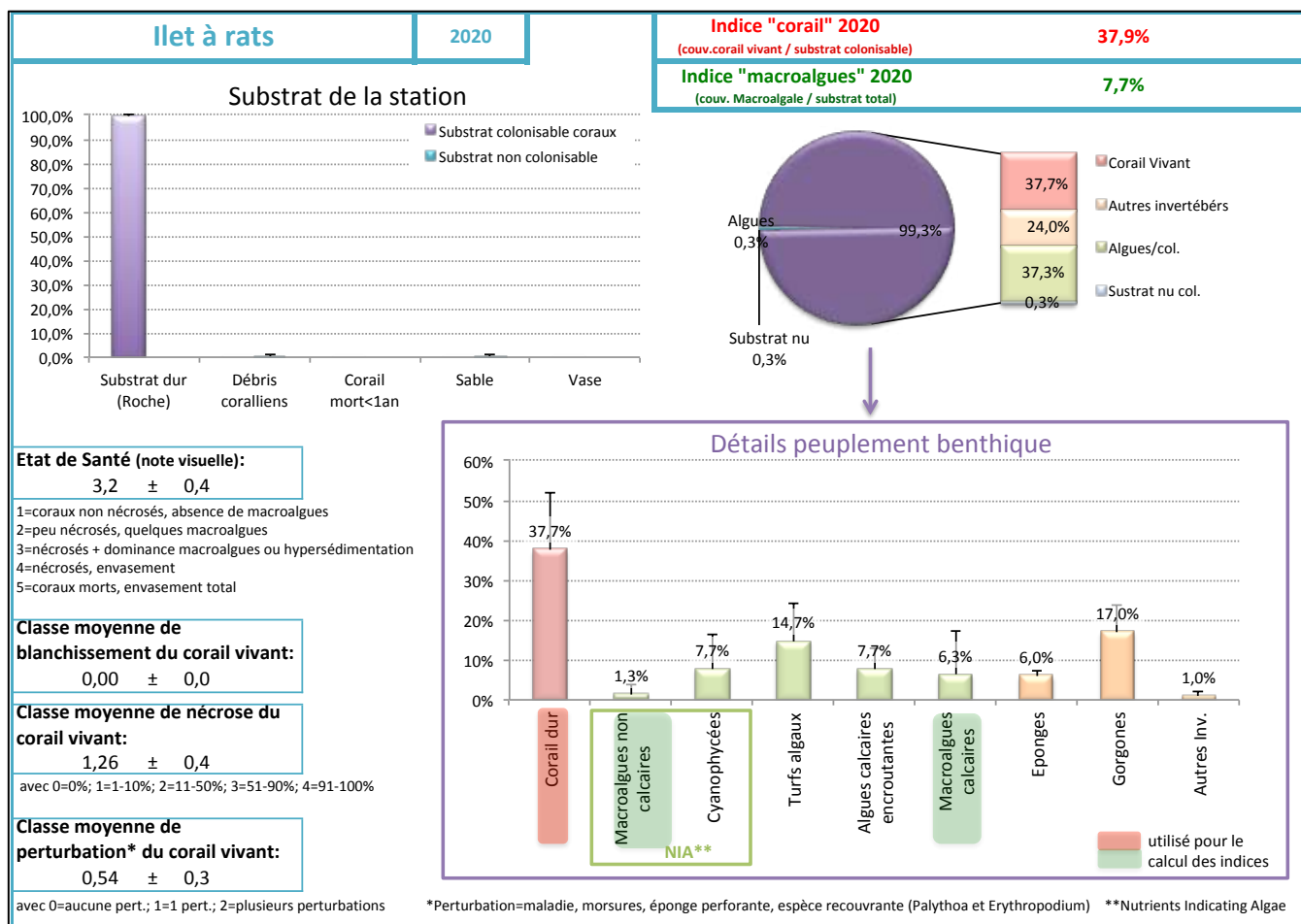


Figure 24 : Proportions des éléments du peuplement benthique et des substrats de Ilet à Rats en 2020

- Evolution temporelle (2015 à 2020) des peuplements benthiques

Pendant la période 2015-2020, les proportions des différents éléments du peuplement benthique et du substrat ont évolué (Figure 25).

La **couverture des coraux** a montré une légère augmentation pendant la période 2015-2020, passant de 31,7 % en 2015 à 37,7% en 2020, avec une période de stagnation entre 2015 et 2017. La répartition des formes coralliennes est stable depuis 2016, sauf pour le groupe *Millepora* et le groupe des foliacés (genre *Agaricia*). dont la couverture a augmentée depuis 2019.

La **couverture en algues** a montré deux tendances au cours de la période 2015-2020. Entre 2015 et 2017, la couverture algale a augmenté, passant de 46,3% à 56,0%. Puis entre 2017 et 2020, la couverture algale a fortement diminué passant de 56,0% à 37,7%. L'année 2020, bien que plus faible en couverture algale montre une **forte abondance en cyanobactéries dont la présence est à surveiller avec attention puisque potentiellement révélatrice d'un enrichissement en nutriments de la station.**

La couverture du groupe **autres invertébrés benthiques** a baissé entre 2015 et 2016, passant de 17,7% à 11,7 %. Depuis 2016 leur couverture montre une augmentation progressive et atteint un maximum en 2020 avec 24,0% de la couverture totale.

Remarque : Il est important de surveiller la sédimentation au sein des tapis de turf afin de vérifier que la forte abondance de ces derniers n'entraîne pas une retenue accrue du sédiment et ainsi un changement durable de l'habitat colonisable par les coraux.

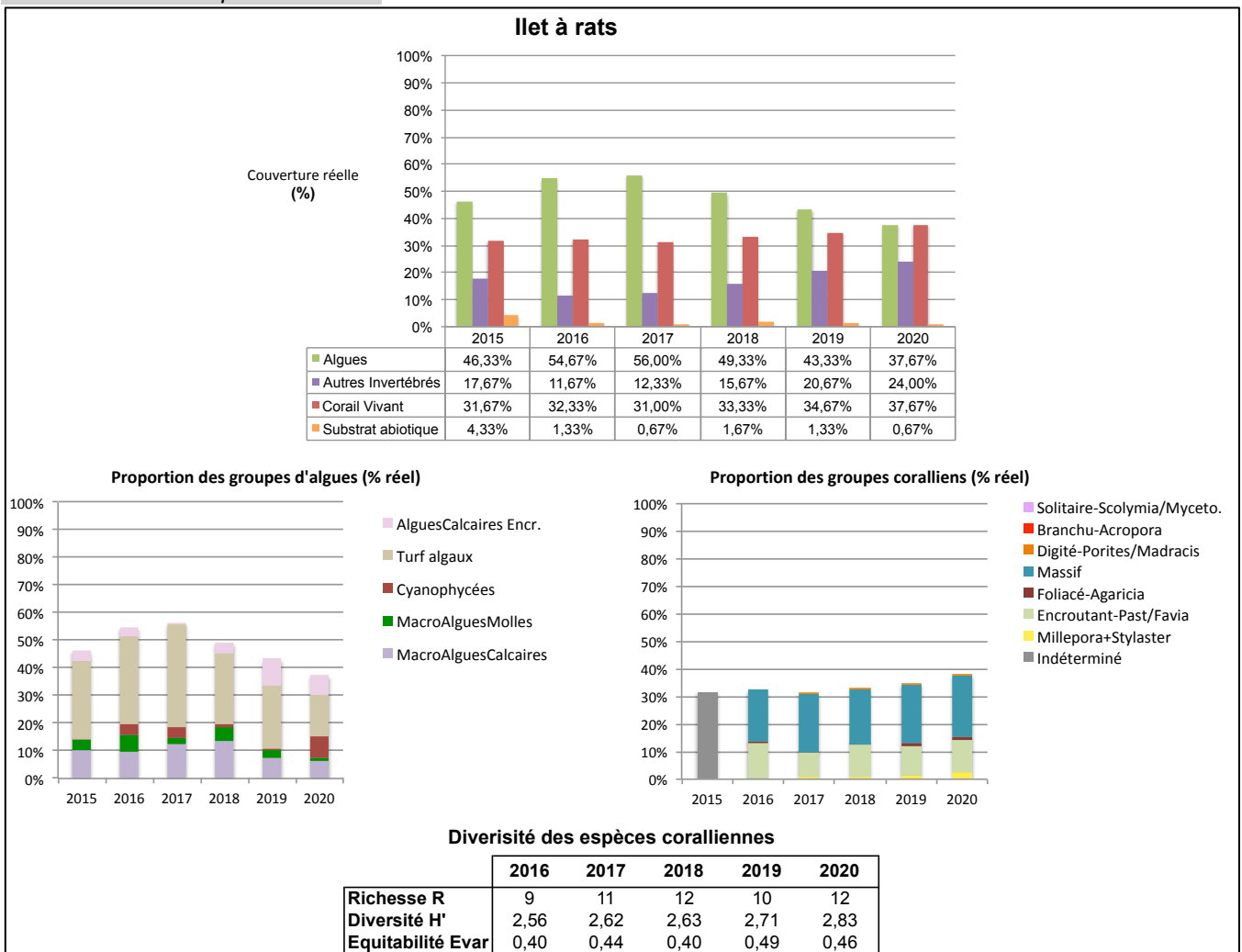


Figure 25 : Evolution du peuplement benthique et des substrats de Ilet à Rats: années 2015 à 2020

La densité en oursins est fluctuante au cours de la période 2015 et 2020 avec des valeurs entre 0,25 et 0,47 ind.m⁻² (Figure 26). L'année 2020 est l'année avec la plus forte densité en oursins.

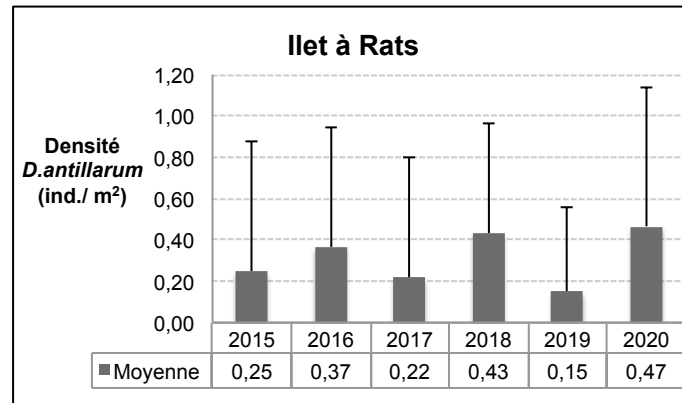


Figure 26 : Densité moyenne des espèces d'oursins à Ilet à Rats : années 2015 à 2020

FRJC013 : Baie du Trésor (type 1)

- Description générale

La station **Baie du Trésor (BTR)** est située en zone de réserve. Il s'agit d'un tombant corallien majoritairement colonisé par des espèces coralliennes au niveau de la partie haute et essentiellement vaseux au niveau de la partie basse. Le transect quant à lui est fixé sur une zone intermédiaire plutôt corallienne à environ 7-8 m de fond. Ce site présente de très grands massifs de Madrace jaune (*Madracis auretenra*) et de Porite (*Porites spp.*), qui peuvent représenter une surface de plusieurs m². Les gorgones éventail sont nombreuses.

- Description du substrat et des peuplements benthiques pour l'année 2020

Au total, 92% du substrat de la station de Baie du Trésor est colonisé (Figure 26). Le substrat non colonisé (8,0%) est essentiellement constitué de vase et de débris coralliens.

Le **corail vivant domine** et représente 54,3% de la couverture totale. Les espèces majoritaires sont *Madracis auretenra* (24,7% de la couverture totale) et *Porites spp.* (*P. astreoides* 6,7% et *P. porites* : 7,7%).

Le site présente une **hypersédimentation** importante et des **nécroses** visibles sur les colonies coralliennes (note de 0,95) et les gorgones. Les **perturbations sur les colonies coralliennes restent modérées**, avec une note de 0,39.

Les **algues** couvrent 24,3% du substrat de la station. Ce sont majoritairement du **turf** (11,0%), des **macroalgues calcaires** (3,7%) du genre *Halimeda* et des algues calcaires encroûtantes (4%). Les **cyanophycées** représentent 4,0% de la couverture, ce qui est non négligeable. Elles forment principalement des plaques sur le sable ou la vase.

Les **invertébrés sessiles**, autres que les coraux, représentent 13,3% du substrat avec 8,7% de gorgones et 4,7% d'éponges.

L'état de santé global de cette station est bon (note de 2,2).

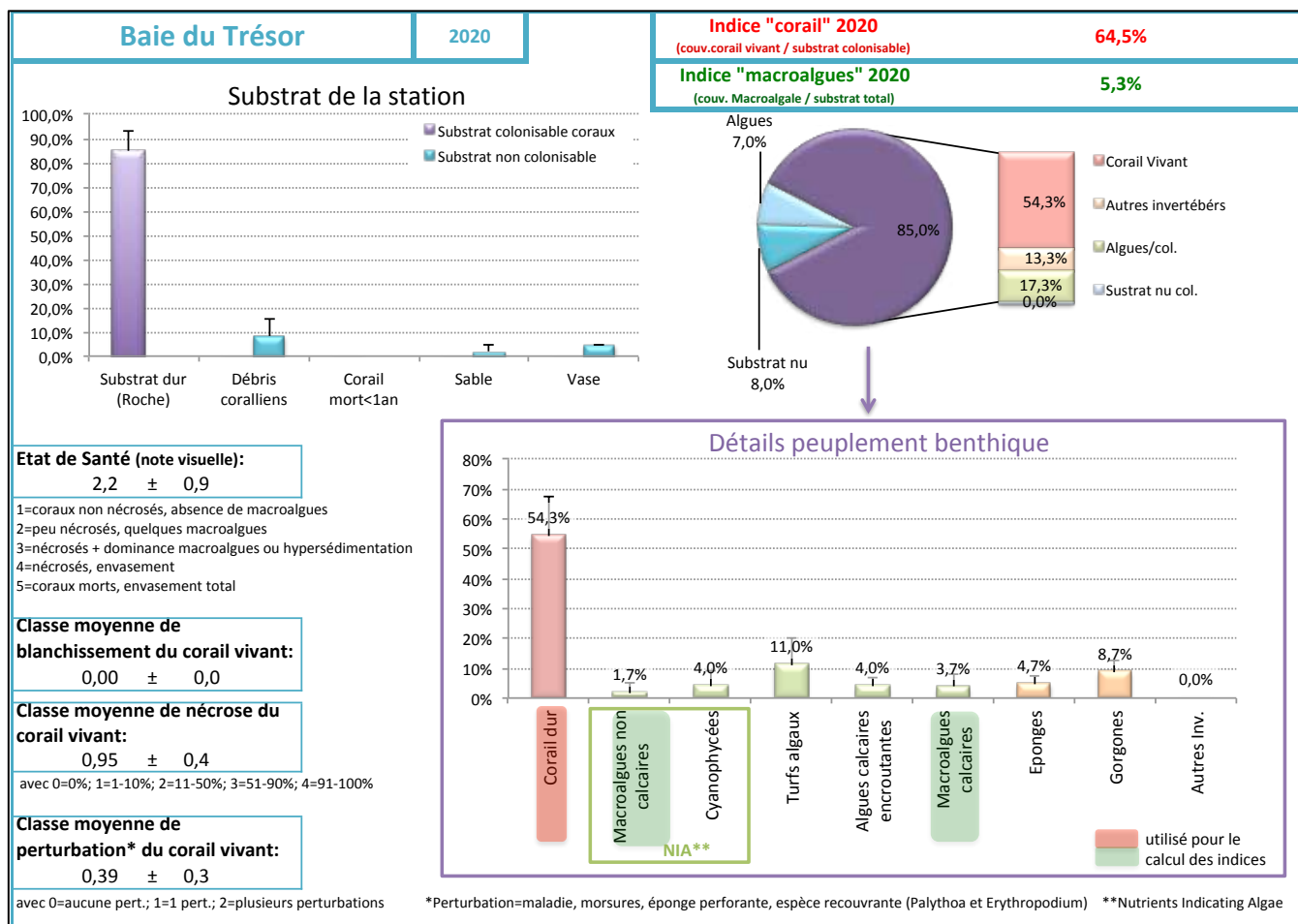


Figure 27 : Proportions des éléments du peuplement benthique et des substrats de la Baie du Trésor en 2020

- Evolution temporelle (2015 à 2020) des peuplements benthiques

Au cours de la période 2015-2020, la couverture des différents éléments du benthos et du substrat a fortement évolué.

La **couverture corallienne** a montré une augmentation presque constante depuis 2015 (sauf pour l'année 2018), passant de 41,3% à 54,3% (Figure 28). Cependant, cette importante couverture corallienne reste vulnérable puisqu'elle est assurée essentiellement par l'espèce *M. auretenra* très fragile aux intempéries et aux casiers de braconnage présents sur la zone.

Les proportions des différentes formes coralliennes sont assez stables durant les six dernières années. Le groupe des foliacés (genre *Agaricia*), présent de manière anecdotique en 2016, tend à voir augmenter son abondance même si ce genre ne représente que 4,2% des espèces coralliennes en 2020.

La **couverture en algue** a montré deux tendances au cours de la période 2015-2020. Elle a augmenté entre 2016 et 2018, passant de 31,7% à 39,7%. Puis entre 2018 et 2020, elle a fortement diminué passant de 39,7% à 24,3%. Cette diminution depuis 3 ans est liée à une baisse de la couverture en turf. En parallèle, depuis 3 ans, la couverture en cyanophycées augmente. Les variations des proportions entre les groupes d'algues sont à surveiller. Une diminution du turf est un signe positif dans un site hypersédimenté et peut être liée à une augmentation de la pression de broutage par les poissons herbivores. Cependant une augmentation des cyanobactéries peut être un signe d'augmentation de la concentration en nutriments (apports terrigènes ou courant océaniques).

La proportion du substrat abiotique non colonisable par les coraux est en diminution légère et constante depuis 2020.

La proportion du groupe **autres invertébrés benthiques**, groupe surtout représenté par les gorgones, a doublée depuis 2018 passant de 6,7% à 13,3%.

*Remarque : La station présente une couverture corallienne fragile car dominée par *Madracis auretenra*. La station est à surveiller avec attention étant donné la couverture en cyanobactéries, l'hypersédimentation et l'année 2018 où l'indice visuel était de 4. Le site semble subir de fortes variations de l'abondance et de la composition du peuplement benthique qui expliquent les variations de l'état de santé.*

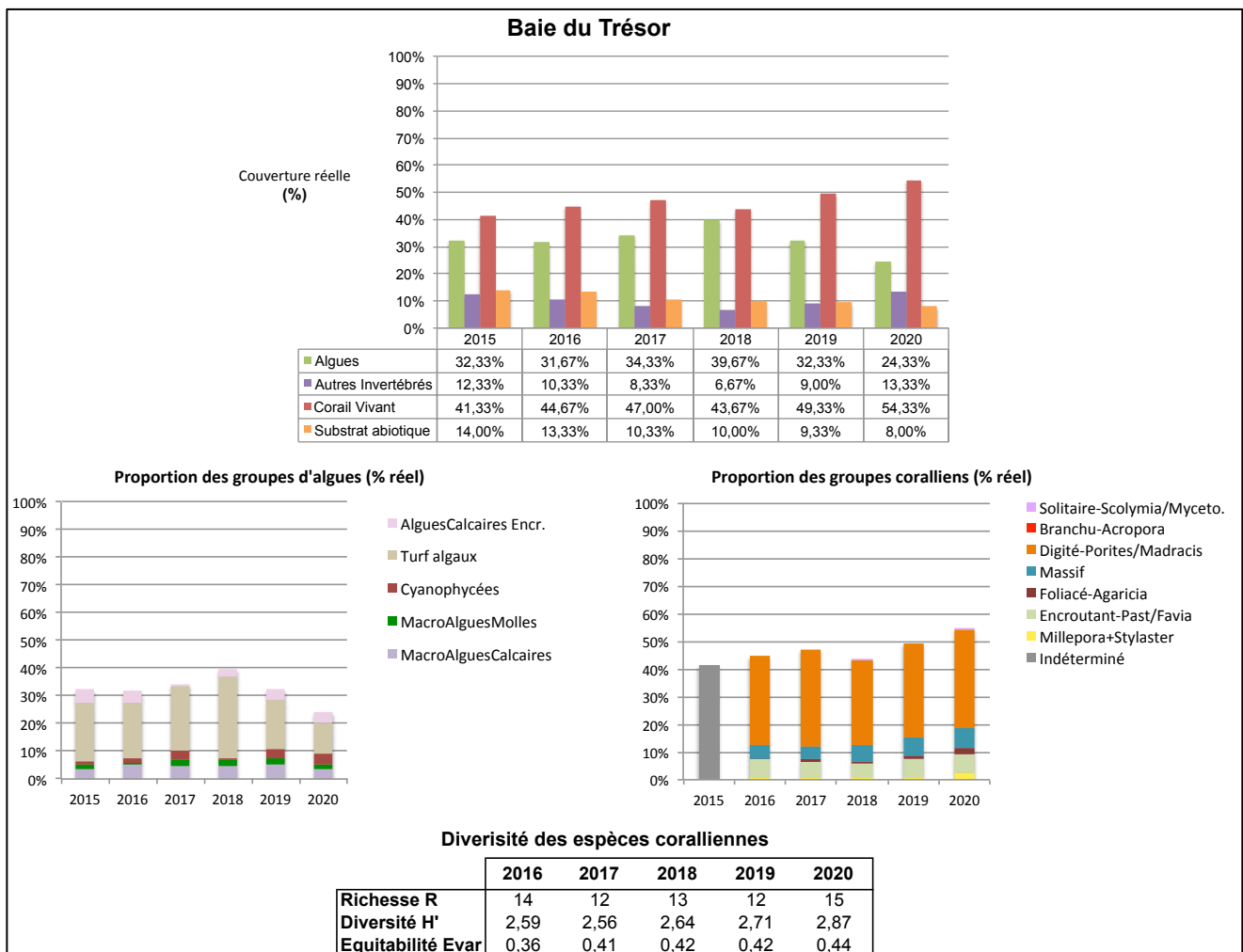


Figure 28 : Evolution du peuplement benthique et des substrats de la Baie du Trésor : années 2015 à 2020

La densité en oursins très faible et stable au cours de la période 2015 - 2020, avec des valeurs proches de 0,05 ind.m⁻² (Figure 29).

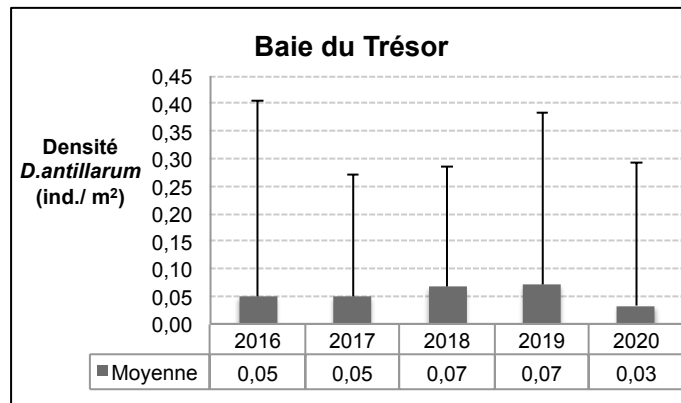


Figure 29 : Densité moyenne des espèces d'oursins à Baie du Trésor : années 2015 à 2020

Type 5 : Côte rocheuse protégée Caraïbes. Il englobe les masses d'eau protégées des houles et vents dominants, sur la façade Nord-Ouest (FRJC002) et Sud-Ouest de la Martinique (FRJC003) en dehors de la baie de Fort-de-France. Le renouvellement des eaux à ce niveau est fort et les houles, généralement d'Est sont très réduites.

FRJC002 : Fond Boucher (type 5)

- Description générale

La **station Fond Boucher (FBO)** est un flanc de falaise qui plonge dans la mer. De nombreuses colonies coralliennes ainsi que des éponges y sont observées. Le site présente des coulées de sable. Cette station est séparée en deux : un premier transect de 30 m localisé entre 2 coulées sableuses, puis un second transect selon le même schéma.

Cette station est pérennisée par un transect de suivi IFRECOR à 7-11 m de fond qui a presque totalement disparu. Seuls subsistent les piquets.

- Description du substrat et des peuplements benthiques pour l'année 2020

Au total, 93,7% du substrat de la station de Fond Boucher est colonisé (**Figure 30**). Le substrat non colonisé (5,3%) est essentiellement constitué de sable et de quelques débris coralliens.

Les **coraux** représentent 36,2% de la couverture totale, les espèces dominantes étant **Porites astreoides** (7,7%), **Agaricia humilis** (6,3%), **Madracis auretenra** (4,7%) et **Porites porites** (3,7%). Les nécroses sont fréquentes sur les colonies et les perturbations sont modérées.

Les **algues** sont les organismes majoritaires avec 36,9% de recouvrement dont 16,7% de **macroalgues non calcaires** (*Dictyota spp.* principalement), 9,7% de **turf** (en forte décroissance depuis 2017) et 7,0% d'algues calcaires encroûtantes. Les cyanobactéries sont présentes sur 2,7% du transect, ce qui représente une forte diminution par rapport à 2019 (8,7%). Elles forment des plaques essentiellement sur le sable et le turf.

Les autres organismes sessiles représentent 21,1%, en forte augmentation par rapport à 2019 (7,7%). Les organismes majoritaires sont les **éponges** (10,3%) et les **gorgones** (10,3%). Diverses formes d'éponges sont observées, avec une dominance de l'éponge barrique *Xestospongia muta*. La couverture en **gorgone** a augmenté par rapport à 2019 (1%), principalement expliqué par la colonisation de la gorgone *Erythropodium caribaeorum*.

L'état de santé global de cette station est bon (note de 2,0).

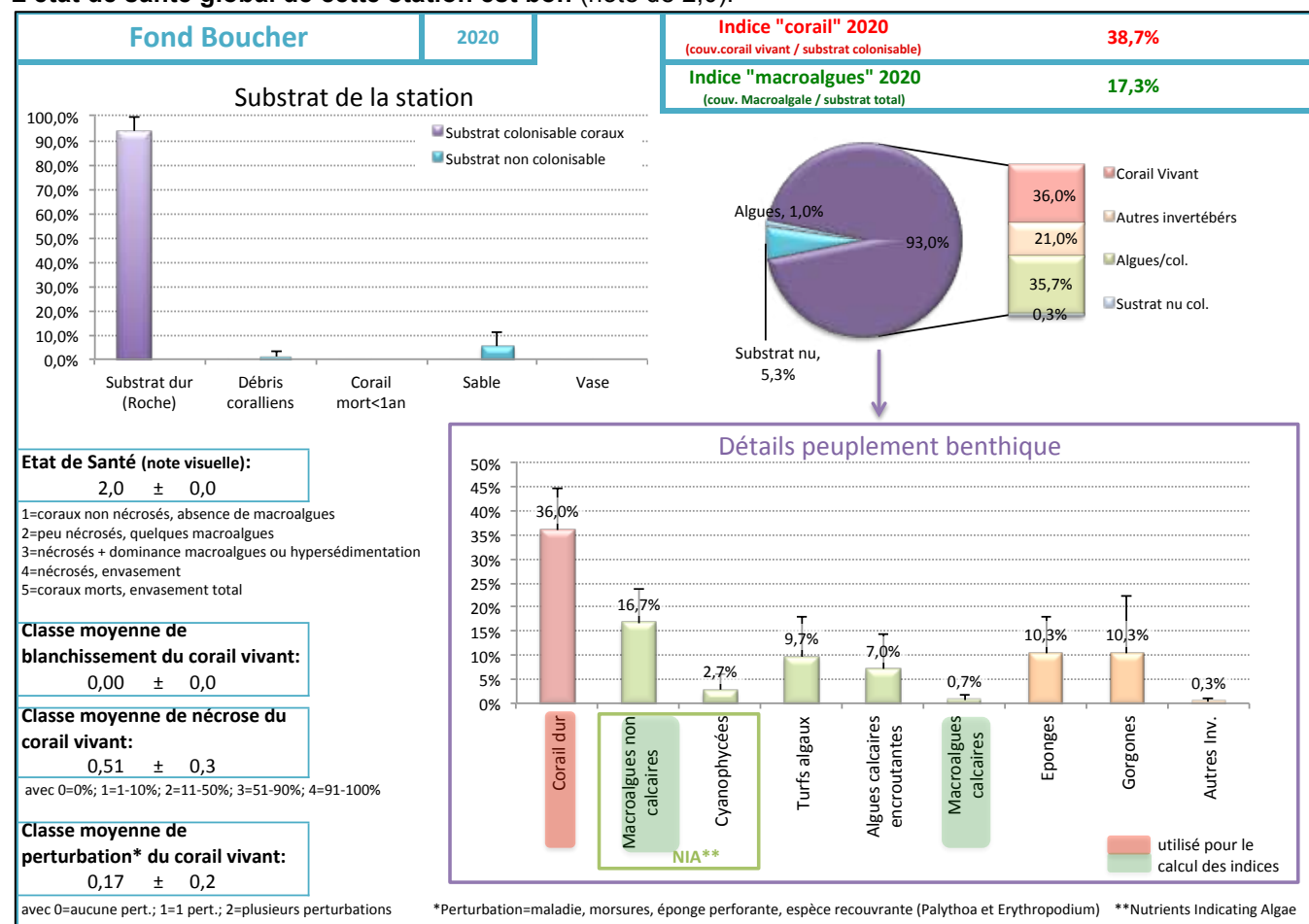


Figure 30 : Proportions des éléments du peuplement benthique et des substrats de Fond Boucher en 2020

- Evolution temporelle (2015 à 2020) des peuplements benthiques

Au cours de la période 2015-2020, la couverture des différents éléments du benthos et du substrat a fortement évolué (Figure 31).

La **couverture corallienne** a stagné entre 2015 et 2018, puis a fortement augmenté depuis 2018, passant de 22,6 à 36% en 2020. Cette augmentation est principalement liée à l'augmentation de la couverture des formes digitées (*P.porites*, *Madracis spp.*), des formes foliacées (e.g. *A. humilis*) et des formes encroûtantes. Il faut noter la présence de plusieurs colonies d'*Agaricia lamarcki* sur le transect. Les deux dernières années montrent une augmentation de la diversité spécifique coralliennes avec 14 espèces en 2020 contre 11 espèces en 2018.

La **couverture algale** montre deux tendances pendant la période 2015-2020 : une augmentation entre 2015 et 2018 passant de 39,3% à 57,3%, puis une diminution plus importante entre 2018 et 2020, passant de 57,3% à 36,7%. Les proportions des groupes ont évoluées avec, depuis 2017, une baisse de la proportion en turf contre une augmentation en cyanophycées (sauf en 2020) et en macroalgues molles. Cette tendance peut indiquer un changement de la qualité du milieu, difficilement interprétable dans la mesure où le caractère indicateur du genre *Dictyota*, qui forme l'essentiel des macroalgues molles, n'est pas connu. La couverture en turf n'est pas corrélée à la densité d'oursins, puisqu'en 2017 les deux paramètres présentaient des valeurs maximales.

La couverture du groupe **autres invertébrés benthiques** a diminué pendant la période 2015-2019, pour connaître un rebond en 2020 et dépasser la couverture de 2015.

Remarque : la diminution marquante de la couverture algale est corrélée à l'augmentation de la couverture des coraux. Cette tendance pourrait indiquer une amélioration de l'état écologique du site, noté à 2,0 en 2020.

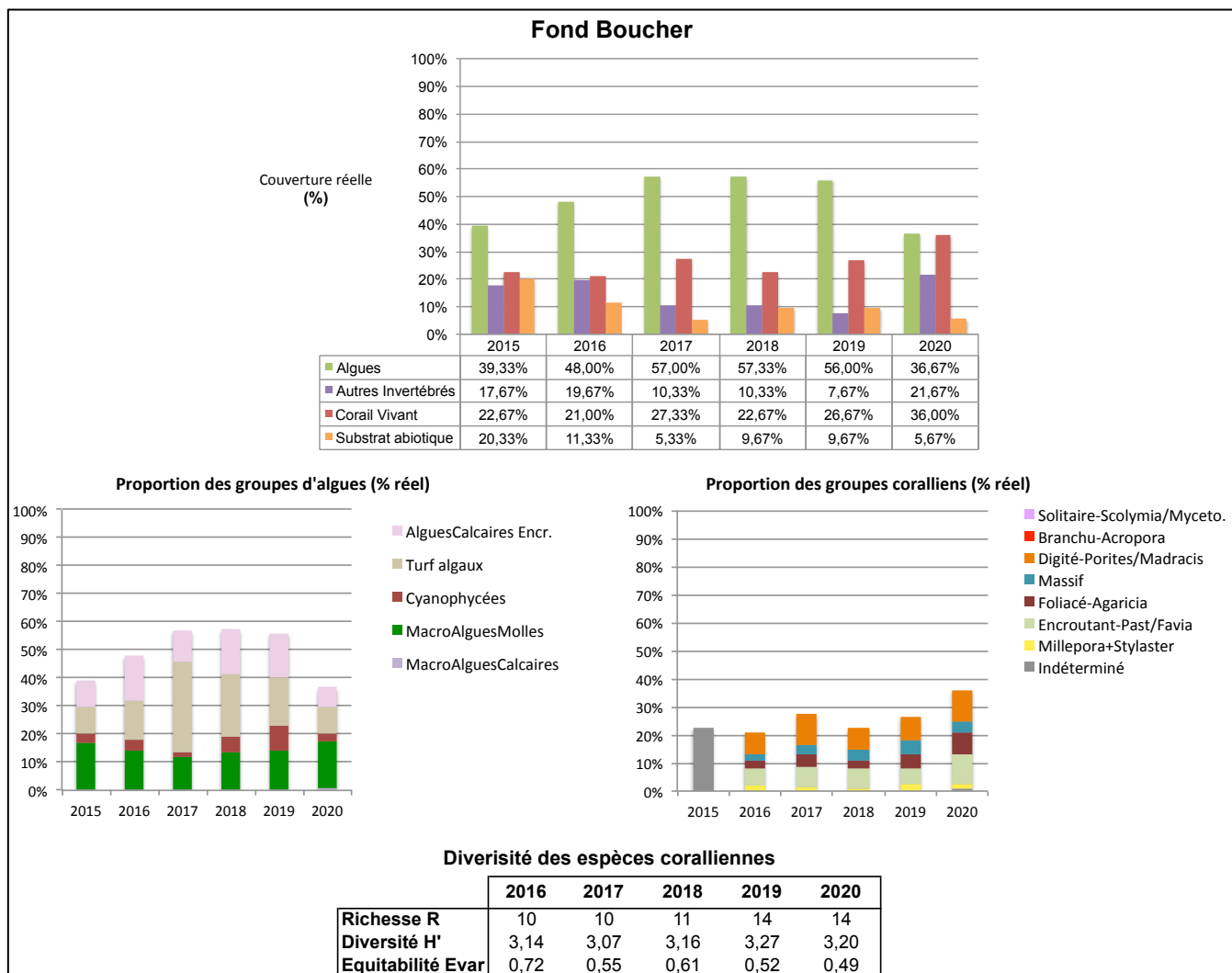


Figure 31 : Evolution du peuplement benthique et des substrats de Fond Boucher: années 2015 à 2020

La densité en oursins est forte et a augmenté au cours de la période 2015-2020, passant de 1,50 ind.m⁻² en 2015 à 2,22 ind.m⁻² en 2020 (Figure 32).

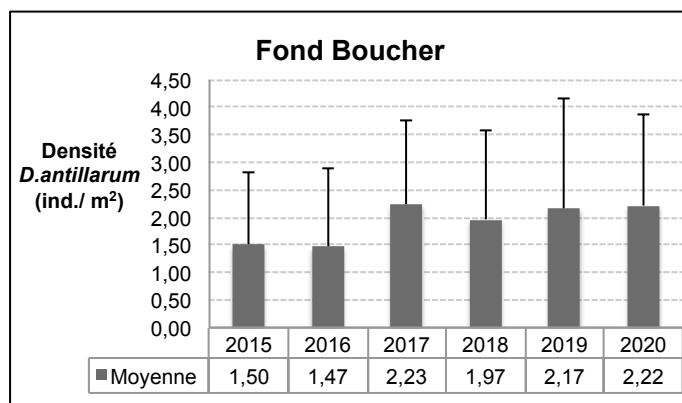


Figure 32 : Densité moyenne des espèces d'oursins à Fond Boucher : années 2015 à 2020

FRJC003 : Cap Salomon (type 5)

- Description générale

La station **Cap Salomon (CSA)** est composée d'un champ de gros éboulis rocheux sur 9 m de profondeur. Le site n'est pas composé de communautés coralliennes bioconstruites, mais d'espèces majoritairement encroûtantes qui se développent sur les blocs rocheux. Ce site, très fréquenté par les plongeurs, est caractérisé par un fort hydrodynamisme (courant très fréquent).

- Description du substrat et des peuplements benthiques pour l'année 2020

Au total, **88,0% du substrat de la station Cap Salomon est colonisé** (Figure 33). Le **substrat non colonisé** (colonisable ou non par les coraux) (**12,0%**) est pour moitié composé de roche nue, et pour l'autre moitié constitué de sable et de quelques débris coralliens non colonisables.

Les **coraux** représentent 28,0% de la couverture totale de la station et le genre **Millepora** (corail de feu) est majoritaire (13,0%). Les coraux de cette station-sont globalement peu nécrosés et peu perturbés.

Les **algues** représentent 33,7% de la couverture totale : 17,7% de turf, 8,0% de macroalgues non calcaires (ces deux derniers groupes en augmentation par rapport à 2019) et 7,7% d'algues encroûtantes.

Le groupe **autres invertébrés benthiques** (26,3%) est essentiellement composé d'**éponges encroûtantes**. Elles représentent 25,0% de la couverture totale, ce qui est une couverture inhabituellement élevée pour des éponges et typique de ce site.

Le substrat nu colonisable, ici de la roche nue, représente 5,3% de la couverture. Il est souvent difficile de voir si cette roche de couleur grisâtre est nue car elle présente des zones plus claires qui semblent être des traces de colonisation ancienne par des algues calcaires encroûtantes ou par le corail encroûtant du genre *Millepora*. La couverture en lien avec ces trois groupes (roche nue, AC, *Millepora*) peut donc entraîner une variabilité interannuelle de leurs catégories respectives.

L'état de santé global de cette station est bon (note de 1,7).

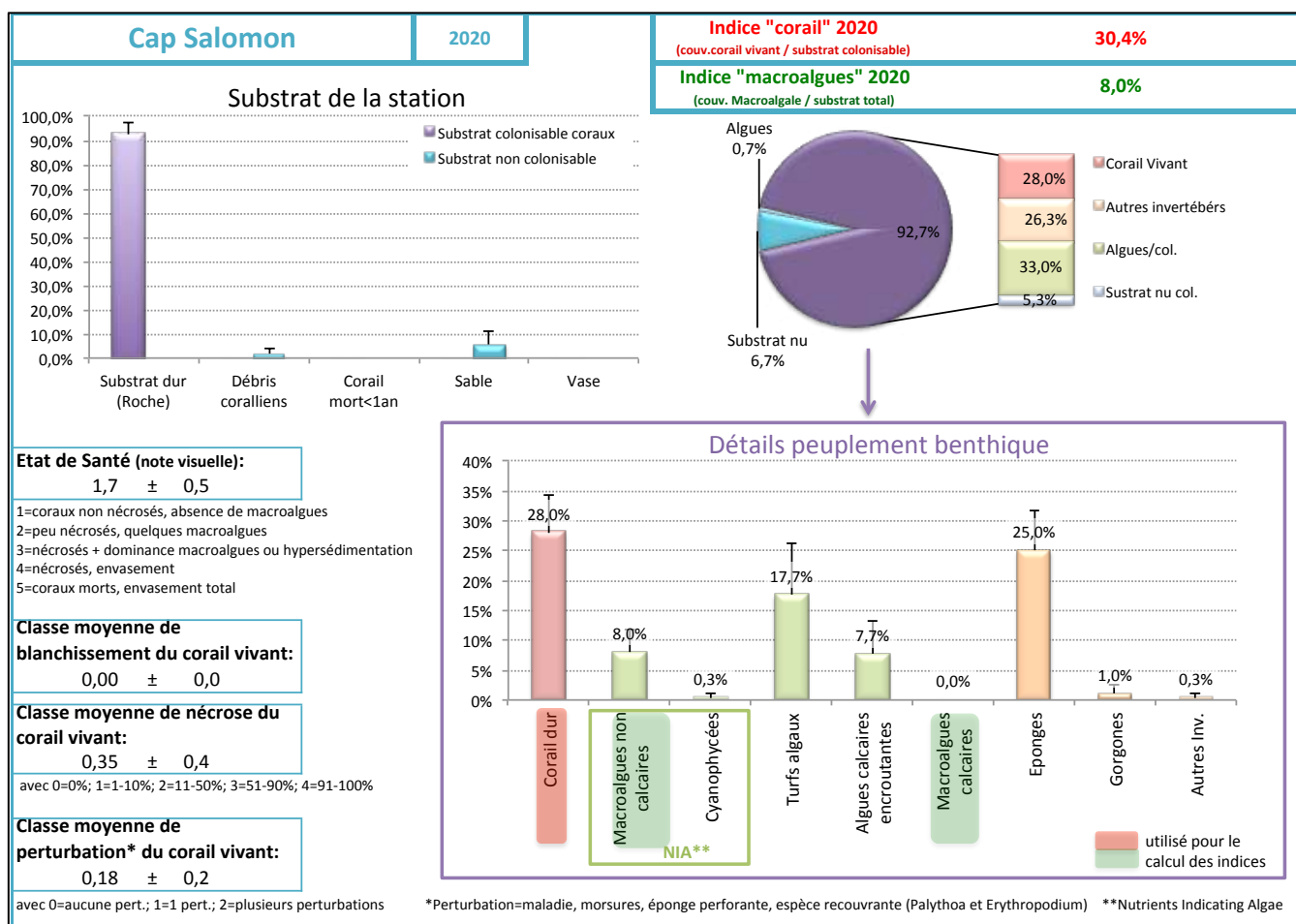


Figure 33 : Proportions des éléments du peuplement benthique et des substrats de Cap Salomon en 2020

- Evolution temporelle (2015 à 2020) des peuplements benthiques

Pendant la période 2015-2020, la proportion des différents éléments du benthos et du substrat a fluctué (Figure 34). Ceci est notamment lié à une variabilité interannuelle importante de la couverture des **algues calcaires encroûtantes, du turf, du genre de corail *Millepora* et de substrat dur « nu »**. Ces éboulis semblent être régulièrement « nettoyés » (pressions potentielles : qualité de l'eau, abrasion, fort hydrodynamisme, forte pression des herbivores ou des prédateurs, roulement des blocs). La surface de substrat mise à nue peut être colonisée par des algues calcaires encroûtantes qui deviennent des plaques blanches calcifiées (noté comme substrat dur « nu »). Un biais observateur peut également être considéré, étant donné les difficultés de distinction mentionnées plus haut.

La **couverture corallienne** a peu évolué au cours de la période 2015-2020. La couverture des formes massives montre une augmentation 2020 tandis que la couverture du genre *Millepora* est stable. L'année 2020 montre la plus grande diversité corallienne avec 13 espèces contre moins de 11 espèces pour les autres années.

Les **algues montrent** une variabilité interannuelle importante, fluctuant entre 18 et 33,7 %, au cours de la période 2015-2020. Il faut noter une augmentation significative de la couverture en turf et en macroalgues molles en 2020 et une diminution de moitié des algues calcaires encroûtantes entre 2017 et 2018, avec une stabilité depuis 2018.

Sur ce site, les éponges sont le deuxième groupe d'organisme le plus abondant (25,0%), en compétition directe pour le substrat avec les coraux.

Remarques :

- L'état général du site est bon mais la forte variabilité de la couverture des peuplements benthiques et du substrat montre qu'une attention particulière doit être portée à l'évolution du site et aux pressions qui entraînent ces fluctuations.

- Une calibration inter-opérateurs, réalisée avant chaque suivi, est donc essentielle pour cette station pour limiter les variabilités liées à l'interprétation de la colonisation de la roche par les algues calcaires.

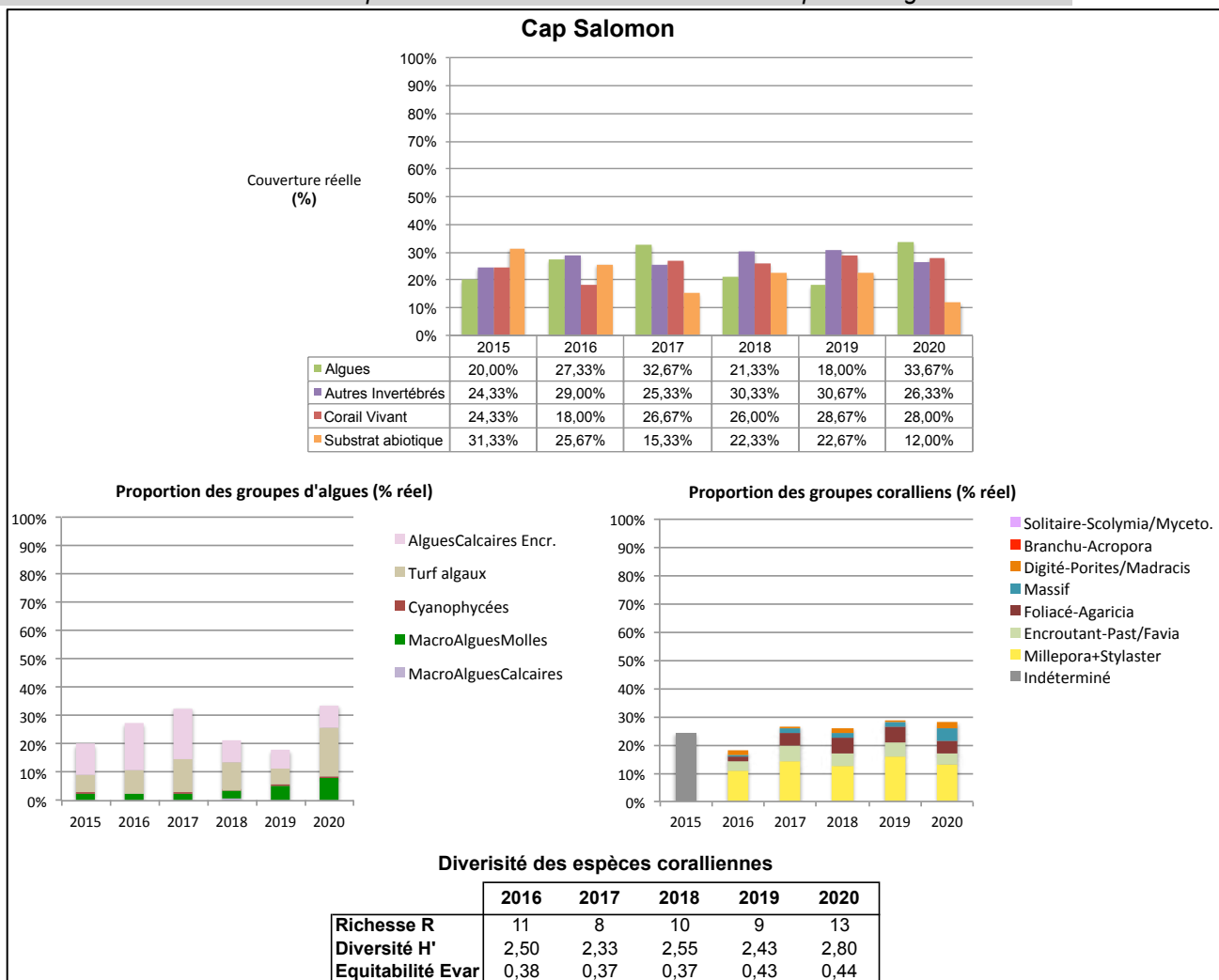


Figure 34 : Evolution du peuplement benthique et des substrats de Cap Salomon: années 2015 à 2020

La densité en oursins est forte à Cap Salomon et a fluctué au cours de la période 2015-2020, entre 2,23 ind.m⁻² et 4,43 ind.m⁻² (Figure 35). En 2020, la densité en oursins est moyenne avec 2,95 ind.m⁻².

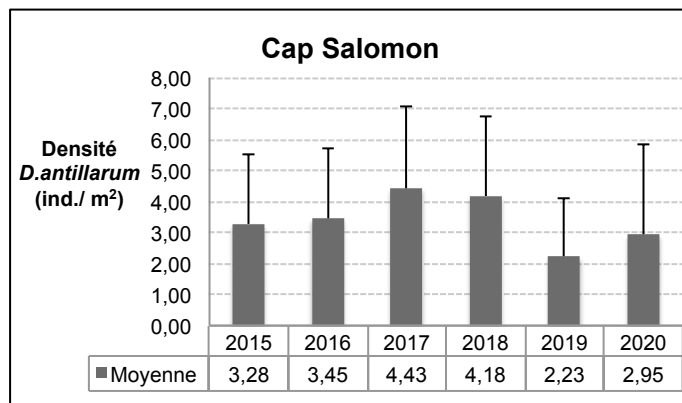


Figure 35 : Densité moyenne des espèces d'oursins à Cap Salomon : années 2015 à 2020

Type 6 : Récifs frangeants et lagons atlantiques. Il concerne les masses d'eau côtières du sud Martinique (FRJC009, 017 et 018) pour lesquelles le renouvellement des eaux et la houle sont fortes.

FRJC018 : Caye d'Olbian (type 6)

- Description générale

La station **Caye d'Olbian (COL)** est localisée à 11 m de fond sur un « plateau » du récif frangeant (zone bioconstruite) de la Baie du Diamant. Caye d'Olbian présente le meilleur état de santé des stations suivies dans le cadre de la DCE récifs coralliens. Cette station IFRECOR n'est suivie dans le cadre DCE que depuis 2015. Elle n'est pas matérialisée par un transect pérenne type IFRECOR mais seulement par quelques piquets légers type DCE qui ont été posés en 2015 pour « pérenniser » spatialement cette station.

- Description du substrat et des peuplements benthiques pour l'année 2020

Au total, **94,3% du substrat de la station Caye d'Olbian est colonisé** (Figure 36). Le **substrat non colonisé (5,7%)** est essentiellement constitué de débris coralliens et de sable.

Les **coraux** sont les organismes dominants et représentent 68,0% de la couverture totale de la station. Cette station possède la plus importante couverture corallienne observée au sein des stations DCE. Les espèces majoritaires sont ***Madracis auretenra*** (18,3%), le genre ***Orbicella*** (20,0%) et le genre ***Porites*** (10,7%) mais de nombreux autres taxons sont présents dans de plus faibles proportions. La richesse spécifique en coraux est la plus forte de tous les sites suivis avec 20 espèces inventoriées. Quelques nécroses ont été observées (note moyenne : 0,72), ainsi que quelques perturbations sur les coraux, dont l'agression des colonies d'***O. faveolata*** par un gastéropode, vraisemblablement ***Corallophyllia abbreviata*** (Bouchon et Bouchon, 2017).

Les **algues** représentent 25,4% de la couverture du substrat avec 12,0% d'**algues encroûtantes calcaires**, 7,7% de macroalgues non calcaires (presque exclusivement du genre ***Dictyota***) et 5,3% de turf algal. Les cyanobactéries représentent 0,3% en 2020, soit légèrement moins qu'en 2018 et 2019.

Les autres invertébrés sessiles (1,0%) sont représentés quasi-exclusivement par les éponges (0,7%).

L'état de santé global de cette station est très bon (note de 1,0).

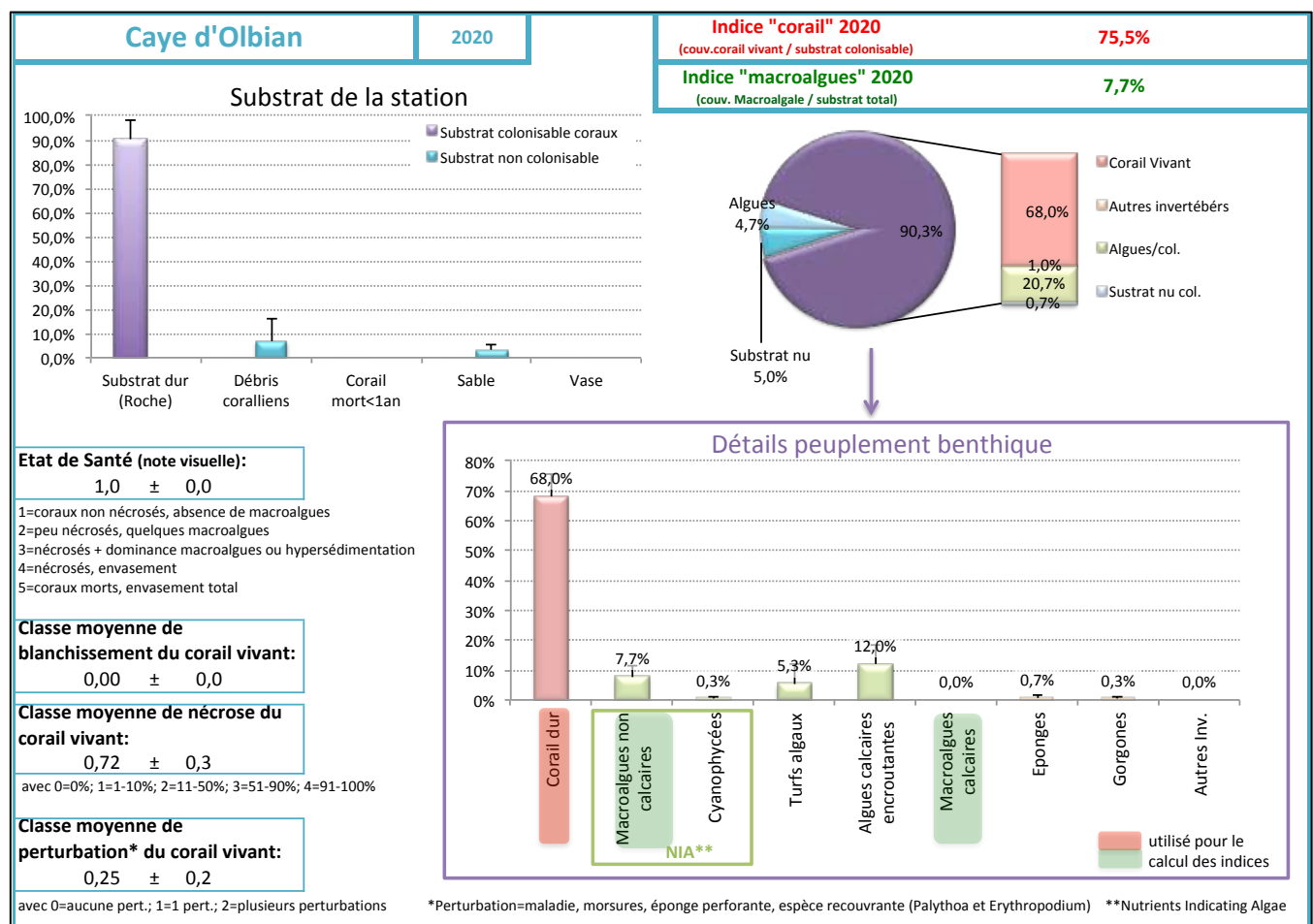


Figure 36 : Proportions des éléments du peuplement benthique et des substrats de Caye d'Olbian en 2020

- Evolution temporelle (2015 à 2020) des peuplements benthiques

Depuis 2015, la couverture corallienne montre une fluctuation interannuelle (Figure 37). Les groupes coralliens montrent très peu de variations depuis 2015 sauf pour 2 groupes. Le groupe des foliacés (e.g. genre *Agaricia*) montre une augmentation en 2019 confirmée en 2020. Le groupe *Millepora/Stylaster* est observé en 2020 avec une faible proportion (2,00%). La richesse spécifique des coraux a augmenté depuis 2017 passant de 15 à 20 espèces de coraux répertoriés

La couverture en algues est relativement stable depuis 2015 oscillant entre 20,7% et 27,3%, l'année 2020 étant une année moyenne. Les proportions des groupes d'algues ont également fluctué sans tendance marquante. Il peut être remarqué que les cyanophycées dont la présence était non négligeable en 2018 et 2019 sont quasi inexistantes en 2020 au sein des transects.

Le substrat abiotique non colonisable, constitué de débris coralliens et de sable, est en baisse depuis 2015, passant de 11,7% à 5,7% en 2020. Les débris coralliens, constitués sur ce site de branches de *M. auretenra* et *P. porites* mortes, ont pu être recouverts par la croissance de nouveau rameaux de ces deux espèces.

Remarque : la qualité environnementale de ce site est à surveiller avec attention du fait des signes de maladies sur les colonies d'*Orbicella* et de la présence, même faible, des cyanophycées. Ces facteurs indiquent que le site est soumis à des pressions qui peuvent entraîner une réduction de la couverture corallienne, jusqu'ici très élevée.

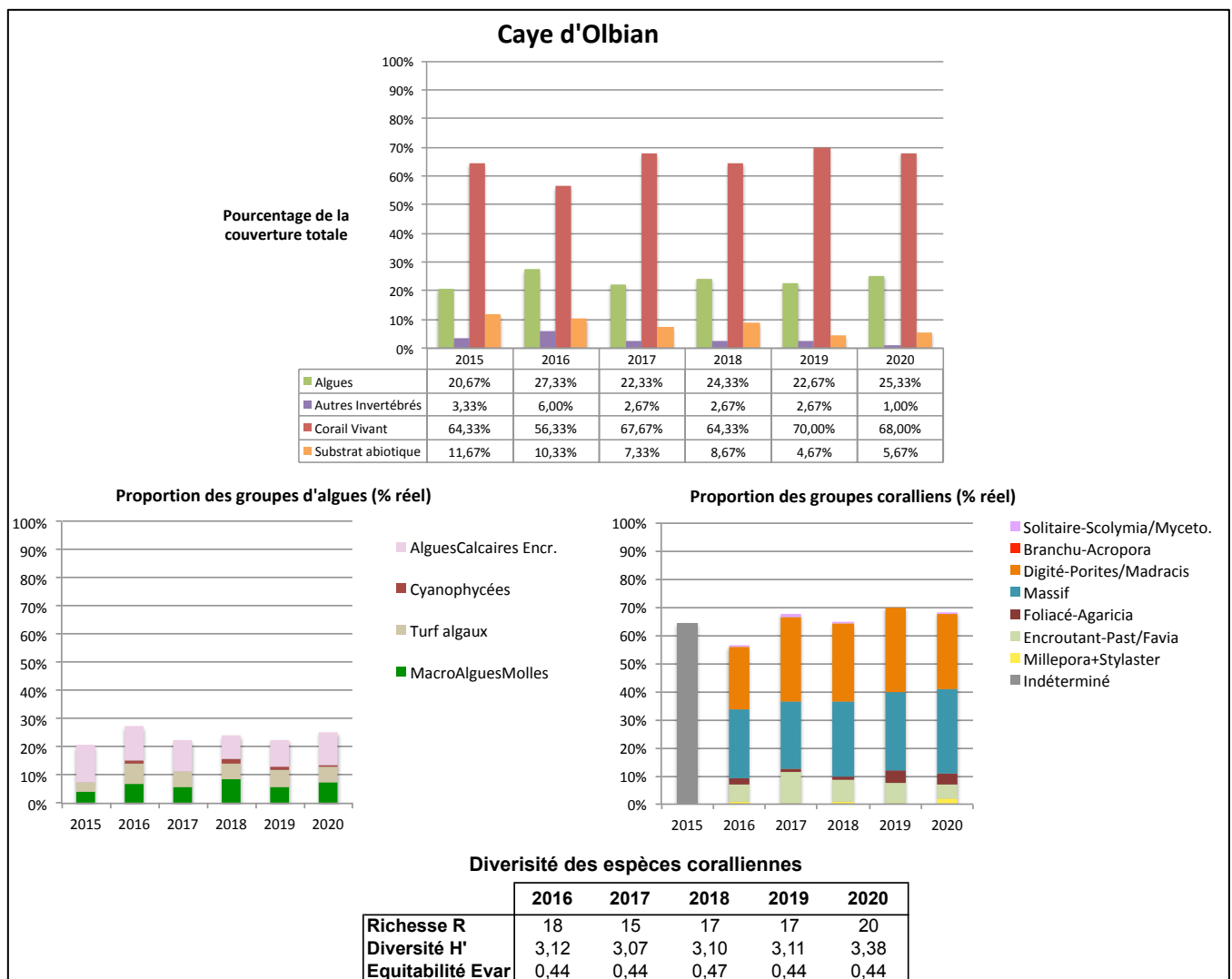


Figure 37 : Evolution du peuplement benthique et des substrats de Caye d'Olbian : années 2015 à 2020

La densité en oursins est relativement forte à Caye d'Olbian mais présente une tendance générale à la baisse au cours de la période 2015-2020, passant de 1,50 ind.m⁻² à 1,17 ind.m⁻² en 2020 (Figure 38).

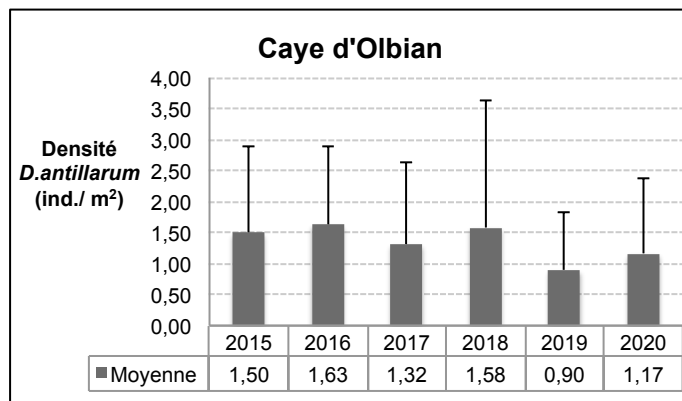


Figure 38 : Densité moyenne des espèces d'oursins à Caye d'Olbian : années 2015 à 2020

FRJC017 : Corps de Garde, Pointe Borgnesse et Jardin Tropical (type 6)

Les trois stations, bien que localisées au sein de la même masse d'eau (FRJC017), possèdent des peuplements benthiques et des caractéristiques différentes.

FRJC017-a : Corps de Garde

- Description générale - Corps de Garde

La station **Corps de Garde (CGA)** est localisée sur un plateau en bordure de tombant à 10-11 m de fond et semble dans son ensemble assez homogène. Corps de Garde présente d'importants massifs d'*Orbicella annularis* sur certaines zones.

- Description du substrat et des peuplements benthiques pour l'année 2020

Au total, **79,6% du substrat de la station Corps de Garde est colonisé** (Figure 39). Le **substrat non colonisé (20,4%)** est essentiellement constitué de sable et dans une moindre mesure de roches non colonisées et de débris coralliens.

Les coraux représentent 43,7% de la couverture totale et les genres *Orbicella* (12,0%) et *Porites* (8,0%) sont dominants. Les espèces *O. annularis* et *P. astreoides* représentent toutes deux 6,7% de la couverture totale. Les colonies de ce site sont moyennement nécrosées (note inférieure à 1) mais présentent divers types de perturbations tels que le recouvrement par *Palythoa caribaeorum*, *Erythropodium caribaeorum*, et la colonisation par l'éponge perforante Clione. Les perturbations sont diverses mais le nombre de colonies touchées est modéré puisque la note de perturbation reste faible (0,14).

La proportion en algues est de 26,3%. Le peuplement algal est constitué de 15,7% de **turf** et de 8,3% d'algues encroûtantes calcaires. Les macroalgues identifiées appartiennent exclusivement au genre *Dictyota*.

Les autres invertébrés représentent 9,7% du substrat total avec 5,7% d'**éponges**, 3,3% de gorgones et 0,7% d'autres invertébrés (le zoanthaire *Palythoa caribaeorum*). Parmi les éponges, les **Cliones** représentent plus de la moitié des observations (en particulier *Cliona caribbea* qui est un taxon perforant qui recouvre et entraîne la mort du corail).

L'état de santé global de cette station est bon (note de 2,0).

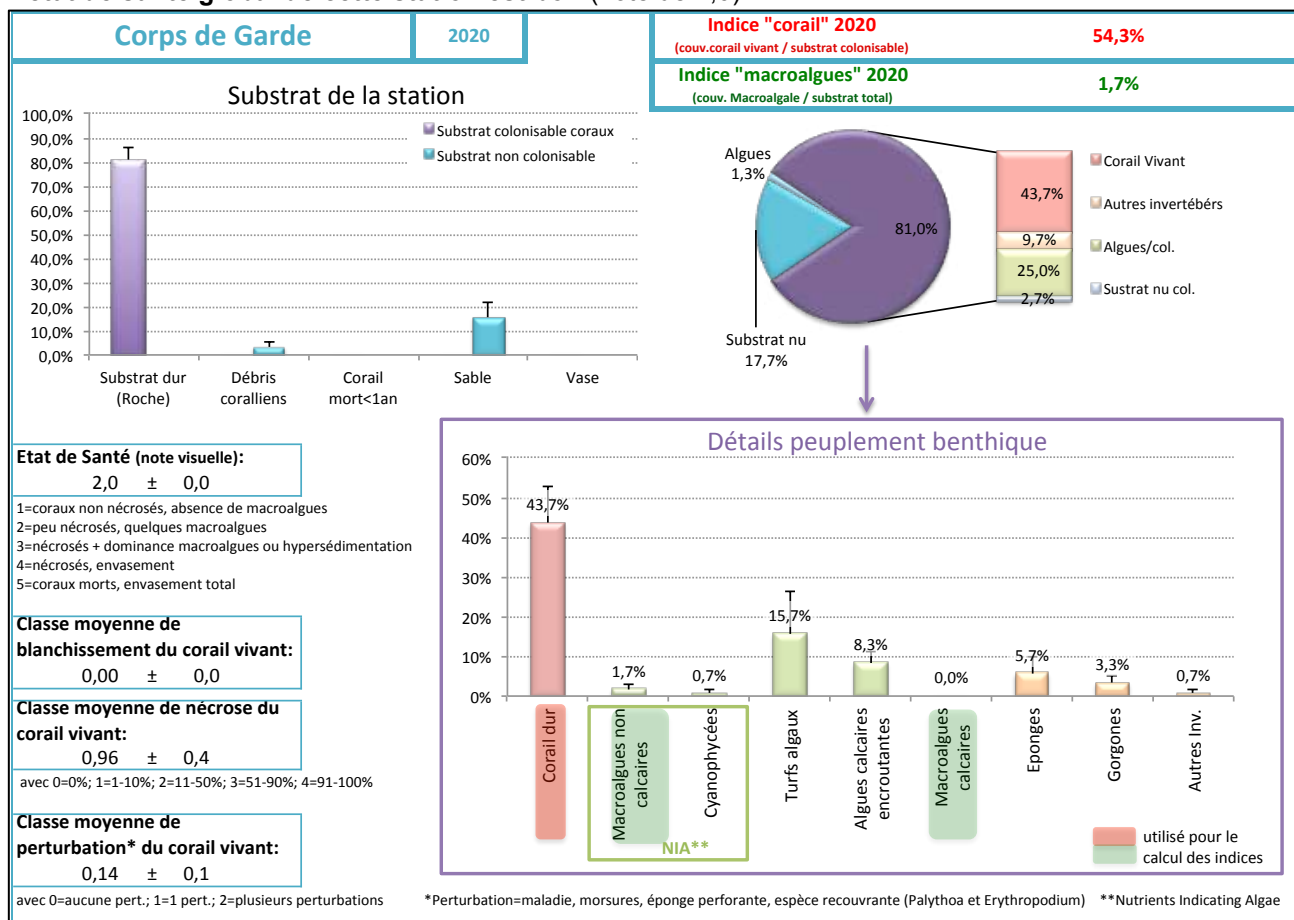


Figure 39 : Proportions des éléments du peuplement benthique et des substrats de Corps de Garde en 2020

- Evolution temporelle (2015 à 2020) des peuplements benthiques

La couverture corallienne qui était stable en 2015 et 2016 (environ 34%), a nettement augmenté (+ 8%) en 2017 et reste stable depuis cette année (Figure 40). L'année 2020 confirme cette tendance depuis 2017 avec une couverture corallienne de 43,7%. Le pourcentage de chacun des groupes coralliens est assez stable depuis 2016 avec cependant un doublement depuis 3 ans des formes digitées passant de 3 à 6%. La diversité spécifique des espèces coralliennes est relativement haute pendant la période, oscillant entre 15 et 20 espèces observées sur le transect.

Depuis 2015, la couverture algale est en légère diminution sur le site passant de 29,7% à 26,3 % en 2020. La proportion des différents groupes algaux présente de faibles oscillations sur la période avec cependant une légère diminution de la couverture en turf depuis 2017 passant de 20 à 16 % de la couverture totale. Il est important de remarquer la présence constante mais faible de cyanophycées sur les transects.

La couverture des autres invertébrés a doublé depuis 2015, passant de 4,7 % à 9,7% en 2020.

Remarque : Le site est en relativement bon état de santé avec une note de 2,0 et une couverture corallienne qui a augmenté. Il faut cependant surveiller avec attention la présence de Cliones et l'occurrence de différentes perturbations.

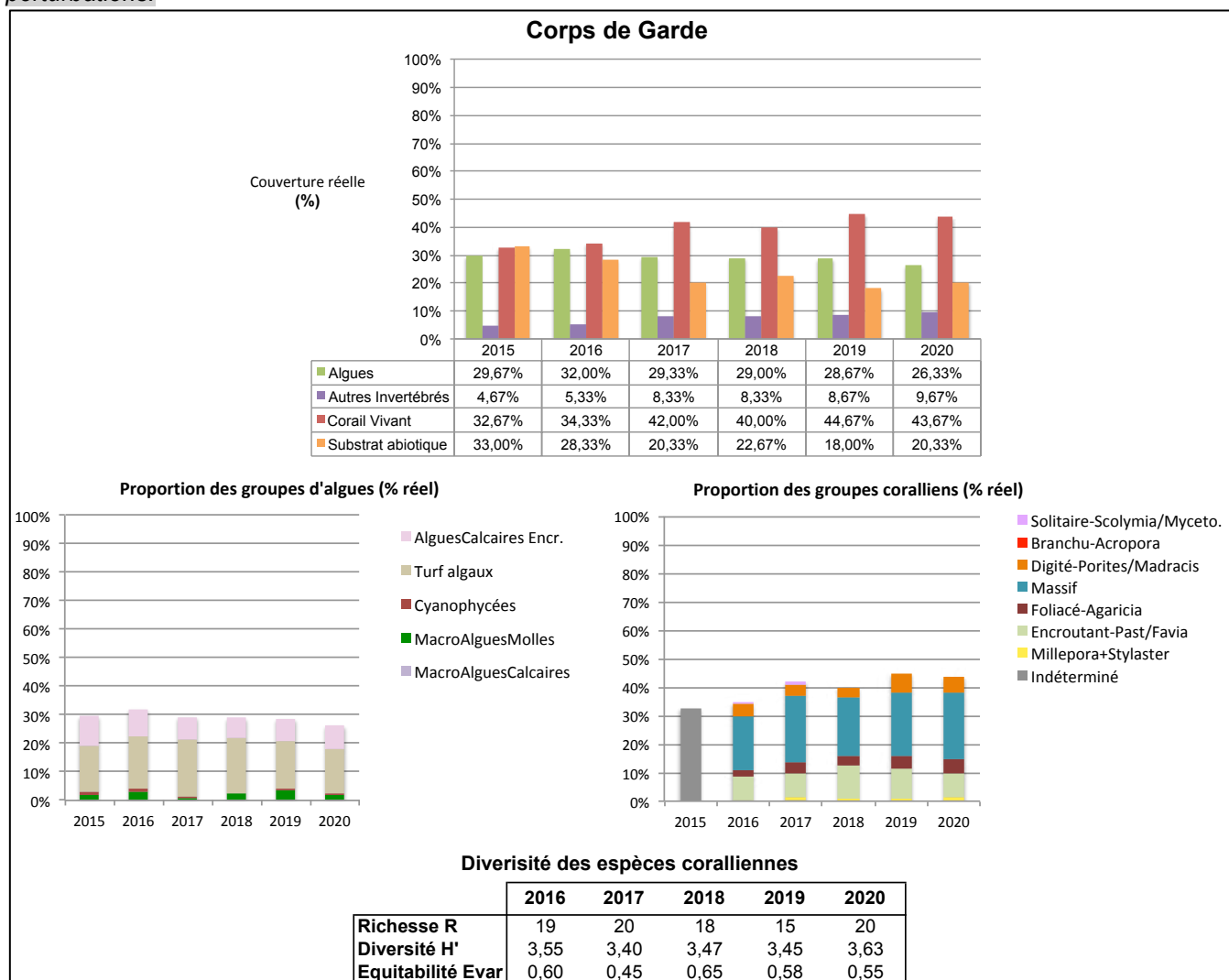


Figure 40 : Evolution du peuplement benthique et des substrats de Corps de Garde : années 2015 à 2020

La densité en oursins est forte à Corps de Garde mais en diminution progressive au cours de la période 2015-2020, passant de 2,42 ind.m⁻² à 1,73 ind.m⁻² (Figure 41).

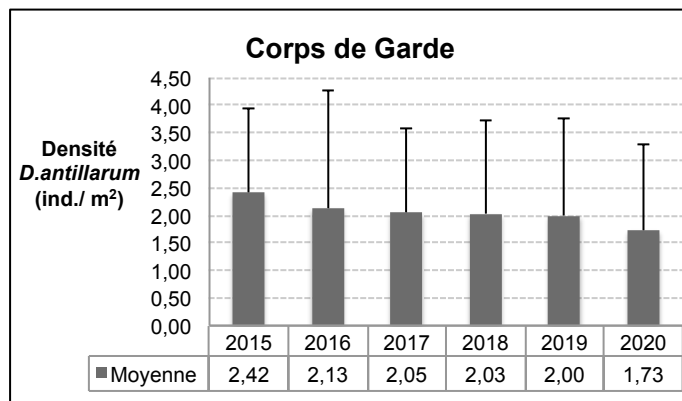


Figure 41 : Densité moyenne des espèces d'oursins à Corps de Garde : années 2015 à 2020

FRJC017-b : Pointe Borgnesse

- Description générale Pointe Borgnesse

La station **Pointe Borgnesse (PBO)** est localisée sur un plateau de 10 m de fond constitué d'une succession d'imposants massifs d'*Orbicella* en mauvais état de santé, colonisés par du turf et des macroalgues. C'est une station représentative de la zone et fortement fréquentée, notamment pour les apprentissages de la plongée sous-marine. La station se situe dans l'ancien cantonnement de Cette station est pérennisée par un transect IFRECOR qui est encore relativement visible mais en mauvais état avec la corde incrustée en plusieurs endroits dans le substrat bioconstruit.

- Description du substrat et des peuplements benthiques pour l'année 2020

Au total, **93% du substrat de la station Pointe Borgnesse est colonisé** (Figure 42). Le **substrat non colonisé (7,0%)** est essentiellement constitué de sable et de débris coralliens.

Les coraux représentent 23,7% de la couverture totale, avec les genres ***Orbicella*** (12,0%) et ***Porites*** (4,7%) qui dominent. Les massifs d'*Orbicella annularis*, et les coraux plus généralement, présentent des **nécroses** (note moyenne de 0,81). Les massifs sont séparés par des zones sableuses, qui constituent l'essentiel du substrat abiotique non colonisé de la station.

Les algues sont les organismes majoritaires de la station avec 57,3% de couverture totale. Ces dernières sont représentées à 33,7% par les **macroalgues non calcaires**, puis à 16,3% par le turf et à 9,0% par les algues calcaires encroûtantes. Les cyanophycées (2,7%) sont principalement observées en plaque sur le sable. Les macroalgues non calcaires sont essentiellement composées des genres *Dictyota* et *Lobophora*. Ce dernier genre est peu rencontré sur les autres stations de la DCE et est donc caractéristique du peuplement benthique de Pointe Borgnesse.

Les autres invertébrés représentent 6,7% de la couverture totale et ce groupe est représenté principalement par les éponges (5,7%).

L'état de santé global de cette station est mauvais (note de 4,0).

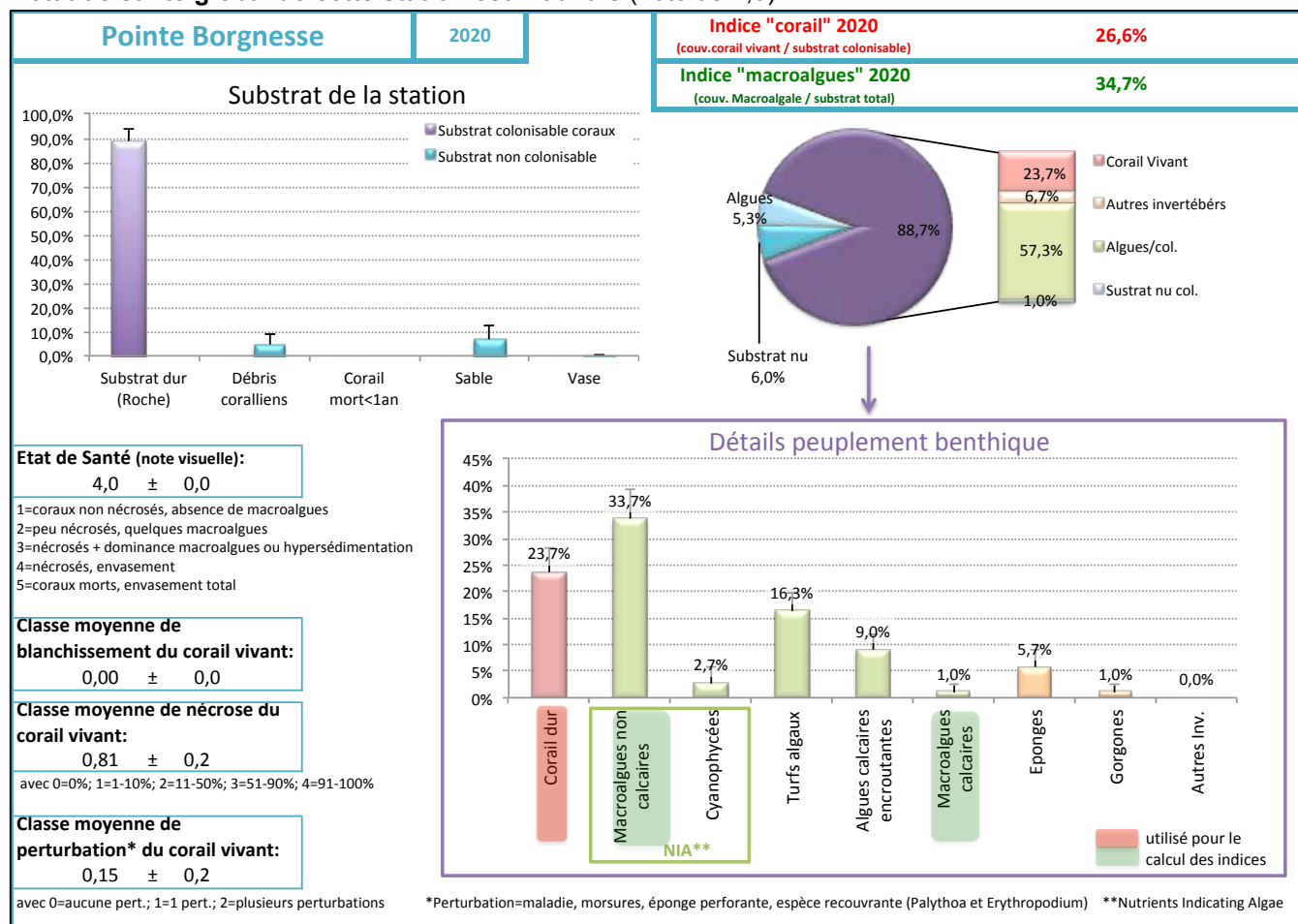


Figure 42 : Proportions des éléments du peuplement benthique et des substrats de Pointe Borgnesse en 2020

- Evolution temporelle (2015 à 2020) des peuplements benthiques

La couverture corallienne est faible et stable en 2015 et 2016 (Figure 43). Elle montre une légère diminution en 2017 pour ensuite augmenter jusqu'en 2020, passant de 12,7% à 23,7 % en 2020. Cette tendance est à surveiller pendant les prochaines années. Les groupes coralliens montrent quelques changements de proportion depuis 2016 avec notamment : l'augmentation constante des formes encroûtantes (e.g. *Porites asteroides*), l'apparition en 2018 des formes foliacées (e.g. *Agaricia humilis*) et l'augmentation de la présence des coraux solitaires en 2020 (e.g. *Scolymia sp.*). Il ne semble pas y avoir de reprise des formes massives du genre *Orbicella* qui sont à l'origine de la morphologie particulière de ce site. En dehors de ces tendances générales, l'année 2017 est particulière avec une diminution de couverture totale marquée par une baisse de la couverture de différents groupes : les formes digitées (e.g. *P. porites* et *M. auretenra*), les formes massives (e.g. *Orbicella spp.*) et les formes encroûtantes (e.g. *P. asteroides*). La diversité spécifique des coraux est en augmentation depuis 2017 passant de 8 espèces à 14 espèces en 2020. D'une manière générale, ce site est soumis à une forte pression de la qualité de l'eau car situé entre la baie du Marin et l'embouchure de la Rivière Pilote.

Les algues, fortement majoritaires à cette station, montrent une fluctuation interannuelle de leur couverture, oscillant entre 62,0% et 74,7% durant les 6 dernières années. Les proportions des différents groupes d'algues sont relativement constantes avec : une dominance des macroalgues molles, suivis des turfs et des algues calcaires encroûtantes. Les cyanophycées sont plus ou moins abondantes en fonction des années, avec une couverture autour de 3% en 2019 et 2020. La station ne montre pas d'augmentation particulière de la couverture en algues depuis 2016, qui aurait pu être liée à la diminution des poissons herbivores en lien avec l'ouverture du cantonnement.

Remarque : les massifs présents sur ce site sont très dégradés. Ils ne montrent pas de signes de rétablissement et sont remplacés par d'autres formes coralliennes. La forte présence des macroalgues molles de prédit pas d'amélioration quant à l'état de santé général de ce site.

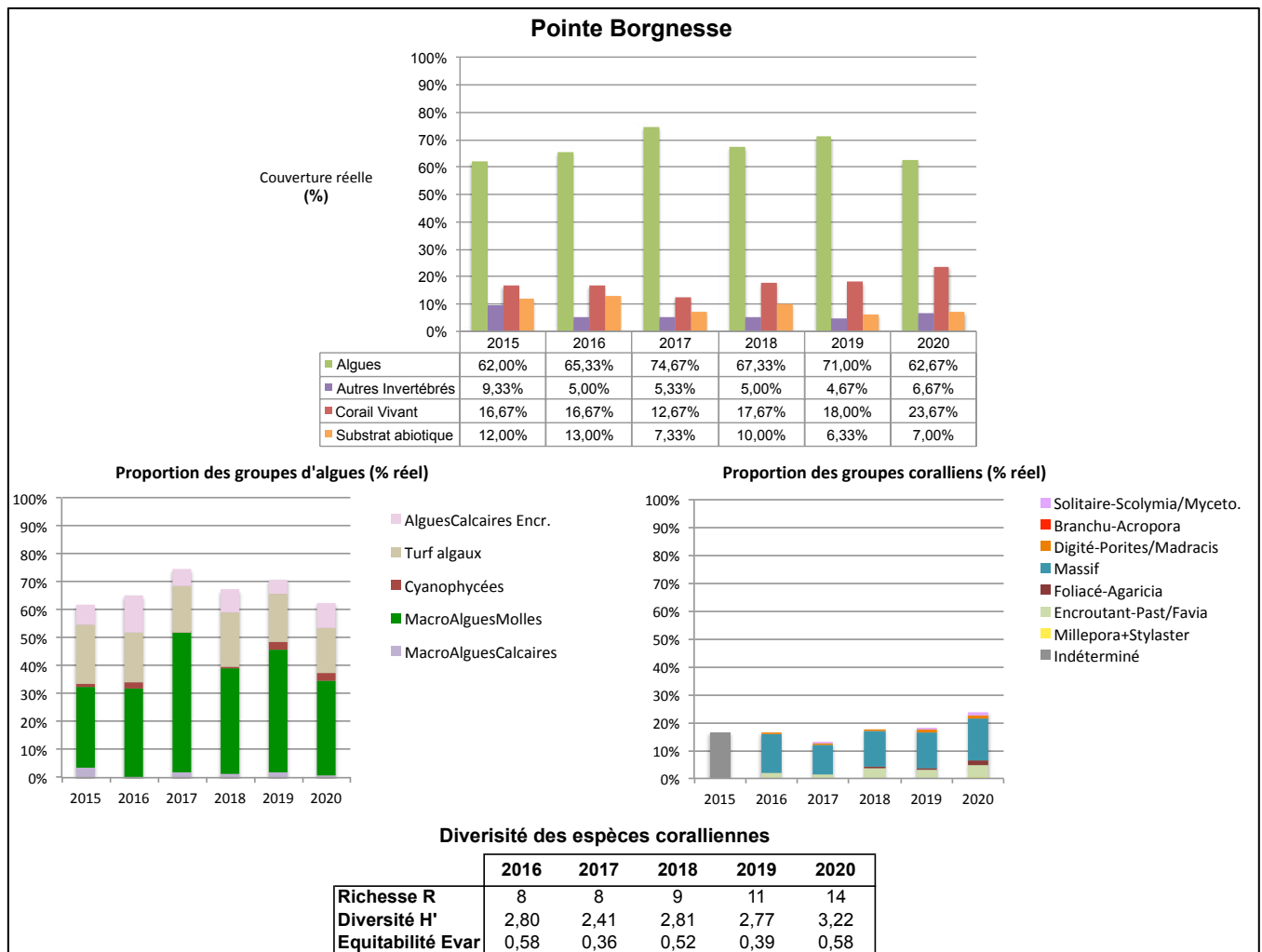


Figure 43 : Evolution du peuplement benthique et des substrats de Pointe Borgnesse : années 2015 à 2020

La densité en oursins est très faible à Pointe Borgnesse et a fluctué au cours de la période 2015-2020 (Figure 44). En 2020, la densité en oursins est de 0,23 ind.m⁻².

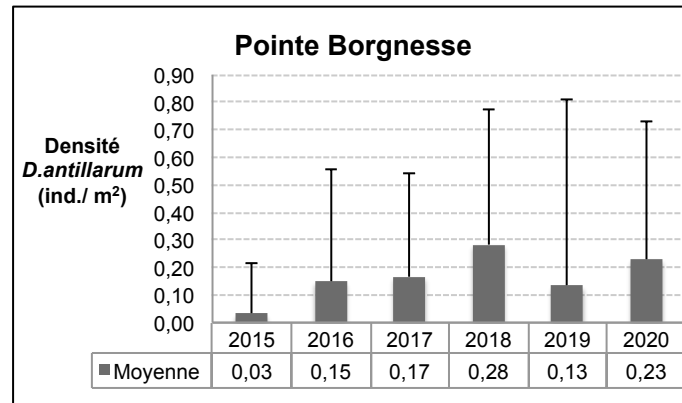


Figure 44 : Densité moyenne des espèces d'oursins à Pointe Borgnesse : années 2015 à 2020

FRJC017-c : Jardin Tropical

- Description générale Jardin Tropical

La station **Jardin Tropical (JTR)** est située sur une pente externe (récif bioconstruit) en bas d'un petit tombant entre 11 et 13 m. Cette station IFRECOR est suivie dans le cadre DCE depuis 2015. Elle avait été échantillonnée en 2007 (selon le protocole IFRECOR de l'époque) mais son suivi n'avait pas été maintenu par les gestionnaires du réseau.

La station est matérialisée par un transect pérenne en très mauvais état avec la présence d'une corde qui a tendance à dégrader le substrat avoisinant. Les communautés en début de transect sont dans un état correct, et se dégradent progressivement avec de l'envasement et des massifs de *Madracis auretenra* cassés. Lors de notre exploration de la station en 2017, deux masses d'eaux se mélangeaient (influence du panache de la rivière Pilote et/ou courant de fond arrivant jusqu'au tombant ?) provoquant une thermocline vers 11m de profondeur. Au-dessus d'elle, l'eau était chaude et turbide et en-dessous froide et claire).

- Description du substrat et des peuplements benthiques pour l'année 2020

Au total, **91,0% du substrat de la station Jardin Tropical est colonisé** (Figure 45). Le **substrat non colonisé (8,0%)** est constitué principalement de débris coralliens et d'une faible part de sable. Les débris sont essentiellement composés de branches cassées de *M. auretenra*.

Les **coraux** représentent 34,3% de la couverture totale de la station. Les taxons majoritaires sont *Porites astreoides* (8,7%), *Orbicella* (8,7%) et *Madracis* (8,0 %). Dans des proportions moindres, mais bien représenté par rapport aux autres sites, on retrouve le taxon *Colpophylla natans* (2,0%).

Les **algues** sont dominantes sur la station (34,7%) avec 18,7 % de **turf**, 13% de macroalgues non calcaires et 11,7% d'algues encroûtantes calcaires. Quelques plaques de cyanophycées ont été observées (2,3%). Les macroalgues non calcaires sont représentées principalement par le genre *Dictyota*, mais il faut également noter la présence de l'algue encroûtante *Lobophora variegata* en fin de transect, qui correspond à la zone la plus dégradée. Le turf de cette station est de type long, avec des espèces fines et très enchevêtrées qui rendent difficiles les identifications.

Le groupe **autres invertébrés benthiques** est représenté principalement par les gorgones (5,3% de la couverture totale) et les éponges (5%).

L'état de santé global de cette station est moyen (note de 2,5).

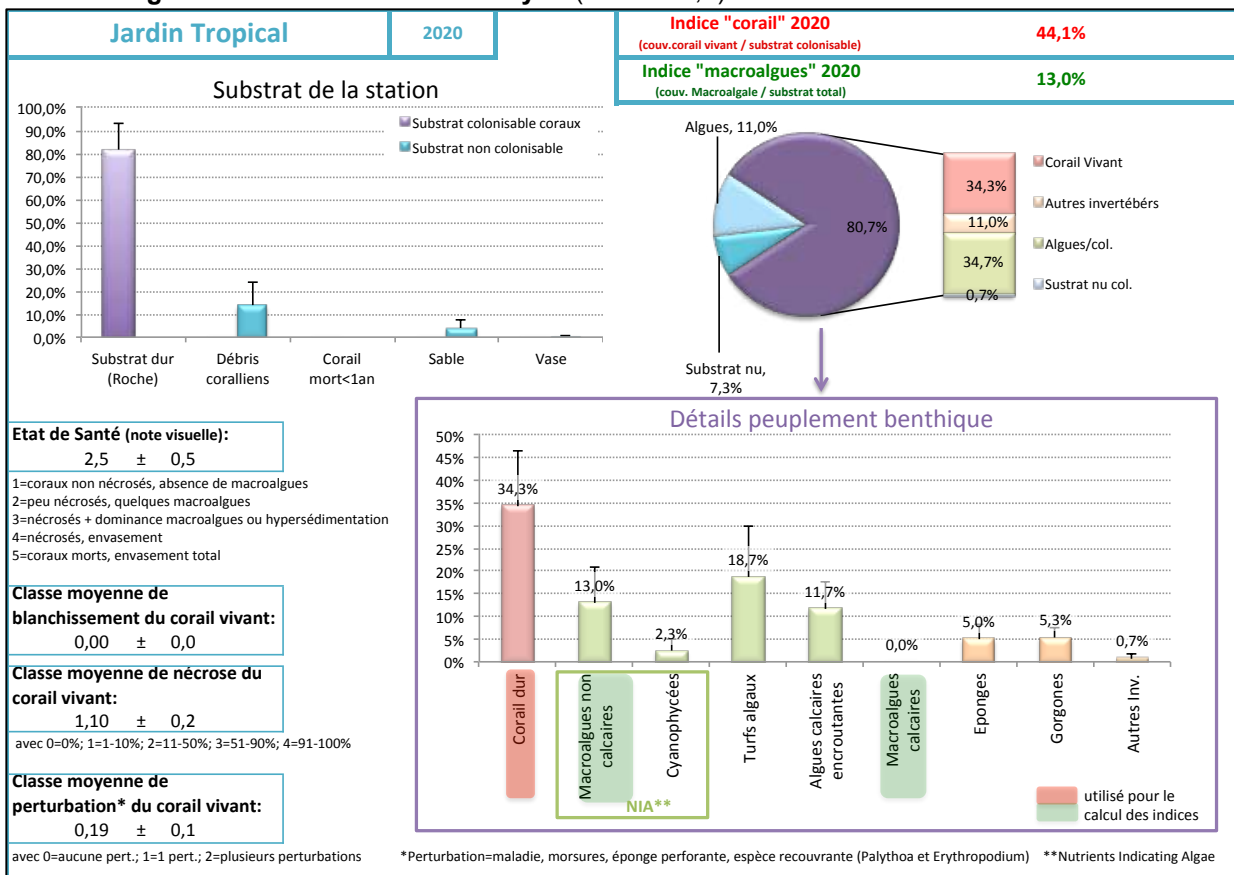


Figure 45 : Proportions des éléments du peuplement benthique et des substrats de Jardin Tropical en 2020

- Evolution temporelle (2015 à 2020) des peuplements benthiques

Depuis 2015 la **couverture corallienne** a augmenté, passant de 21,7% à 34,3% en 2020 (Figure 46). L'augmentation du recouvrement ne semble pas être lié à un groupe corallien particulier mais à une augmentation conjointe de la couverture de l'ensemble des groupes.

La **couverture algale** montre des fluctuations importantes, sans tendance de hausse ou de baisse sur les 6 dernières années. L'année 2017 se démarque par une couverture plus importante, de 54% contre 43 à 48 % pour les autres années. Cette augmentation particulière est associée à un pourcentage de turf plus important, et semble être corrélée à une diminution du substrat abiotique. Ce lien laisse penser à une colonisation de ce dernier par le turf. Depuis 2016 la couverture des macroalgues non calcaires a augmenté passant de 4 à 13 % de la couverture totale. Deux hypothèses majeures peuvent être avancées, qui sont l'enrichissement des eaux en nutriments (apports par le bassin versant de la Rivière Pilote) et une pression plus faible des poissons herbivores sur le site.

Le groupe **autres invertébrés benthiques** montre une augmentation de la couverture sur la période 2015-2020 passant de 4,7% en 2015 à 12,0% en 2020.

La couverture du substrat abiotique montre une forte diminution sur la durée 2015-2020 passant de 25,7 % à 15,7%, avec des variations interannuelles.

Remarque : La station JTR est à surveiller, malgré l'augmentation de la couverture corallienne. En effet, les importantes fluctuations, la dominance en algues, l'augmentation de la couverture des macroalgues non calcaires, la présence non négligeable des cyanophycées et les nombreuses nécroses sont des signes de perturbations importantes auxquelles la station est soumise.

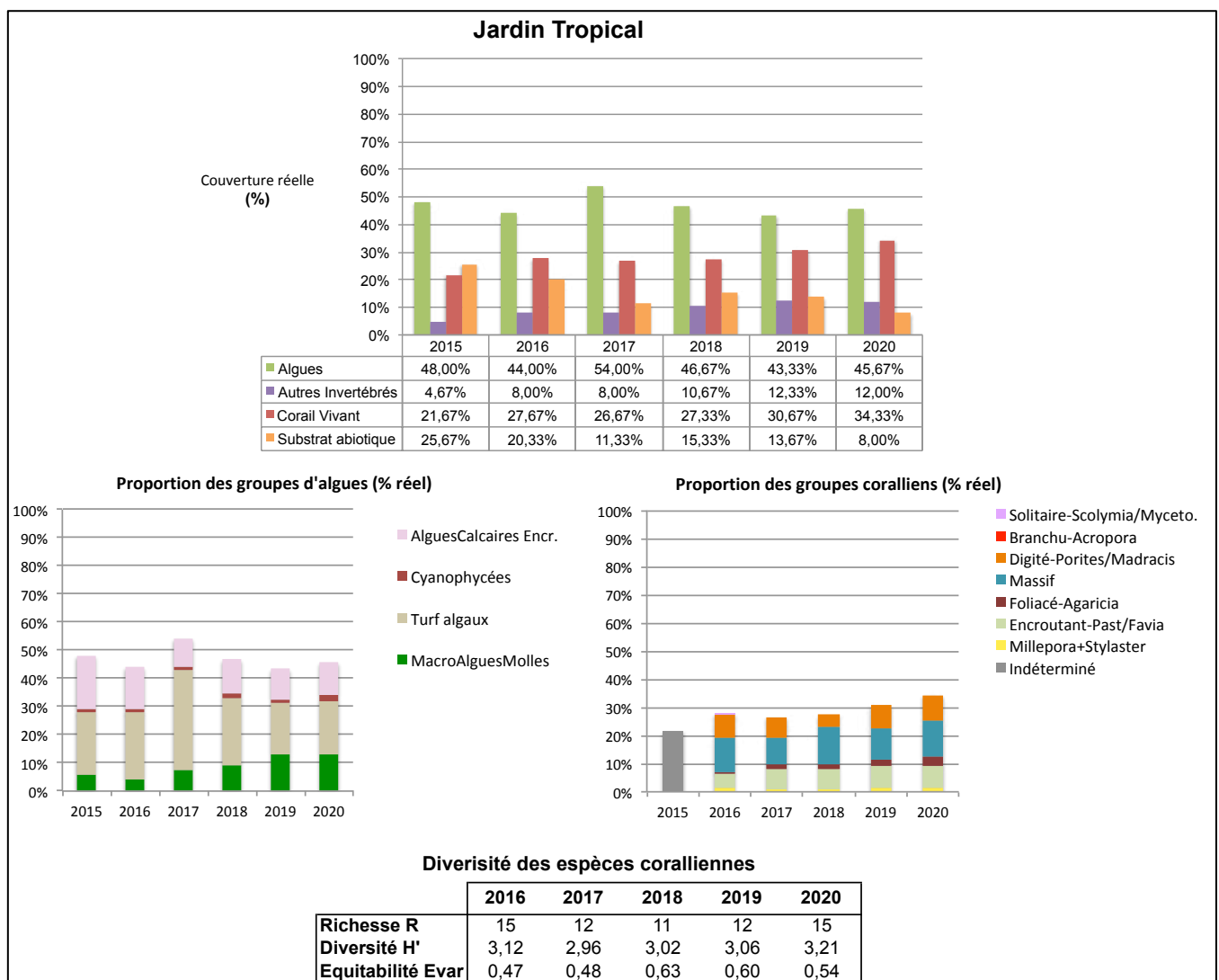


Figure 46 : Evolution du peuplement benthique et des substrats de Jardin Tropical : années 2015 à 2020

La densité en oursins est moyenne à Jardin Tropical et stable au cours de la période 2015-2020 (Figure 47). En 2020, la densité en oursins est de 0,95 ind.m⁻².

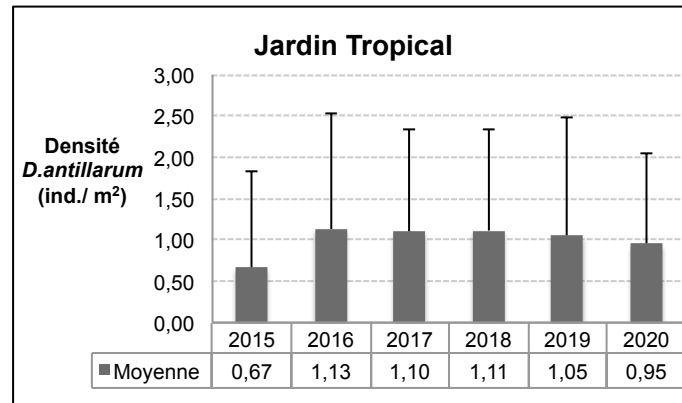


Figure 47 : Densité moyenne des espèces d'oursins à Jardin Tropical : années 2015 à 2020

Type 3 : Récif barrière atlantique. Il correspond à la masse d'eau du large, à l'est de la Martinique (FRJC011). A l'extérieur, les pentes externes descendent profondément. La houle et le renouvellement des eaux y sont généralement importants. Cela se traduit par un substrat hétérogène pouvant être constitué de sables grossiers et de coraux.

FRJC011 : Caye Pinsonnelle et Loup Garou (type 3)
FRJC011-a : Caye Pinsonnelle

- Description générale

La station **Caye Pinsonnelle** (CPI) est localisée en surplomb d'un tombant à 9 m de fond au Nord de la Caye Pinsonnelle, soumis à la houle Atlantique. Le site est enalgué et présente de nombreuses colonies d'*Acropora palmata* mortes.

- Description du substrat et des peuplements benthiques pour l'année 2020

La station **Caye Pinsonnelle** présente **uniquement du substrat dur et est colonisée à 100%** (Figure 48).

Les **coraux** représentent **30,0%** de la couverture totale du substrat. Les taxons dominants sont l'espèce *Pseudodiploria strigosa* (14,7%) suivi du genre *Porites* (12,7%). Les colonies présentent peu de perturbations et les nécroses sont limitées (note de 0,88).

Les **algues** sont les **organismes majoritaires** avec une couverture de 68,0% du substrat. Elles sont principalement composées de **macroalgues non calcaires** (36,0%), de turf (10,0%), d'algues calcaires encroûtantes (9,7%) et de macroalgues calcaires (8,0%). Les macroalgues sont dominées par les genres *Dictyota*, *Halimeda* et *Sargassum* (respectivement 39,2%, 9,8% et 9,8% de la couverture totale). Parmi les macroalgues calcaires, le groupe *Jania* est bien représenté (2,1%).

Les *Dictyota* de petite taille et le turf forment un tissu algal assez uniforme. Cette présence importante de *Dictyota* est préoccupante car récurrente et peut-être le signe d'une source d'apports en nutriments (origine difficile à définir étant donné l'éloignement à la côte) ou d'un déséquilibre dans la chaîne trophique (surpêche, mortalité corallienne, diminution des oursins).

Remarque : Loup Ministre, ci-après, répond au « même type de schéma » concernant le peuplement algal.

Le groupe **autres invertébrés benthiques** (principalement gorgones) représentent 1,3 % de la couverture totale.

L'état de santé global de cette station est moyen (note de 2,8).

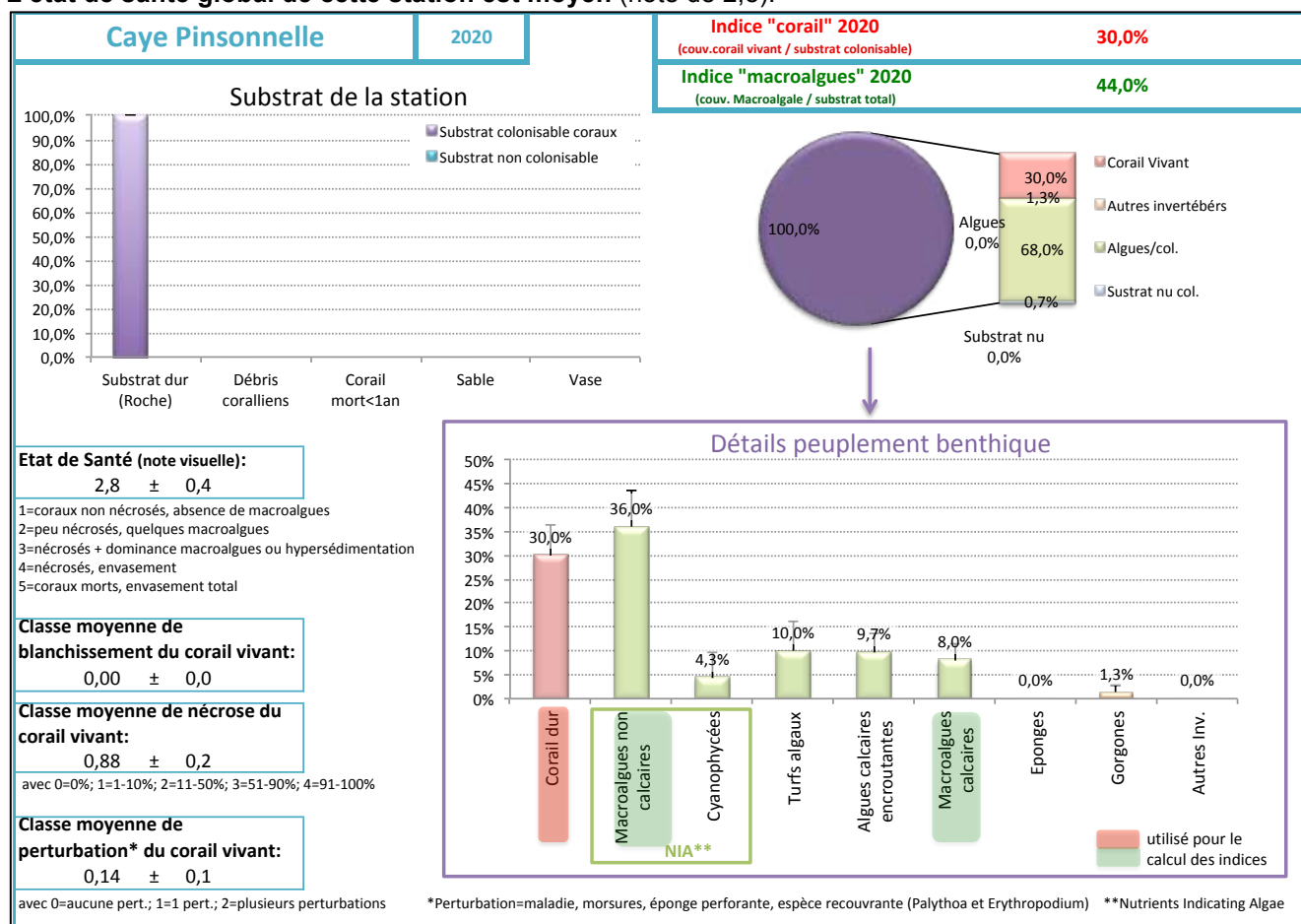


Figure 48 : Proportions des éléments du peuplement benthique et des substrats de Caye Pinsonnelle en 2020

- Evolution temporelle (2015 à 2020) des peuplements benthiques

Depuis 2015, la couverture corallienne a augmenté de façon progressive (même tendance depuis 2012, date de l'installation du transect pérenne à une nouvelle station), passant de 20,0% en 2015 à 30,0% en 2020 (Figure 49). Le groupe des coraux encroûtants est principalement responsable de l'augmentation progressive de la couverture corallienne (*Porites astreoides* et *Millepora* sp). *Pseudodiploria* est le genre dominant tout au long de la période. **L'année 2020 est marquée par une diminution de l'espèce protégée *Orbicella faveolata*, passant de 4,4% à 0,6% de la couverture totale. Cette disparition presque totale de l'espèce au sein du transect est préoccupante et devra être surveillée.** L'année 2020 montre l'apparition d'*A. palmata* sur le transect dans des proportions faibles (0,3%). Cette espèce est présente sur le site mais n'était jusqu'en 2020 pas présente sur le PIT.

A l'inverse, la couverture algale a diminué de façon progressive, passant de 76% en 2015 à 68,0% en 2020. La composition en algues évolue significativement au cours des 6 dernières années. Les algues calcaires encroûtantes ont globalement augmenté leur couverture au détriment des macroalgues calcaires. Les macroalgues non calcaires qui montraient une diminution entre 2015 et 2017 ont augmenté leur couverture depuis 2017 jusqu'en 2020. Les cyanophycées, très faiblement présentes depuis 2015, représentaient en 2020 4,3% de la couverture totale.

Depuis le début du suivi, la station montre des signes d'amélioration de l'état de santé de la communauté corallienne. La rupture de cette amélioration en 2019 pourrait être liée à une variation de transect. En effet, le suivi a été réalisé sur un transect très mobile du fait de la houle et de l'absence du piquet servant de repère à la distance de 30m. En 2020, de nouveaux repères plus résistants ont pu être posés et le transect a retrouvé plus de stabilité. Le site étant soumis à la houle, cela n'empêche pas une certaine mobilité du transect entre les piquets.

Remarque : Malgré l'augmentation de la couverture corallienne, la station est à surveiller du fait de : la diminution de l'espèce *Orbicella faveolata*, de la forte dominance des algues, des fortes fluctuations des groupes algaux et de l'augmentation de la couverture en cyanophycées.

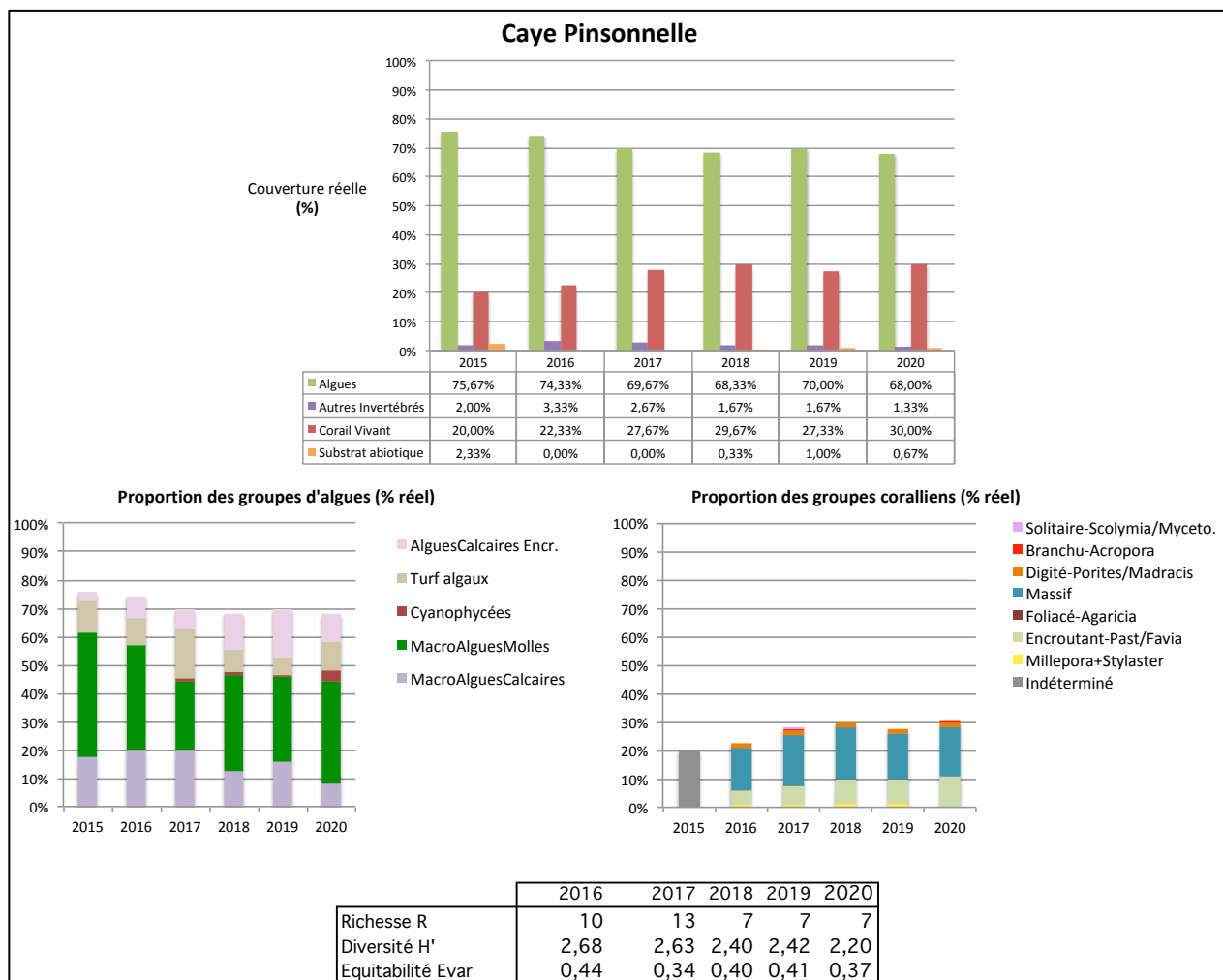


Figure 49 : Evolution du peuplement benthique et des substrats de Caye Pinsonnelle : années 2015 à 2020

Aucun oursin n'a été observé à Caye Pinsonnelle pendant la période 2015-2020.

FRJC011-b : Loup Garou

- Description générale

La station **Loup Garou (LGA)** est localisée au vent de l'îlet Loup Garou, sur un tombant à 7-9 m de fond. Le site est très exposé et les conditions hydrodynamiques y sont très fortes (houle et courant), rendant parfois l'accès à la station difficile voire impossible. De nombreuses colonies coralliennes sont présentes, dont l'espèce ***Acropora palmata***.

- Description du substrat et des peuplements benthiques pour l'année 2020

Au total, **99,6% du substrat de la station Loup Garou est colonisé** (Figure 50). Le substrat de la station, essentiellement rocheux, est presque entièrement colonisé.

Les **coraux** sont les **organismes majoritaires** et représentent 55,0% de la couverture totale. Le **genre *Porites*** (*P. porites* = 21,3 % et *P. astreoides* = 20,3% de la couverture totale) domine largement la couverture corallienne. Les colonies présentent un taux de nécroses non négligeable (note de 0,55) et de nombreuses colonies de *P. astreoides* présentaient des taches blanches d'origine indéterminée (maladie ou morsures ?).

Les **algues** représentent 36,6% de la couverture totale et sont représentées majoritairement par les algues calcaires encroûtantes (21,7%) puis minoritairement par les macroalgues non calcaires (5,0%), le turf (4,3%), les macroalgues calcaires (4,3% ; algues rouges plus nombreuses en fin de transect). Les cyanophycées sont peu présentes (1,7% de la couverture totale).

Le groupe **autres invertébrés benthiques** représentent 8,0% de la couverture du substrat de la station et sont composés de gorgones (5,3%) et d'éponges (2,3%).

L'état de santé général de la station est bon (note de 2,0) pour l'année 2020.

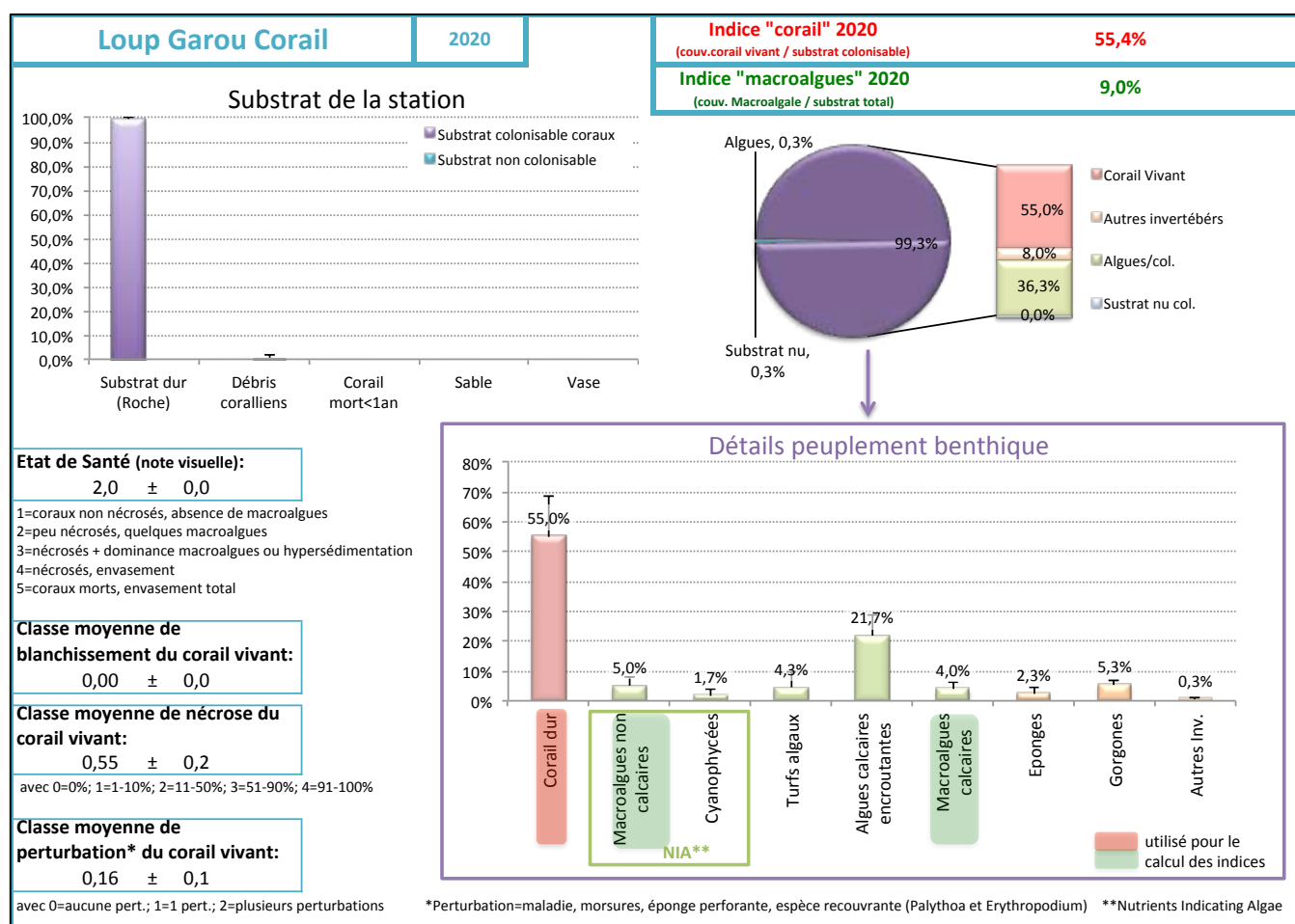


Figure 50 : Proportions des éléments du peuplement benthique et des substrats de Loup Garou en 2020

- Evolution temporelle (2015 à 2020) des peuplements benthiques

La période 2015-2020 montre deux phases. L'année 2015 est différente de la période 2016-2020, avec des recouvrements en algues et en coraux proches de 40 % et un substrat abiotique disponible non négligeable autour de 10% de la couverture totale (Figure 51). L'année 2016 marque un profond changement avec 2015 avec une forte augmentation de la couverture en algues (54,6%), une couverture corallienne faible (37%) et un substrat abiotique disponible inexistant. De 2016 à 2020, la couverture corallienne a fortement augmenté, passant de 37,0% à 55,0% au détriment de la couverture algale qui est a chuté de 54,7% à 36,7%.

La **couverture des différents groupes coralliens** a également évolué au cours des 6 dernières années avec : une augmentation des formes encroûtantes (*P. asteroides* : +6% de couverture totale), une augmentation des formes digitées (*P. porites* : +4,5% de la couverture totale), et une apparition puis une augmentation légère de *A. palmata* (2,0% de la couverture totale en 2020).

La **couverture des différents groupes algaux** a également fortement évolué au cours des 6 dernières années. La variation est majoritairement expliquée par les fluctuations des turfs qui ont augmenté de 2015 à 2017 puis diminué de 2018 à 2020. En 2020 la couverture totale est minimale et principalement dominée par les algues calcaires encroûtantes.

La couverture du groupe **autres invertébrés benthiques**, éponges et gorgones, est restée à un niveau relativement stable pendant la période 2015-2020.

Depuis 2015, la couverture du substrat abiotique disponible a diminué jusqu'à être nulle en 2020.

Remarques : la station Loup Garou est très dynamique tant du point de vue de l'hydrodynamisme que de la couverture des différents éléments du benthos et du substrat. Bien que la couverture corallienne soit élevée et en progression, la diversité corallienne reste faible (8 espèces recensées) et la couverture en algue importante.

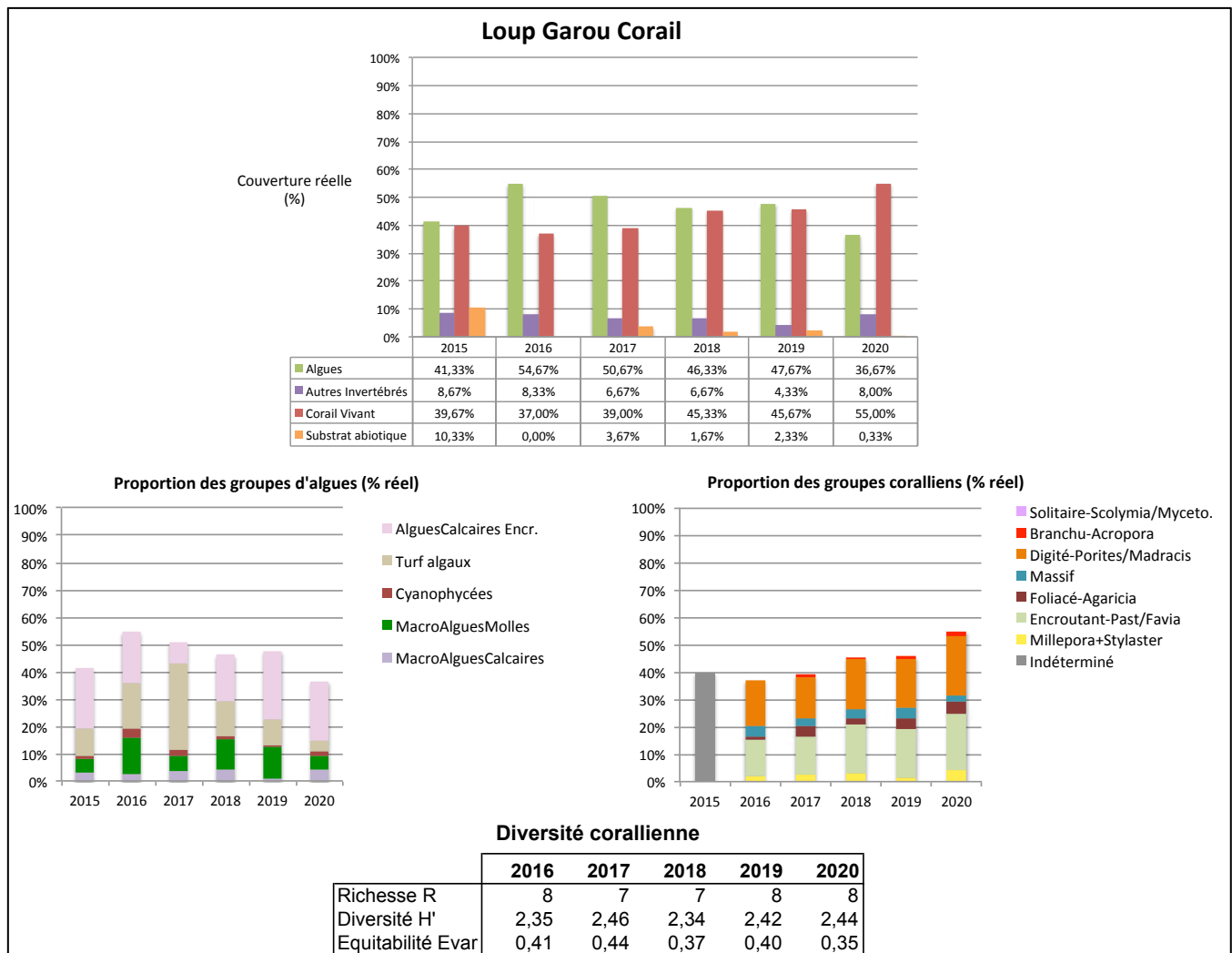


Figure 51 : Evolution du peuplement benthique et des substrats de Loup Garou : années 2015 à 2020

La densité en oursins est assez forte à Loup Garou et variable au cours de la période 2015-2020 (Figure 52). En 2020, la densité en oursins est de 1,98 ind.m⁻².

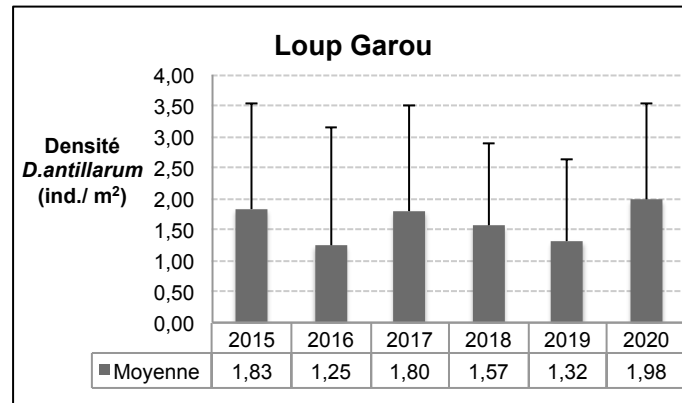


Figure 52 : Densité moyenne des espèces d'oursins à Loup Garou : années 2015 à 2020

- **Type 2 : Côte abritée à plateforme corallienne.** Il englobe les masses d'eau des côtes du François (FRJC006) à Sainte-Anne (FRJC008), et la baie de la Trinité (FRJC012). Le substrat est hétérogène : sédiments fins à grossiers avec des affleurements rocheux et des zones coralliennes à la côte. Ce secteur est généralement exposé aux houles cycloniques.

FRJC012 : Loup Ministre (type 2)

- Description générale

La station Loup Ministre (LMI) est localisée à 9 m de fond sur le plateau d'une petite caye. Loup Ministre est une station particulière du suivi DCE car elle présente de nombreuses colonies d'*Acropora palmata*. La station a été repositionnée en 2014 car elle présentait un recouvrement en macroalgues très important et ne pouvait plus être considérée comme « corallienne ».

- Description du substrat et des peuplements benthiques pour l'année 2020

La station Loup Ministre présente uniquement du substrat dur et est colonisée à 100% (Figure 53).

Les coraux représentent 35 % de la couverture totale. Les colonies d'*Acropora palmata* sont nombreuses et représentent 15,7% de la couverture totale. Les deux autres espèces les plus abondantes sont *Orbicella faveolata* (7,3%) et *Pseudodiploria strigosa* (6,0%). Les colonies d'*A. palmata* semblent être touchées par la maladie « white patch disease » et sont également attaquées par les polychètes. Cependant les recrues d' *A. palmata* sont nombreuses et la couverture a doublé depuis 2018 avec **+8% de couverture totale**.

Les algues sont les organismes majoritaires de la station (57,0%) composées de : 19,7% d'algues calcaires encroûtantes, 16,3% de macroalgues non calcaires, 13,0% de cyanophycées, 4,7% de macroalgues calcaires et 3,3% de turf. **La couverture en cyanophycée a très fortement augmenté en 2020 comparativement aux autres années où la présence était anecdotique. Cette tendance est très préoccupante pour le site.** Les macroalgues sont dominées par le genre *Dictyota*. Les *Dictyota* de petites tailles et le turf forment un **enchevêtrement algal assez uniforme**. Cette présence importante de *Dictyota* est également préoccupante car récurrente et peut-être le signe d'une source d'apports en nutriments ou d'un déséquilibre dans la chaîne trophique (surpêche, mortalité corallienne, diminution des oursins). Le genre *Sargassum*, qui domine dans plusieurs zones à proximité, est peu représenté sur la station en 2020.

Remarque : Caye Pinsonnelle, ci-avant, répond au « même type de schéma » concernant le peuplement algal.

Le groupe **autre invertébré benthique**, dominé par les gorgones, occupe 8,0% du substrat benthique. Ce sont des éponges et des gorgones éventail et plume, ainsi que des gorgones encroûtantes *E. caribaeorum*.

L'état de santé global de cette station est moyen (note de 3,0).

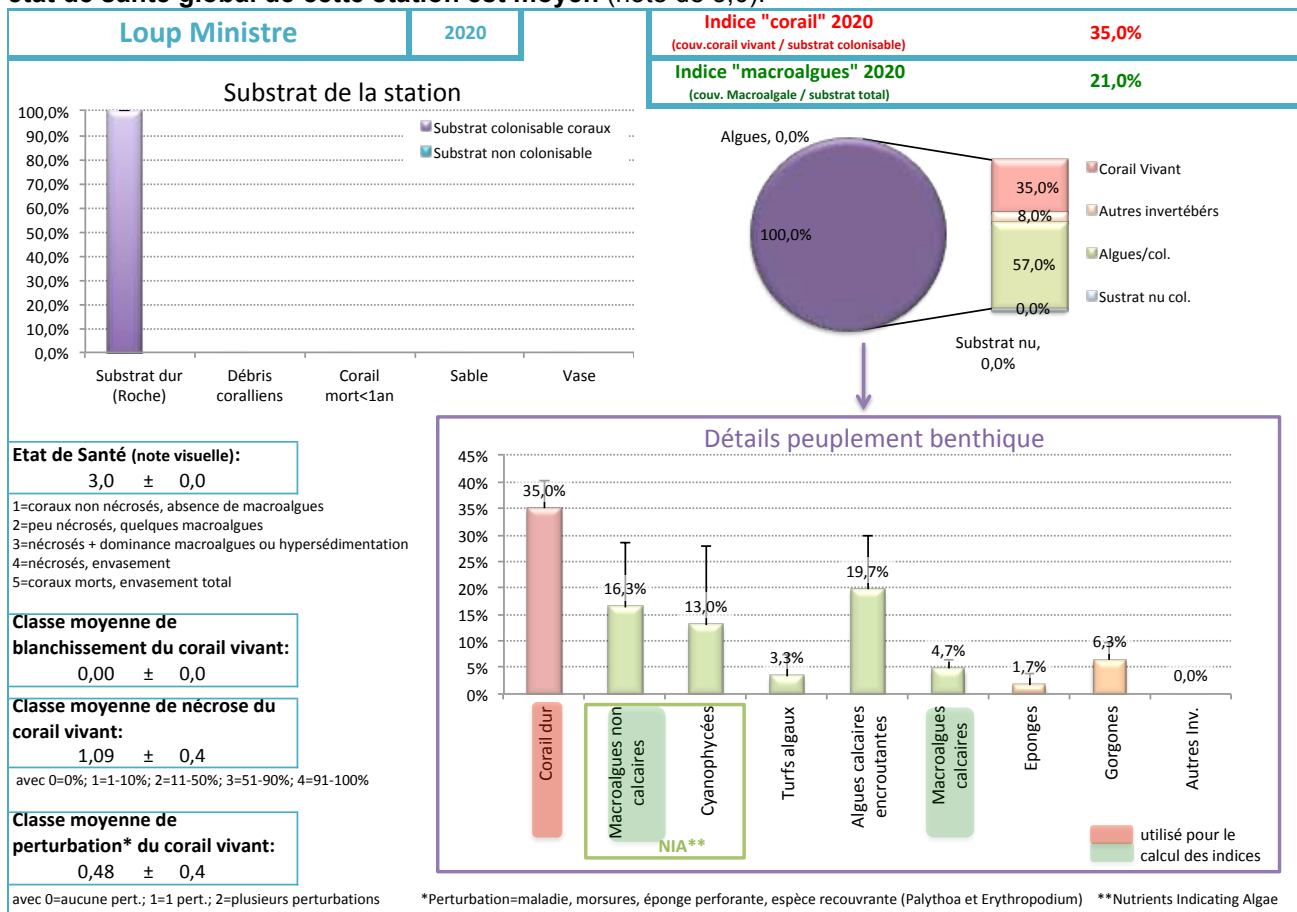


Figure 53 : Proportions des éléments du peuplement benthique et des substrats de Loup Ministre en 2020

- Evolution temporelle (2015 à 2020) des peuplements benthiques

La comparaison interannuelle (2015-2020) révèle d'importantes fluctuations dans la composition et la couverture des peuplements benthiques (Figure 54).

La couverture corallienne montre deux tendances pendant cette période de 6 années. La couverture était stable autour de 30% en 2015 et 2016, puis la couverture a fortement diminué en 2017 et 2018, autour de 23%. Depuis 2018 la couverture a augmenté passant de 22,7% à 35% en 2020 (supérieur à la période 2015-2016). Les variations de couvertures sont majoritairement expliquées par la couverture d'*A. palmata* dont la proportion a doublé entre 2018 et 2020.

La couverture algale est fortement corrélée aux fluctuations de la couverture corallienne. En effet, pendant la période de faible couverture corallienne (2017-2019), les algues ont montré une forte couverture. Depuis 2018 et jusqu'à 2020, la couverture en macroalgues non calcaires montre une régression passant de 35% à 16% de la couverture totale. Comme cité plus haut, la couverture en cyanophycées a très fortement augmenté en 2020, représentant 13 % de la couverture totale

La couverture du groupe autres invertébrés benthiques et du substrat abiotique a très peu évolué pendant ces 6 années.

Remarques : la station montre un état de santé médiocre (note de 3,0), malgré une augmentation depuis 3 années de la couverture corallienne. Cette couverture reste sensible car liée aux *Acropora palmata* dont la structure fragile peut être cassée par la houle ou les casiers. Cette station est à surveiller avec beaucoup d'attention étant donné : l'historique de changement de site pour cause de colonisation des algues, la forte dominance des algues, l'explosion inquiétante des cyanophycées, ainsi que la présence de nombreuses nécroses.

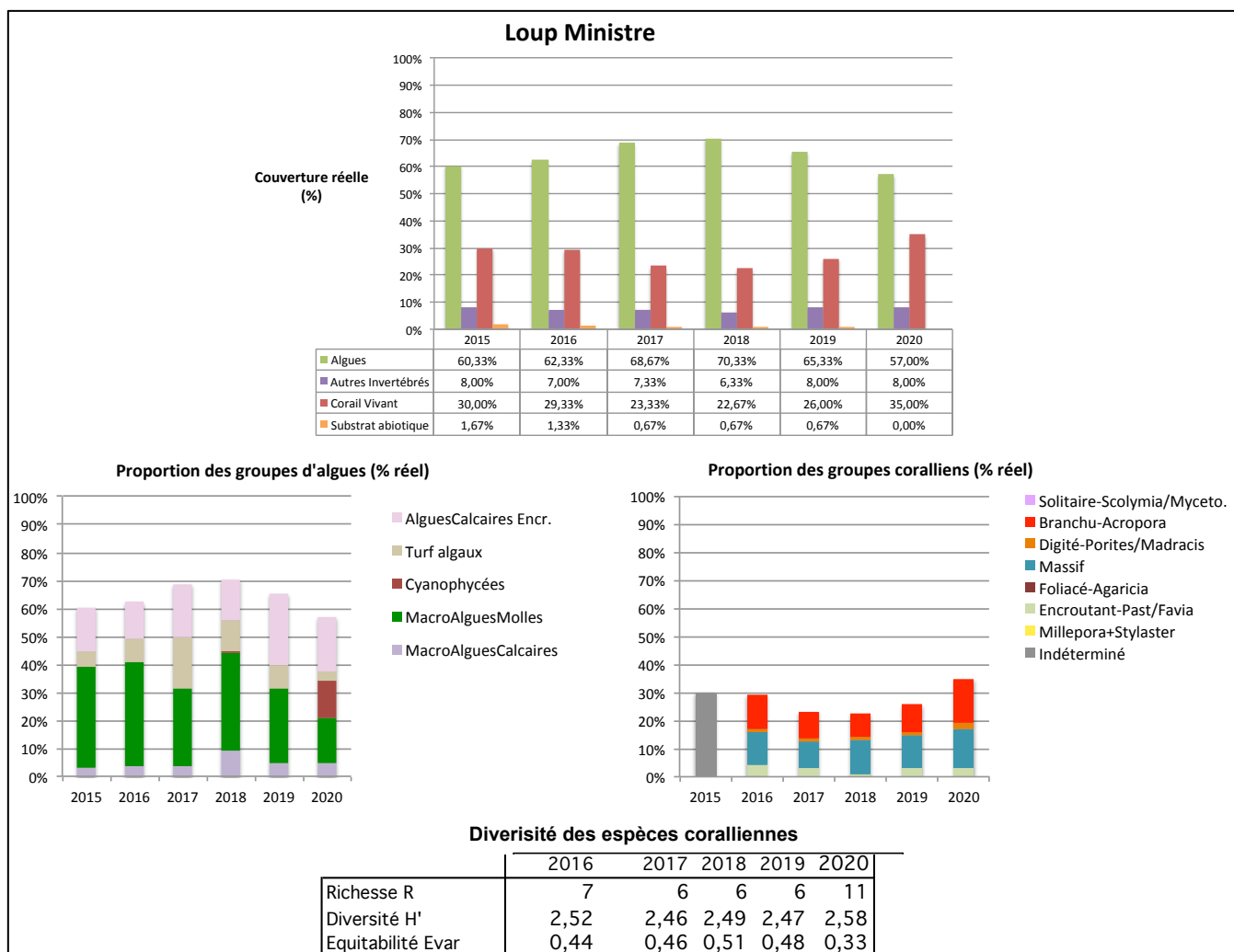


Figure 54 : Evolution du peuplement benthique et des substrats de Loup Ministre : années 2015 à 2020

La densité en oursins est nulle à Loup Ministre au cours de la période 2015-2020, sauf en 2016 où un oursin a été observé sur le transect (Figure 55).

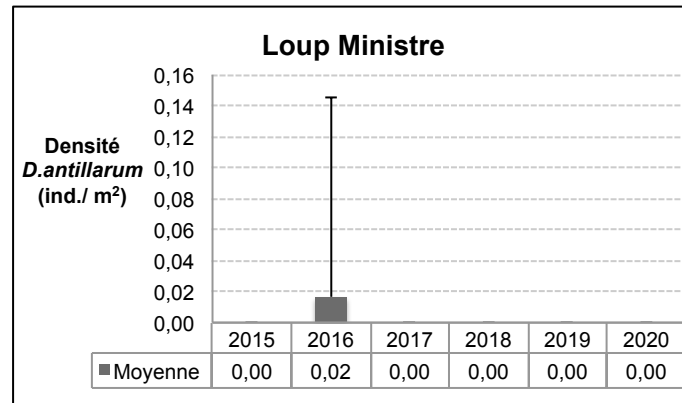


Figure 55 : Densité moyenne des espèces d'oursins à Loup Ministre : années 2015 à 2020

Type 4 : Nord atlantique, plateau insulaire. Ce type de masse d'eau est représenté sur la côte Nord de la Martinique (FRJC011), entre Cap Saint-Martin et le nord de la baie de la Trinité. La côte de la masse d'eau correspondante est également exposée aux houles. A faible profondeur (30-40m), les fonds sont de type dur (directement issus de la fin des pentes externes) puis deviennent sableux au-delà de 30 à 40 m.

FRJC004 : Loup Caravelle et Cap St-Martin (type 4)

FRJC004-a : Loup Caravelle

- Description générale

La station Loup Caravelle (LCA) est localisée à 17 m de fond sur une caye. La caye est constituée d'un plateau à macroalgues alors que les pourtours, correspondant à la station DCE, présentent de nombreuses colonies coralliennes (essentiellement encroûtantes, mais aussi quelques *Acropora cervicornis*). Les gorgones arborescentes et éventails caractérisent également bien ce site profond et battu par la houle. De par sa profondeur, cette station DCE est peu comparable avec les autres stations, notamment avec Cap St Martin qui est située dans la même masse d'eau.

- Description du substrat et des peuplements benthiques pour l'année 2020

Au total, **98,7% du substrat de la station Loup Caravelle est colonisé** (Figure 56). Le **substrat non colonisé (1,3%)** est exclusivement constitué de sable.

Les **coraux sont les organismes majoritaires et représentent 51%** de la couverture totale. Le genre corallien largement majoritaire est *Pseudodiploria* (33,0%). Les genres *Montastrea* (4,7%) et *Meandrina* (4,3%), peu présents aux autres stations, ont une couverture importante à Loup Caravelle. L'espèce protégée *Acropora cervicornis* est présente sur la station (0,3%).

Les **algues représentent 42,7%** de la couverture totale, avec 20,0% de **macroalgues non calcaires** (majoritairement des *Dictyota* : 27,4%), **12,7% de cyanophycées** et 4,7% d'algues calcaires encroûtantes. Les sargasses (macroalgue non calcaire) recouvrent 1,2% du substrat et il s'agit de l'espèce *Sargassum histrix* de morphologie rase.

Le groupe **autres invertébrés benthiques** représente 5,0% de la couverture totale, représenté par les gorgones (3,3%), éponges (1,0%) et quelques autres taxons.

L'état de santé global de cette station est bon (note de 2,0).

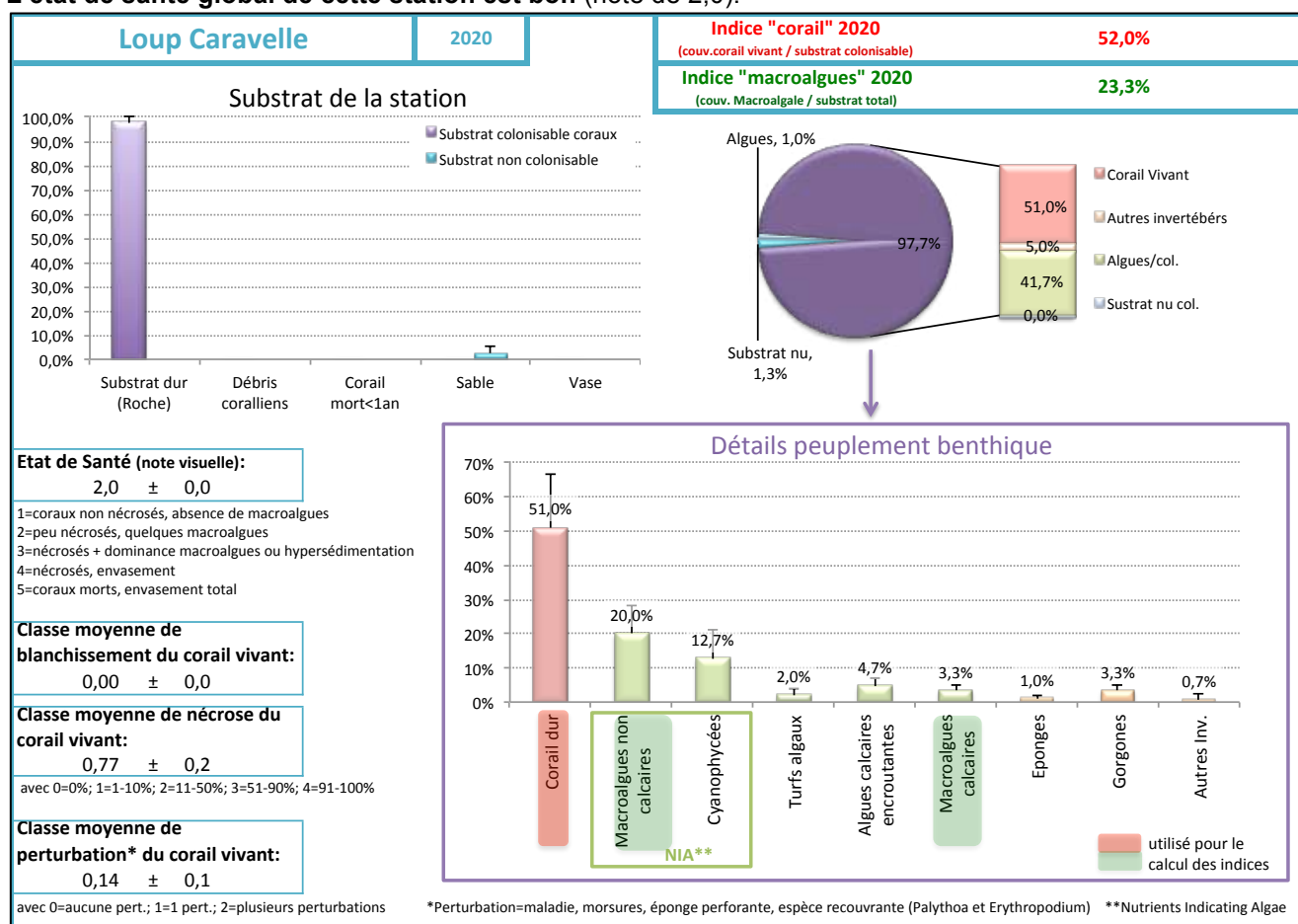


Figure 56 : Proportions des éléments du peuplement benthique et des substrats de Loup Caravelle en 2020

- Evolution temporelle (2015 à 2020) des peuplements benthiques

La comparaison interannuelle (2015-2020) révèle des fluctuations dans la composition et la couverture des peuplements benthiques (Figure 57), peut-être liées au fort hydrodynamisme de la zone. Trois types d'années peuvent être différenciés :

- (i) les années où la couverture en coraux est proche de la couverture en algues (environ 40%) - 2015 et 2014 (hors période comparée ici).
- (ii) les années où la couverture en algues (environ 50%) est supérieure à la couverture en coraux (environ 40%) – 2017 et 2018.
- (iii) les années où les coraux (environ 50%) ont une couverture supérieure aux algues (environ 40%) – 2016, 2019 et 2020.

Les **couvertures coralliennes** des années 2019 (52,0%) et 2020 (51,0%) sont ainsi plus élevées que la couverture de 2015 (41,3%). Il faudra vérifier si la dominance des coraux se confirme en 2021. L'augmentation, pour certaines années, de la couverture corallienne est principalement liée aux formes massives (e.g. *P. strigosa*) et pour certains cas aux formes encroûtantes (e.g. *P. asteroides* et *M. jacksoni*). Le corail branchu (*A. cervicornis*) montre une présence fluctuante sur le transect. Il semble que les quelques colonies présentes ne parviennent pas à se développer.

La **couverture algale** est fluctuante mais ne montre pas de tendance nette sur la période 2015-2020. Les cyanophycées, le turf et les macroalgues non calcaires montrent de fortes variations. Les cyanophycées sont peu présentes certaines années (1,3 et 1,7 % pour 2017 et 2019), alors qu'elles sont largement présentes d'autres années (6,0 et 7,3% pour 2016 et 2018). Leur couverture est maximale en 2020 (12,7%). Une importante couverture a également été observée à la station la plus proche, Loup Ministre. Il semble qu'un facteur favorisant le développement des cyanophycées ait affecté la zone en 2020. Le recouvrement en turf a été très élevé en 2017 (18,3%) mais cette valeur est exceptionnelle pour la période 2015-2020. Les macroalgues non calcaires montrent une diminution de leur couverture depuis 2018, passant de 34,3% à 20,0% en 2020.

La couverture du groupe **autres invertébrés benthiques** a diminué sur la période 2015-2020.

La couverture du substrat abiotique non colonisé a diminué entre 2015 et 2020, passant de 15,3% à 1,3%.

L'état de santé global de cette station est bon (note de 2,0).

Remarques : Loup Caravelle connaît des alternances de dominance entre couverture corallienne et couverture algale. L'espèce *Acropora cervicornis* est présente sur le site mais peine à se développer. La très forte augmentation des cyanophycées en 2020 est à surveiller.

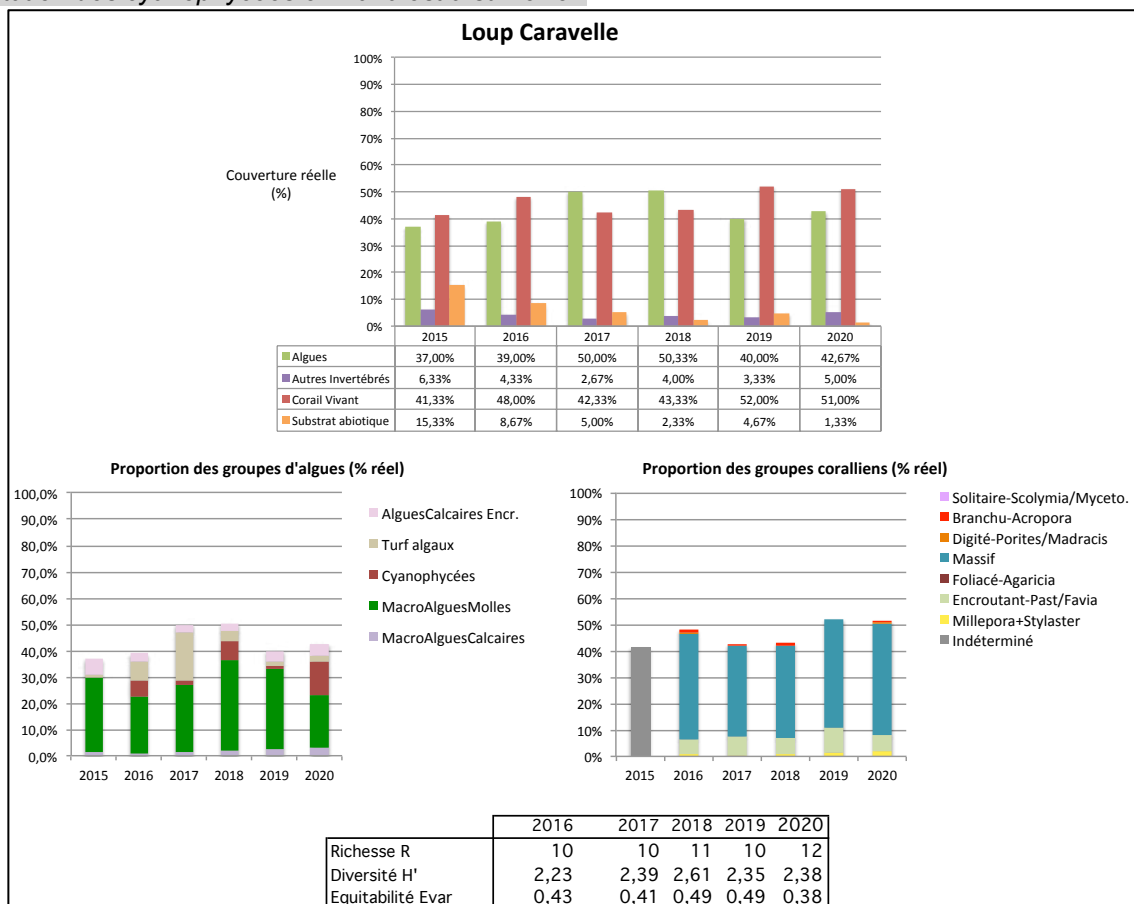


Figure 57 : Evolution du peuplement benthique et des substrats de Loup Caravelle : années 2015 à 2020

Aucun oursin n'a été observé à Loup Caravelle pendant la période 2015-2020.

FRJC004-b : Cap St-Martin

- Description générale

La station **Cap St-Martin (CSM)** est localisée à environ 7 m de profondeur sur une zone d'éboulis rocheux entourée de fonds sableux. Le turf se développe sur l'ensemble de la station et forme un « tapis » qui est souvent couvert de sédiment fin. Le site se caractérise également par la présence de l'hydraire noir (*Macrorhynchia robusta*).

- Le turf de la station est relativement haut et à la limite entre la catégorie Turf et Macroalgues. Il a été choisi de le classer en turf car la plupart du temps, plusieurs espèces non identifiables sont enchevêtrées.

- En 2019, la fin du transect T2 ainsi que les T3 et T4 ont été repositionnés de façon à avoir une longueur de 60m. En effet en 2018, le tracé exact de ces transects n'avait pas pu être retrouvé et le T6 n'avait pas pu être positionné faute de place (fin de la zone rocheuse).

- Description du substrat et des peuplements benthiques pour l'année 2020

Au total, **95,7% du substrat de la station Cap St-Martin est colonisé** (Figure 58). Le **substrat non colonisé (4,3%)** est constitué de vase et de sable.

La **couverture corallienne de la station est faible et représente 17,0%** de la couverture totale, avec une dominance des espèces *Pseudodiploria strigosa* (6,7%) et *Montastrea cavernosa* (3,3%). Les colonies sont moyennement nécrosées (classe moyenne de 0,73).

Les **algues sont les organismes majoritaires avec 57,3%** de la couverture totale. La couverture algale est constituée de **28,0% de turf**, 12,7% de macroalgues calcaires, 12,3% de macroalgues non calcaires et 4,0% d'algues calcaires encroûtantes. Les algues « molles » sont courtes et souvent au milieu du turf long. Il est donc difficile, dans certains cas (en particulier s'il y a de la houle), de les isoler et donc de les quantifier de manière rigoureuse. Les genres identifiables sont *Dictyota* et *Martensia*, ainsi que possiblement *Gelidium* et *Wranglia* (avis du MNHN). Le taxon de macroalgues calcaires le plus rencontré est le **genre Jania** qui est **souvent enchevêtré dans le « tapis de turf »**. Une calibration inter-opérateurs est donc essentielle pour cette station pour limiter les variabilités liées à l'interprétation.

Le groupe **autres invertébrés benthiques** représentent 21,3 % de la couverture totale avec 8,3 % d'éponges et 8,0% de gorgones. Le site se caractérise par la présence de nombreuses plaques de la gorgone encroûtante *Erythropodium caribaeorum*, du zoanthaire *Palythoa caribaeorum*, ainsi que d'hydraires.

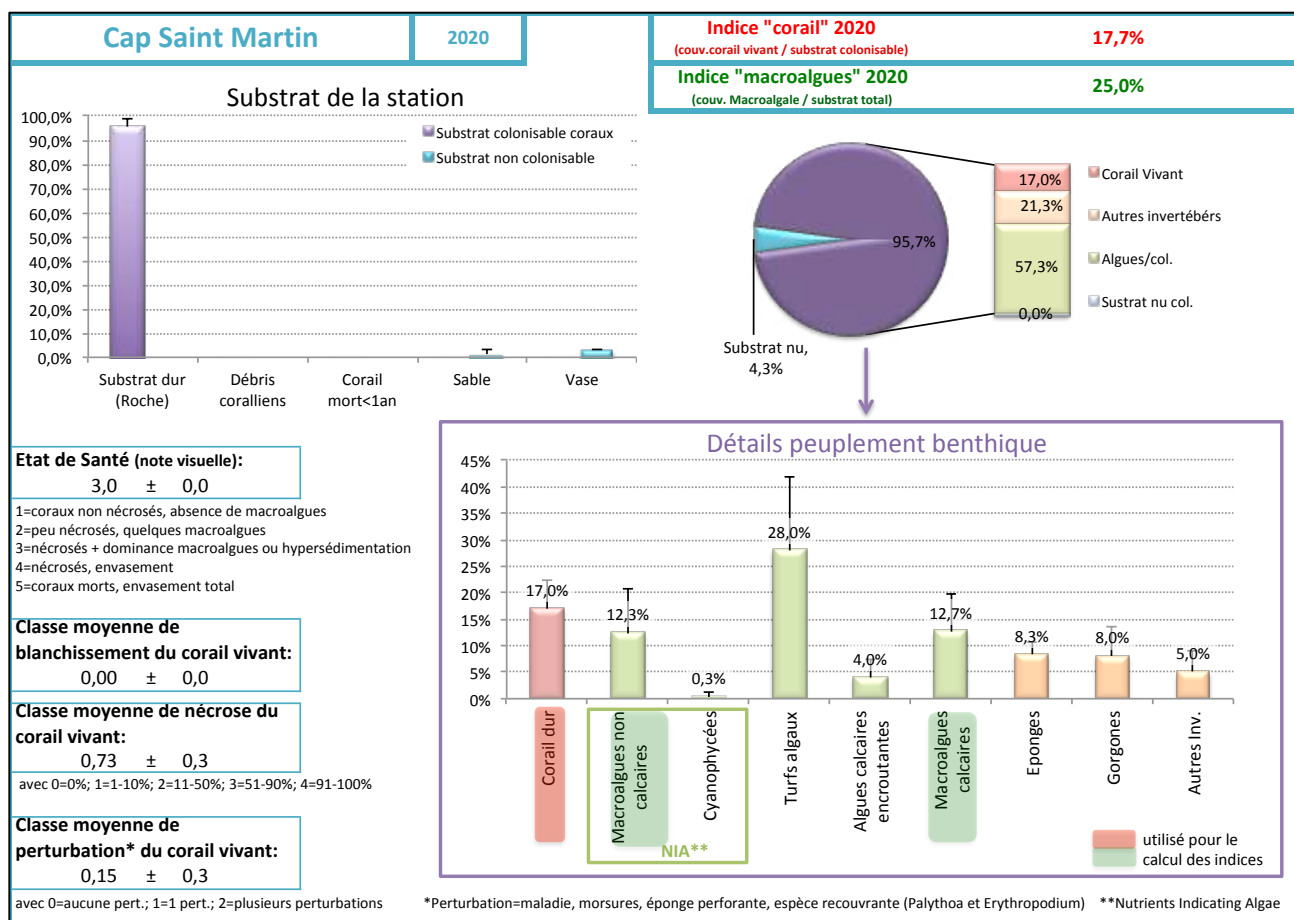


Figure 58 : Proportions des éléments du peuplement benthique et des substrats de Cap St-Martin en 2020

- Evolution temporelle (2015 à 2020) des peuplements benthiques

La **couverture corallienne** est oscillante sur la période 2015-2020, avec les plus fortes couvertures observées aux années 2017 et 2019. Des formes foliacées sont observées à ces deux années. La proportion des formes encroûtantes est variable selon les années (Figure 59).

La **couverture en algues** était en constante progression entre 2015 et 2018 sur cette station, jusqu'à atteindre 70,4%. En 2019, peut-être du fait de la modification de certains transects, la couverture repasse à 59,7% (Figure 59). Elle diminue à 57,3% en 2020. L'évolution des groupes d'algues montre bien l'effort d'identification des macroalgues qui sont entrelacées dans le turf long, puisque la proportion de turf diminue fortement entre 2017 et 2018 tandis que les proportions des macroalgues non calcaires et calcaires doublent. Les cyanophycées sont quasiment absentes de la station.

Remarques : la station Cap St-Martin est assez atypique du fait du turf long qui s'y retrouve. Son suivi nécessite une intercalibration des opérateurs de façon à bien noter les espèces de macroalgues enchevêtrées. La sédimentation et le recouvrement des coraux par la gorgone encroûtante *Erythropodium caribaeorum* et le zoanthaire *Palythoa caribaeorum* sont les principales agressions sur ce site.

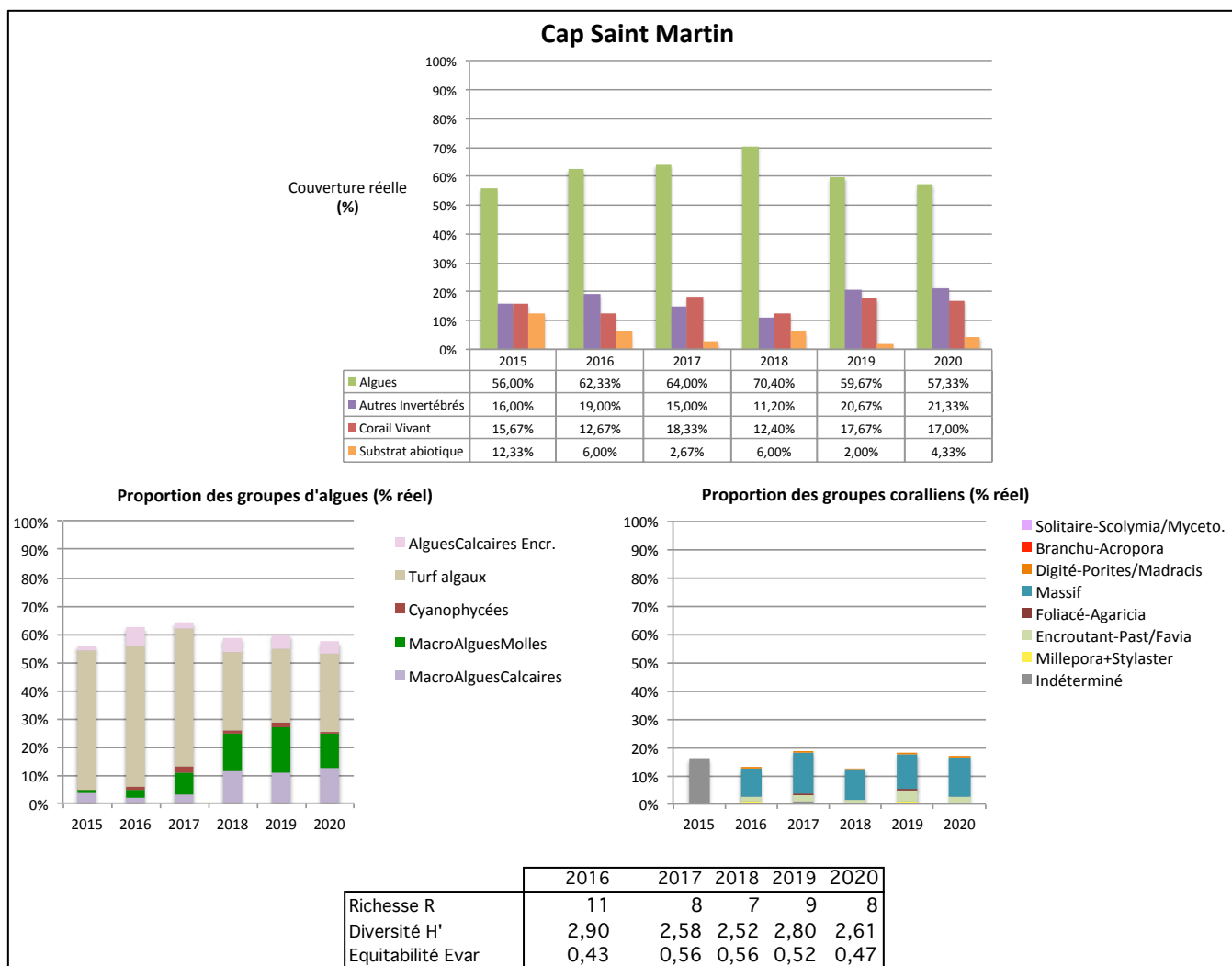


Figure 59 : Evolution du peuplement benthique et des substrats de Cap St-Martin : années 2015 à 2020

Aucun oursin n'a été observé à Cap St-Martin pendant la période 2015-2020.

2.1.4 Evaluation DCE 2015-2020

2.1.4.1 Grilles de qualité

Indice « corail »

L'indice « corail » est le **rapport « couverture corallienne vivante / substrat colonisable par les coraux »**. L'indice est calculé pour chaque transect (une station de 60m = 6 transects de 10m, qui sont des répliqués) puis la moyenne des répliqués est réalisée pour l'ensemble des années.

Le substrat colonisable correspond au substrat dur : RC + RKC + AC. (RC = roche, RKC = corail mort récemment, AC = Algues calcaires encroûtantes).

Remarques :

1. Suite à l'intercalibration entre opérateurs (GT IFRECOR-DCE récifs coralliens Antilles Françaises, 2017), les débris coralliens (RB) ont été retirés du substrat colonisable car considérés comme trop instables. Ils sont considérés colonisables lorsqu'ils sont agrégés entre eux par des algues calcaires encroûtantes, mais notés RC dans ce cas.

2. Du fait du point 1, les AC sont toujours sur du substrat RC. Le substrat colonisable se réduit donc à RC et RKC et exclus le RB, SD (sable) et SI (vase).

Tableau 8 : Grilles de qualité DCE pour l'indice « corail » (% du substrat colonisable)

Type de ME	Valeur de référence	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
1 à 3 et 5	50	40]	] 40-20]	] 20-10]	] 10-5]	<5
4, 6 et 7	60	50]	] 50-25]	] 25-12]	] 12-5]	<5

METRIQUE : Moyenne des indices « coraux » par transect sur 6 années glissantes

La pertinence de cet indice a été débattue au séminaire Science et Gestion DCE-IFRECOR d'avril 2017. Les sites de suivi DCE présentent des communautés benthiques variables, qui ont une valeur de référence et une grille de qualité commune. L'indice corail correspond à un pourcentage de recouvrement et il n'apparaît pas satisfaisant de comparer les valeurs obtenues à une valeur de référence. Un indice basé sur l'évolution interannuelle de la couverture corallienne serait plus approprié.

Indice « macroalgues »

L'indice « macroalgues » est le **rapport « couverture macroalgale (molles + calcaires érigées) / substrat total »**. Il est exprimé en % de substrat total. L'indice est calculé pour chaque transect (soit 6 répliqués par an) puis la moyenne des répliqués est réalisée pour l'ensemble des années.

Remarque : le turf n'est pas pris en compte dans cet échantillonnage. D'où l'importance de définir au mieux ce groupe, afin d'éviter les variations interannuelles dues aux différences de notation sur le terrain.

Les macroalgues sont généralement peu présentes dans un écosystème corallien en bon état de santé (McField, 2007) et ce, quelle que soit leur configuration géomorphologique. Il a par conséquent été décidé qu'une seule grille de lecture serait définie pour l'ensemble des masses d'eau. Cette grille a été définie à dire d'expert en s'appuyant sur la littérature existante.

Tableau 9 : Grilles de qualité DCE pour l'indice « macroalgues » (% du substrat total)

Type de ME	Valeur de référence (%)	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
Toutes	5	10]	] 10-20]	] 20-40]	] 40-60]	>60

METRIQUE : Moyenne des indices « macroalgues » par transect sur 6 années glissantes

Il faut rappeler que cet indice permet simplement de qualifier le niveau de colonisation de la station par les algues, un site avec peu d'algues étant considéré en meilleur état qu'un site avec une importante couverture macroalgale, où les algues seront en compétition avec les coraux pour l'espace. Les résultats ne peuvent être interprétés comme un effet de la pression d'eutrophisation en lien avec des apports par les bassins versants (présentées dans la section 6.3.3 Indicateurs nutriments). Pour cela, il faudrait connaître les genres ou groupes d'algues sensibles vs opportunistes vis-à-vis de l'enrichissement.

Indice oursins

L'indice « oursins » est défini comme étant la densité des oursins échantillonnés (en nbre d'individus/m²). Des grilles de qualité existent dans la littérature pour les diadèmes (Tableau 10). Les oursins sont échantillonnés depuis 2010 en Martinique, la quantité de données permettrait donc de réaliser/tester des grilles de qualité adaptées à la Martinique.

Tableau 10 : Exemple de grille de qualité « Diadèmes »

Classes	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
Densité de Diadèmes (nbre /m ²)	> 2,5 mais < 7	1,1-2,5	0,5-1,0	0,25-0,49	<0,25

Source : {McField, 2007}



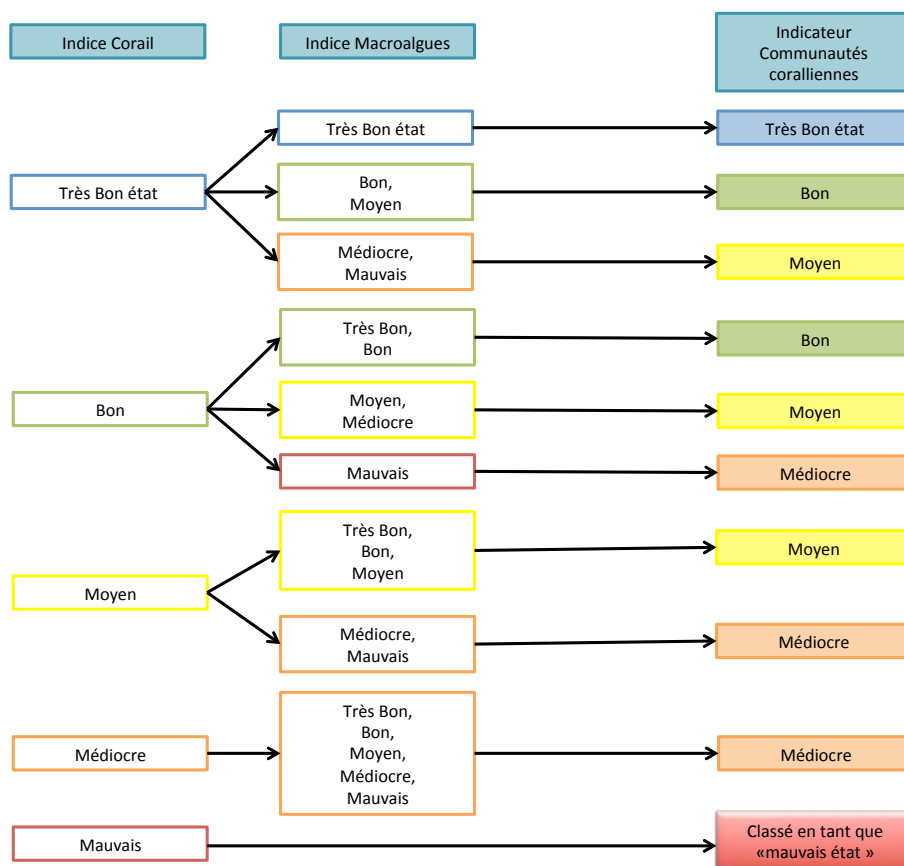
Indice non intégré à l'indicateur
Grille et métrique à tester sur les données

Indicateur communautés coralliennes : agrégation des indices

En 2012, un arbre de décision a été mis au point par Impact Mer afin d'agrèger les indices et ainsi pouvoir donner une qualité à l'indicateur « communautés coralliennes » (Figure 61, Impact Mer, 2012). Les règles de décision sont les suivantes :

- L'indice « corail » a le plus de poids dans cette classification, suivi par l'indice « macroalgues ».
- L'indice « macroalgues » peut déclasser la qualité de la masse d'eau pour cet indicateur (de maximum 2 niveaux).
- La qualité de la communauté corallienne ne peut être qualifiée de mauvaise que si l'indice « corail » est mauvais.

Cet indicateur transcrit uniquement les couvertures corallienne et macroalgale et ne tient pas compte de l'état global du site (perturbations de l'équilibre de l'écosystème).



© Impact Mer

Figure 60: Arbre de décision pour la classification des communautés coralliennes.

Indicateur communautés coralliennes : cas des masses d'eau avec plusieurs sites de suivis

Dans le cas des masses d'eau à plusieurs sites, l'indicateur communautés coralliennes est calculé pour chacun des sites. Puis, selon le principe de l'élément déclassant, le site ayant obtenu la qualité la plus faible est retenu pour représenter la qualité de la masse d'eau.

Ce traitement diffère de celui effectué jusqu'en 2018 et a été acté par l'Ifremer (après concertation entre l'Ifremer, Impact Mer et Créocéan) pour l'évaluation de 2019. Cette méthodologie doit être traduite dans le prochain Guide Relatif aux règles d'évaluation de l'état des eaux littorales dans le cadre de la DCE.

Evolutions par rapport à 2019 pour le suivi des communautés coralliennes

Traitement des données (détails en discussion):

- travail sur l'indice oursin (ou intégration à un indice multimétrique comprenant par exemple le turf) : **uniquement calcul effectué**
- indicateur communautés coralliennes: développement des indices et indicateurs dans le cadre du projet Score-Reef (2019-2021) : **non résolu**

Evolutions attendues pour le suivi et l'évaluation 2021 des communautés coralliennes

Traitement des données (détails en discussion):

- travail sur l'indice oursin : tout travail sur l'indicateur communautés coralliennes (en l'occurrence ScoreReef actuellement) devrait étudier la pertinence d'y intégrer cette indice ou de créer un nouvel indicateur.
- indicateur communautés coralliennes: développement des indices et indicateurs dans le cadre du projet Score-Reef (2019-2021)
- proposition par Impact Mer d'une fiche projet sur l'indice macroalgues (introduire la notion de groupes fonctionnels)

2.1.4.2 Qualité des communautés coralliennes : résultats des indices corail et macroalgues et de l'indicateur communautés coralliennes

Indice « corail »

Pour l'indice corail, la grille et la méthode de calcul (moyenne des couvertures coralliennes) sont celles proposées par Impact Mer en 2011. La couverture corallienne d'un transect est rapportée à la proportion de substrat colonisable, c'est-à-dire en excluant les portions de transect comportant du sable, de la vase ou des débris.

Le nombre de valeurs disponibles pour le calcul de l'indice est de six par année, correspondant aux répliqués mesurés sur un site. L'évaluation est réalisée sur six années pour les sites pérennes depuis 2014, soit 36 valeurs.

Trois masses d'eau comportent plus d'un site de suivi. L'indicateur communautés coralliennes est donc défini comme décrit ci-dessus.

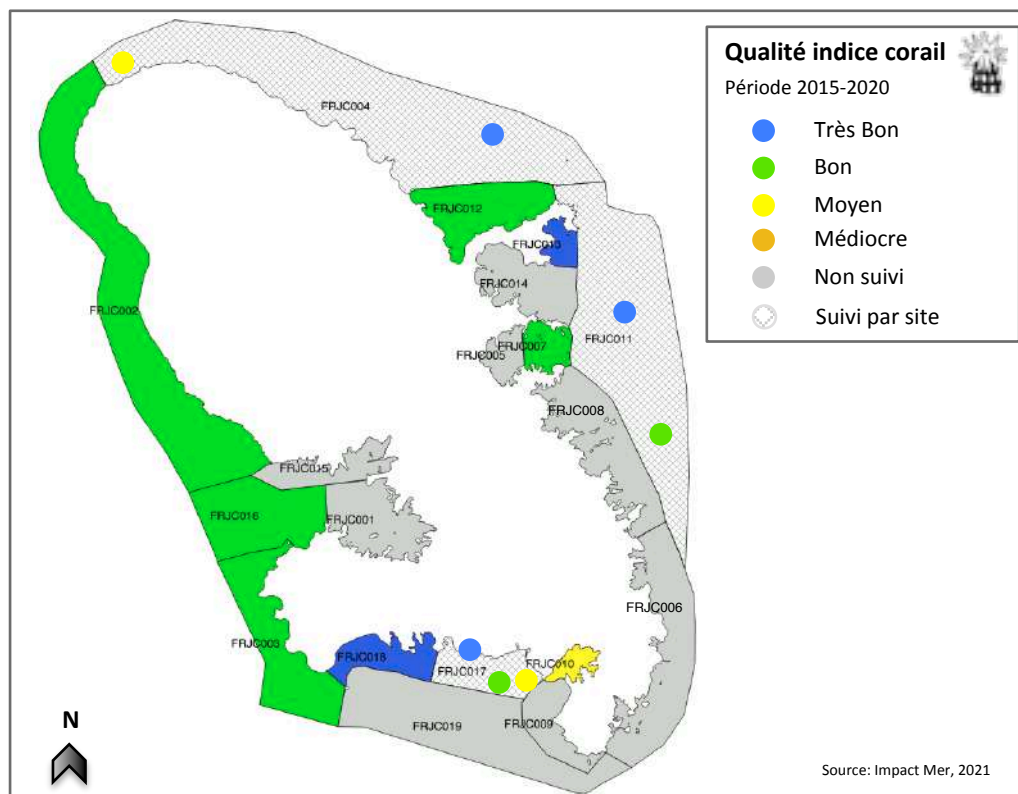


Figure 61 : Qualité des masses d'eau DCE au regard de l'indice corail, évalué selon la grille de qualité Impact Mer.

Indice « macroalgues »

Pour l'indice macroalgues, la grille et la méthode de calcul (moyenne des couvertures macroalgales) sont celles proposées par Impact Mer en 2011. La couverture macroalgale d'un transect concerne les macroalgues molles et calcaires et exclut le turf et les algues calcaires encroûtantes.

Le nombre de valeurs disponibles pour le calcul de l'indice est le même que pour l'indice corail (données corail et macroalgues relevées sur les mêmes transects).

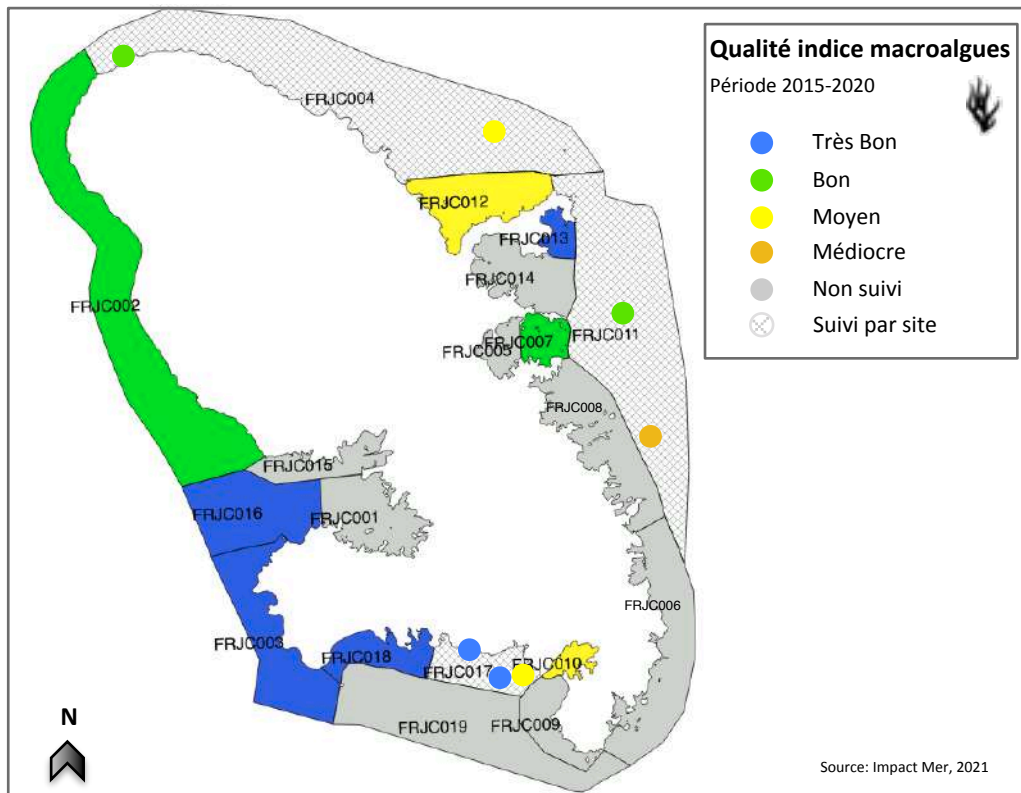


Figure 62 : Qualité des masses d'eau DCE au regard de l'indice macroalgues, évalué selon la grille de qualité Impact Mer.

Indicateur « communautés coralliennes »

L'indicateur communautés coralliennes résulte de la combinaison des deux indices, corail et macroalgues, par le biais d'un arbre de décision (Figure 61). Ce dernier donne un plus grand poids à l'indice corail.

Les valeurs et qualités obtenues pour chaque indice sont reprises dans le Tableau 11 et la qualité de l'indicateur communautés coralliennes résultant de ces deux indices est présentée.

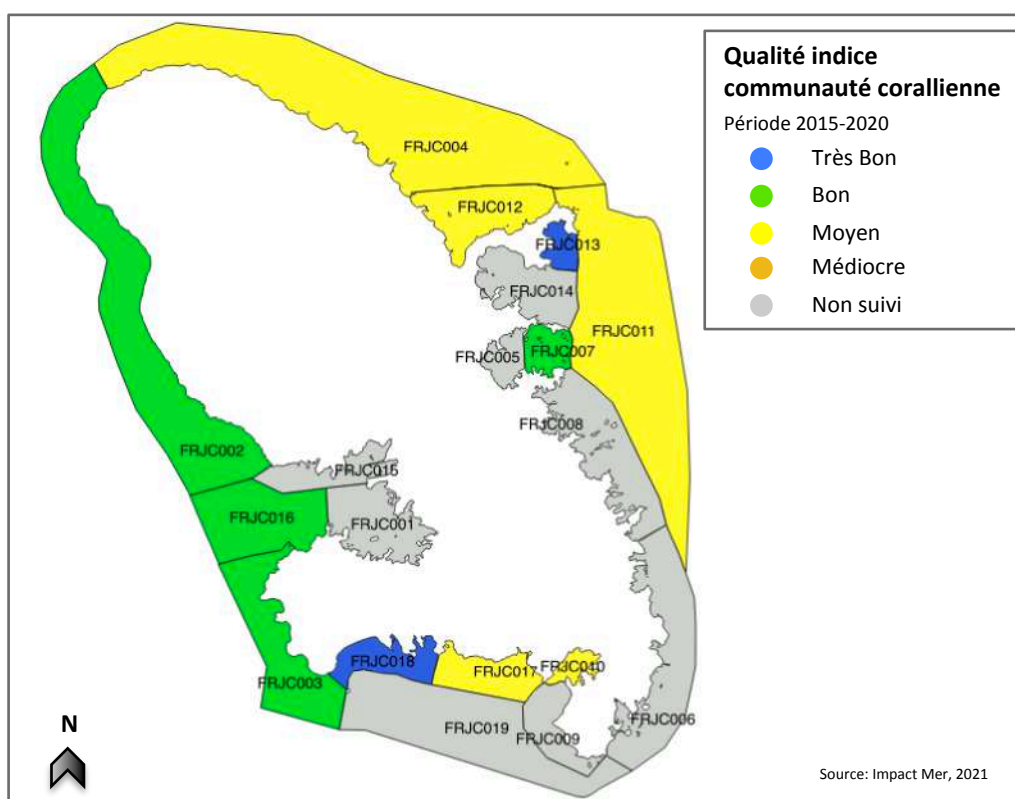
Du point de vue de la couverture corallienne et macroalgale mesurée entre 2015 et 2020, la qualité des masses d'eau est donnée comme suit :

- Très bonne (bonne couverture corallienne et faible couverture macroalgues) : FRJC013-Baie du Trésor et FRJC018-Caye d'Olbian
- Bonne : FRJC007-Ilet à Rats, FRJC016-Caye Grande Sèche, FRJC003-Cap Salomon, FRJC002-Fond Boucher
- Moyenne : FRJC010-Baie du Marin, FRJC012-Loup Ministre, FRJC011-Loup Garou / Caye Pinsonnelle, FRJC004-Loup Caravelle / Cap Saint-Martin, FRJC017-Corps de Garde / Jardin Tropical / Pointe Borgnesse

Huit masses d'eau ne présentent pas de communautés coralliennes ou ne sont pas évaluées pour ce paramètre.

Tableau 11 : Qualité des masses d'eau DCE au regard de l'indicateur communautés coralliennes évalué selon la grille de Impact Mer, 2011. (ME= Masse d'Eau, TB = Très Bonne ; Moy = Moyenne ; Méd = Médiocre et Mauv = Mauvaise)

Type	Code ME	Site	Indice corail	Qualité (IM, 2011)	Ind. Macro algues	Qualité (IM, 2011)	Qualité indicateur com. corallienne (IM, 2011) par site	Qualité indicateur com. corallienne (IM, 2011) par ME	n valeurs	années
1	FRJC013	Baie du Trésor	57%	TB	6%	TB	TB	TB	36	2015-2020
	FRJC007	Ilet à Rats	34%	Bon	13%	Bon	Bon	Bon	36	2015-2020
	FRJC016	Caye Grande Sèche	29%	Bon	4%	TB	Bon	Bon	36	2015-2020
	FRJC010	Baie du Marin	13%	Moy	34%	Moy	Moy	Moy	36	2015-2020
2	FRJC012	Loup Ministre	28%	Bon	35%	Moy	Moy	Moy	36	2015-2020
3	FRJC011	Loup Garou	45%	TB	12%	Bon	Bon	Moy	36	2015-2020
		Caye Pinsonnelle	26%	Bon	50%	Méd	Moy	Moy	36	2015-2020
4	FRJC004	Loup Caravelle	50%	TB	29%	Moy	Bon	Moy	36	2015-2020
		Cap St Martin	17%	Moy	16%	Bon	Moy	Moy	36	2015-2020
5	FRJC003	Cap Salomon	28%	Bon	4%	TB	Bon	Bon	36	2015-2020
	FRJC002	Fond Boucher	29%	Bon	15%	Bon	Bon	Bon	36	2015-2020
6	FRJC017	Corps de Garde	50%	TB	2%	TB	TB	Moy	36	2015-2020
		Jardin Tropical	40%	Bon	9%	TB	Bon	Moy	36	2015-2020
		Pointe Borgnesse	21%	Moy	39%	Moy	Moy	Moy	36	2015-2020
	FRJC018	Caye D'Olbian	71%	TB	7%	TB	TB	TB	36	2015-2020



Il est rappelé que l'« indicateur communautés coralliennes » transcrit uniquement les couvertures coralliennes (« indice corail ») et macroalgues (« indice macroalgues ») et ne tient pas compte de l'état global du site (perturbations de l'équilibre de l'écosystème). Des travaux sont en cours (projet Score Reef) pour développer un indicateur plus pertinent pour traduire les pressions sur l'écosystème récifal (cf. 2.1.4.2).

2.1.4.3 Evolution des notes des indices corail et macroalgues depuis 2009

En ce qui concerne l'indice corail calculé sur les 6 dernières périodes de 6 ans (Tableau 12), la majorité des sites présentent une augmentation de la couverture corallienne (moyennée sur 6 ans) d'environ 2%, perceptible ou non par la classe de qualité. Aucun site ne voit sa couverture diminuer.

Les évolutions de qualités sont :

- de Bon à Très Bon pour Loup Caravelle (49,5 à 50,2%)

Tableau 12 : Evolution des indices corail entre 2010 et 2020 sur les sites du réseau de suivi

Type	Code ME	Site	2010-2015		2011-2016		2012-2017		2013-2018		2014-2019		2015-2020	
			Indice corail	Qualité (IM, 2011)	Indice corail	Qualité (IM, 2011)	Indice corail	Qualité (IM, 2011)	Indice corail	Qualité (IM, 2011)	Indice corail	Qualité (IM, 2011)	Indice corail	Qualité (IM, 2011)
1	FRJC013	Baie du Trésor	44%	TB	49%	TB	50%	TB	53%	TB	55%	TB	57%	TB
	FRJC007	Ilet à Rats	29%	Bon	30%	Bon	30%	Bon	31%	Bon	33%	Bon	34%	Bon
	FRJC016	Caye Grande Sèche	22%	Bon	25%	Bon	26%	Bon	27%	Bon	29%	Bon	29%	Bon
	FRJC010	Baie du Marin	8%	Méd	8%	Méd	8%	Méd	10%	Méd	11%	Moy	13%	Moy
2	FRJC012	Loup Ministre	29%	Bon	29%	Bon	28%	Bon	27%	Bon	26%	Bon	28%	Bon
	3	FRJC011	Loup Garou	34%	Bon	37%	Bon	37%	Bon	22%	Bon	42%	TB	45%	TB
		Caye Pinsonnelle	16%	Moy	18%	Moy	19%	Moy	Bon		24%	Bon	26%	Bon
4	FRJC004	Loup Caravelle	44%	Bon	47%	Bon	47%	Bon	17%	Moy	50%	Bon	50%	TB
		Cap St Martin	20%	Moy	18%	Moy	18%	Moy			17%	Moy	17%	Moy	17%	Moy
5	FRJC003	Cap Salomon	20%	Bon	21%	Bon	22%	Bon	23%	Bon	26%	Bon	28%	Bon
	FRJC002	Fond Boucher	19%	Moy	20%	Moy	22%	Bon	23%	Bon	26%	Bon	29%	Bon
6	FRJC017	Corps de Garde	36%	Bon	38%	Bon	40%	Bon	17%	Moy	48%	Bon	50%	TB
		Jardin Tropical	26%	Bon	28%	Bon	30%	Bon			38%	Bon	40%	Bon
		Pointe Borgnesse	17%	Moy	17%	Moy	16%	Moy			19%	Moy	21%	Moy
		FRJC018	Caye D'Olbian	68%	TB	64%	TB	67%			TB	69%	TB	70%	TB	71%	TB

En ce qui concerne l'indice macroalgues, la couverture de la plupart des sites est stable (4 sites) ou en baisse (de 1 à 3 %) (moyennée sur 6 ans), perceptible ou non par la classe de qualité. La couverture est en augmentation sur 4 sites (Cap St-Martin, Fond Boucher, Caye d'Olbian et Jardin Tropical).

Les évolutions de qualités sont :

- Pointe Borgnesse qui est passé de qualité Médiocre à Moyenne (41 à 39 %).

Tableau 13 : Evolution de l'indice macroalgues entre 2010 et 2020 sur les sites du réseau de suivi

Type	Code ME	Site	2010-2015		2011-2016		2012-2017		2013-2018		2014-2019		2015-2020	
			Indice macro - algues	Qualité (IM, 2011)	Indice macro - algues	Qualité (IM, 2011)	Indice macro - algues	Qualité (IM, 2011)	Indice macro - algues	Qualité (IM, 2011)	Indice macro - algues	Qualité (IM, 2011)	Indice macro - algues	Qualité (IM, 2011)
1	FRJC013	Baie du Trésor	6%	TB	6%	TB	6%	TB	7%	TB	6%	TB	6%	TB
	FRJC007	Ilet à Rats	20%	Bon	19%	Bon	18%	Bon	17%	Bon	14%	Bon	13%	Bon
	FRJC016	Caye Grande Sèche	4%	TB	4%	TB	3%	TB	5%	TB	5%	TB	4%	TB
	FRJC010	Baie du Marin	35%	Moy	38%	Moy	38%	Moy	37%	Moy	35%	Moy	34%	Moy
2	FRJC012	Loup Ministre	44%	Méd	43%	Méd	40%	Méd	41%	Méd	39%	Moy	35%	Moy
	3	FRJC011	Loup Garou	16%	Bon	17%	Bon	15%	Bon	58%	Méd	13%	Bon	12%	Bon
		Caye Pinsonnelle	67%	Mauvais	65%	Mauvais	62%	Mauvais	53%		Méd	50%	Méd	
4	FRJC004	Loup Caravelle	32%	Moy	29%	Moy	29%	Moy	28%	Moy	29%	Moy	29%	Moy
		Cap St Martin	6%	TB	6%	TB	7%	TB			13%	Bon	16%	Bon
5	FRJC003	Cap Salomon	3%	TB	3%	TB	3%	TB	3%	TB	4%	TB	4%	TB
	FRJC002	Fond Boucher	15%	Bon	14%	Bon	14%	Bon	14%	Bon	14%	Bon	15%	Bon
6	FRJC017	Corps de Garde	2%	TB	2%	TB	2%	TB	41%	Méd	2%	TB	2%	TB
		Jardin Tropical	6%	TB	5%	TB	6%	TB			8%	TB	9%	TB
		Pointe Borgnesse	39%	Moy	39%	Moy	41%	Méd			41%	Méd	39%	Moy
		FRJC018	Caye D'Olbian	4%	TB	6%	TB	6%			TB	6%	TB	7%	TB

Indice « oursins »

Pour l'indice oursin, la grille et la méthode de calcul (moyenne des densités de *Diadema antillarum*) sont celles proposées par Impact Mer en 2011.

Cet indice n'est pas utilisé pour l'évaluation DCE.

Le résultat de cet indice est présenté pour la première fois dans ce rapport (Tableau 14). Les densités moyennes sur 6 ans sont faibles, variant entre 0 et 0,7 *Diadema antillarum*/m². Ces densités classent ainsi la plupart des stations en mauvaise qualité.

Quatre stations sont en qualité médiocre : Loup Garou, Fond Boucher, Corps de Garde et Caye d'Olbian.

Une station est en qualité moyenne : Cap Salomon.

La grille proposée est basée sur la bibliographie. Il apparaît qu'elle n'est pas adaptée aux densités retrouvées sur la Martinique. Une nouvelle analyse bibliographique ainsi qu'une analyse globale des données récoltées sur la Martinique et la Guadeloupe ces dernières années permettraient d'affiner cette grille.

Tableau 14 : Qualité des masses d'eau DCE au regard de l'indice oursin évalué selon la grille de Impact Mer, 2011. (ME= Masse d'Eau, TB = Très Bonne ; Moy = Moyenne ; Méd = Médiocre et Mauv = Mauvaise)

Type	Code ME	Site	Indice oursins (moyenne densités)	n valeurs	années	Etat (IM, 2011)
1	FRJC013	Baie du Trésor	0,013	36	2015-2020	Mauvais
	FRJC007	Ilet à Rats	0,063	36	2015-2020	Mauvais
	FRJC016	Caye Grande Sèche	0,012	36	2015-2020	Mauvais
	FRJC010	Baie du Marin	0,007	36	2015-2020	Mauvais
2	FRJC012	Loup Ministre	0,001	36	2015-2020	Mauvais
3	FRJC011	Loup Garou	0,273	36	2015-2020	Médiocre
		Caye Pinsonnelle	0,000	36	2015-2020	Mauvais
4	FRJC004	Loup Caravelle	0,000	36	2015-2020	Mauvais
		Cap St Martin	0,000	36	2015-2020	Mauvais
5	FRJC003	Cap Salomon	0,683	36	2015-2020	Moyen
	FRJC002	Fond Boucher	0,383	36	2015-2020	Médiocre
6	FRJC017	Corps de Garde	0,332	36	2015-2020	Médiocre
		Jardin Tropical	0,180	36	2015-2020	Mauvais
		Pointe Borgnesse	0,032	36	2015-2020	Mauvais
	FRJC018	Caye D'Olbian	0,269	36	2015-2020	Médiocre

2.1.5 Discussion générale communautés coralliennes

2.1.5.1 Commentaires globaux sur les observations de 2020

Aucun phénomène lié à un événement climatique, tel qu'un blanchissement généralisé (élévation de la température) ou de la casse de colonie (houle cyclonique), n'a été observé sur le pourtour de la Martinique en 2020. Cette année, aucun site n'était ou n'avait été récemment affecté par les sargasses.

L'ophiure invasive (*Ophiotela mirabilis*) (Thé de Araujo et al., 2018) a été aperçue sur quelques sites de la côte Atlantique, sur des gorgones éventail et arborescentes.

La maladie à croissance rapide « Stony coral tissue loss disease » (SCTLD) a probablement été aperçue sur les sites de Loup Caravelle, Corps de Garde, Caye Grande Sèche et Cap Salomon. Suite à ces observations, une première campagne de vérification a été menée en décembre 2020 sur Caye Grande Sèche. Des investigations ont également été menées début 2021 sur plusieurs sites du sud de la Martinique.

Les détails concernant la campagne de suivi sont présentés dans le Rapport de campagne complet 2020.

2.1.5.2 Evaluation de l'état écologique général et évaluation des pressions : pistes de métriques et indices

Les suivis DCE visent à définir la qualité du milieu et à faire le lien avec des pressions anthropiques sur lesquelles une action est *a priori* possible. Or, les métriques descripteurs des communautés coralliennes peuvent également être influencées par des facteurs « naturels » (comme par ex. épisodes climatiques, hydrodynamisme, etc.), complexifiant de ce fait l'évaluation DCE pouvant être obtenue à partir de ces métriques.

Ce point avait été abordé lors des ateliers DCE (2012, 2013 et 2014) et soulevé à nouveau lors du séminaire de 2017.

Lors du séminaire, voici ce qui a été rappelé de ce que l'on attend d'un outil de bioindication « DCE » (texte de la première colonne extrait du compte rendu du séminaire), avec pour chaque point l'ajout de commentaires vis-à-vis de la situation de la DCE Antilles:

Outil de bioindication DCE	Commentaires	Actions et idées à développer
1. reflète l'état de santé d'un milieu en se basant sur les caractéristiques des communautés (biocénotique)	1a. mesures sur le PIT adaptées 1b. interprétation à améliorer : les indices de couverture corallienne et algale sont adaptés pour évaluer l'évolution d'un site et il n'est pas adéquat de les comparer entre eux ou à une valeur de référence 1c. Étudier les paramètres non analysés	1bi. l'évolution du recouvrement corallien au cours des années pourrait être un indicateur plus pertinent que la couverture corallienne à un temps donné (type Ifrecor) 1bii. Analyses des données existantes et propositions d'indices 1c. Proposition par Impact Mer de la note de « vulnérabilité » des communautés
2. capable de rendre compte de l'impact des différentes pressions anthropiques + intégrateur de la variabilité naturelle spatiale et temporelle, pour séparer le fonctionnement naturel du milieu, de ce qui est imputable aux activités humaines	2a. le protocole et le plan d'échantillonnage actuel du Réseau de Contrôle de Surveillance (RCS) ne sont pas adaptés à l'évaluation de pressions spécifiques. 2b. Recherche bibliographique sur les paramètres adaptés à l'évaluation des pressions : les indicateurs benthos récifal et macroalgues sont en cours de développement pour le 3ème cycle DCE (2022-2027)	2ai. Analyser toutes les données long terme récoltées dans la Caraïbes (DCE, GCRMN...) avant de décider d'une stratégie d'échantillonnage 2aii. Stations ciblant des pressions spécifiques, afin de tester les indicateurs sur la base de pressions connues 2bi. Test des paramètres sur les stations définies en 2aii
3. évaluation exprimée par rapport à un état de référence décliné selon une typologie des masses d'eau		pour 1bi : définir des seuils de classes pour une métrique d'évolution en valeur absolue, c'est-à-dire classer une métrique par rapport à la valeur de son évolution entre deux mesures

Les indicateurs benthos récifal et macroalgues sont en cours de développement pour le 3ème cycle DCE (2022-2027). Le groupe de travail « Indicateur » envisagé lors du séminaire d'avril 2017 ne sera finalement pas créé, par décision de l'AFB. Cependant le projet SCORE Reef a démarré début 2019, regroupant des chercheurs internationaux pour travailler sur le développement de l'indicateur. Le protocole de suivi des communautés coralliennes permet de noter un grand nombre de paramètres dont les abondances et diversités coralliennes et macroalgales, les abondances des invertébrés benthiques, le turf, les oursins, l'hypersédimentation, l'état de santé global. Pour le moment, seules les abondances de corail vivant et de macroalgues servent au calcul de deux indices : l'indice « corail » et l'indice « macroalgues ».

Indice corail

La pertinence de l'indice corail a été débattue au séminaire de 2017. En effet, les paysages sous-marins martiniquais sont très riches et variés. Plusieurs « typologies » peuvent être observées parmi lesquelles la barrière corallienne sud atlantique, les récifs frangeants méridionaux, les cayes, les constructions coralliennes sur substrat rocheux (dont éboulis de Cap Salomon). L'expérience acquise au fil des années a permis de mettre en évidence plusieurs incohérences dans le réseau de suivi, de proposer des modifications et de repositionner plusieurs stations. Cela a été notamment le cas pour les communautés coralliennes qui ont connu un phénomène de phase-shift vers des communautés de type algueraies (et ce bien avant les premiers suivis).

L'évaluation de l'indice corail est pour le moment basée sur deux grilles de qualité, chacune regroupant plusieurs types de masses d'eau. Cependant, certains sites présentent des conditions hydro-morphologiques particulières (fort brassage à Cap St-Martin, éboulis rocheux à Cap Salomon, envasement à Caye Grande Sèche...) qui vont modeler les communautés présentes.

L'indice « corail », tel qu'il est calculé actuellement, n'apparaît pas satisfaisant pour comparer les sites à une valeur de référence, d'où le problème de la bonne qualité obtenue pour les sites envasés ou pour les sites ayant une hydro-morphologie particulière. La valeur calculée, qui correspond à un taux de recouvrement, est plus appropriée pour observer la tendance évolutive des sites. Cette évolution serait ensuite comparée à une évolution de référence (proche de la stabilité ?).

Il a été suggéré de travailler soit sur un indice multimétrique incluant d'autres paramètres pris en compte dans les suivis, soit de travailler sur des grilles basées sur l'évolution interannuelle.

- **Indice de l'évolution interannuelle de la couverture corallienne**

Dans sa revue des couvertures coralliennes sur l'ensemble de la Caraïbe, Jackson (2014) propose une note de changement proportionnel. Il considère des couvertures moyennes sur trois périodes de plus de 10 ans et calcule le changement proportionnel.

Le calcul a été testé cette année sur les données de 2015 à 2020 : la différence de couverture corallienne moyenne d'un site (moyenne des transects) est calculée entre l'année n+1 et l'année n, sur les six dernières années. Puis la moyenne des différences est calculée pour obtenir l'indice (Tableau 8).

Tableau 15 : Calcul pour l'indice évolution interannuelle de la couverture corallienne

Type	Code ME	Site	2016-2015	2017-2016	2018-2017	2019-2018	2020-2019	Indice évolution couverture
1	FRJC013	Baie du Trésor	4%	1%	-1%	4%	6%	3%
	FRJC007	Ilet à Rats	0%	-2%	2%	2%	3%	1%
	FRJC016	Caye Grande Sèche	-5%	1%	5%	-7%	0%	-1%
	FRJC010	Baie du Marin	3%	-4%	6%	-1%	3%	1%
2	FRJC012	Loup Ministre	-1%	-6%	-1%	3%	9%	1%
	3	FRJC011	Loup Garou	2%	-3%	7%	0%	9%	3%
		Caye Pinsonnelle	2%	5%	2%	-2%	3%	2%
4	FRJC004	Loup Caravelle	6%	-7%	-2%	9%	-2%	1%
		Cap St Martin	-4%	5%	-6%	5%	-2%	0%
5	FRJC003	Cap Salomon	-7%	9%	-1%	3%	-1%	1%
	FRJC002	Fond Boucher	-3%	7%	-4%	4%	9%	3%
6	FRJC017	Corps de Garde	2%	7%	-3%	3%	1%	2%
		Jardin Tropical	10%	-9%	7%	0%	3%	2%
		Pointe Borgnesse	0%	-5%	6%	-1%	6%	1%
		FRJC018	Caye D'Olbian	-8%	9%	-3%	5%	1%	1%

Les notes d'évolution moyenne obtenues varient selon les sites entre une régression de la couverture (-1%) et une augmentation de 3%. Les comparaisons interannuelles sont quant à elles plus contrastées, avec des régressions jusqu'à 9 % (Jardin Tropical entre 2016 et 2017) et des augmentations jusqu'à 10 % (Jardin Tropical entre 2015 et 2016). On constate que pour un même site, les différences interannuelles peuvent être totalement opposées d'une année à l'autre.

Le mode de calcul de l'indice évolution de la couverture est à approfondir en fonction de la bibliographie disponible et sera probablement emmené à évoluer. Cet indice aurait vocation à remplacer ou compléter l'Indice corail.

Indice macroalgues

Concernant l'indicateur basé sur les groupes fonctionnels, il n'y a pas eu d'avancées concernant la définition de catégories telles que proposées au séminaire de 2017 (algues brune/vertes calcifiées/vertes non calcifiées/rouge/etc.). Pour rappel en France métropolitaine, l'indice macroalgues est basé sur les groupes fonctionnels. Le Moal et Payri (2015) ont proposé d'identifier les algues au niveau du genre pour les suivis DCE et de les classer en trois grandes catégories : algues pérennes, saisonnières ou opportunistes. La question des catégories à définir a été débattue au séminaire, avec la suggestion d'autres catégories telles que algues brunes, algues vertes calcifiées/non calcifiées, encroûtantes/non encroûtantes...

Le tapis algal composé d'algues de tailles inférieures à 3 cm est appelé turf. Le turf n'est pas considéré dans l'indice macroalgues. Deux types de turf se retrouvent sur les stations suivies pour la DCE : du turf assez long formé de plusieurs espèces de macroalgues enchevêtrées et du turf ras dans lequel les espèces ne sont pas identifiables.

La non prise en compte du recouvrement en turf pour le calcul de l'indice macroalgues questionne sur la pertinence de l'indice pour le site Caye Grande Sèche par exemple, et pour les autres sites riches en turf. En effet, pour reprendre l'exemple de Caye Grande Sèche, les « macroalgues non calcaires » présentent un recouvrement de seulement 1,7% du PIT. Ainsi, l'indice macroalgues reflète un site en très bon état alors que le turf représente 30% du recouvrement du site, pourcentage particulièrement élevé.

Ecologiquement, l'installation d'un tapis de turf sur un milieu rocheux entraîne une retenue accrue des sédiments (Harris, 2015). Cet impact est d'autant plus important que le site de Caye Grande Sèche est soumis à une hypersédimentation. De plus, les tapis de turf entraînent une miniaturisation et une homogénéisation de l'habitat, soutenant ainsi une plus faible diversité de faune associée (Pessarrodona *et al.*, 2021).

Ignorer le pourcentage de turf pour la qualification d'un site revient donc à sous-estimer l'impact négatif de son abondance sur le fonctionnement de l'écosystème : retenue des sédiments, simplification de l'habitat, diminution de la diversité associée et compétition pour le substrat avec les coraux (Harris, 2015). De plus le turf est un nom générique incluant un cortège de macroalgues de taille inférieure à 3 cm, non calcaires filamenteuses gazonnante, justifiant ainsi son inclusion dans la catégorie « macroalgues non calcaire ».

Etat écologique général

Les indices calculés reflètent uniquement les couvertures en corail et macroalgues des sites. Cependant, un site peut présenter de nombreux signes « d'agressions » sans pour autant avoir une faible couverture corallienne. Pour intégrer l'état global des sites, de nombreux autres paramètres observés, tels que la présence de nécroses et de maladies sur les colonies coralliennes, les cyanobactéries, les organismes encroûtants ou bioérodeurs, témoignent du niveau de vulnérabilité des communautés.

- **Indice « vulnérabilité »**

Dans l'optique d'une future intégration à l'indicateur communautés coralliennes, quatre paramètres ont été choisis pour établir un indice de « vulnérabilité » : les cyanophycées, le blanchissement, les nécroses et les perturbations (organismes encroûtants, organismes perforants, blessures, présence de maladies).

Les quatre métriques établies à partir de ces paramètres sont présentées ci-dessous, ainsi que les réflexions sur leur évolution depuis leur création en 2017 (Tableau 15).

CYANOPHYCEES	
2017 proposition	couverture en cyanophycées des transects (moyenne entre 2014 et 2019)
2017 remarque	le poids apporté par la présence de cyanophycées par rapport à l'impact réel qu'elles peuvent avoir sur les communautés :
2018 proposition	impact non négligeable selon la bibliographie (De Bakker <i>et al.</i> , 2017 ; Brocke <i>et al.</i> , 2015)
2019 remarque	-

BLANCHISSEMENT	
2017 proposition	le pourcentage d'occurrence de colonies blanchies à 1% et plus / nombre de colonies observées (moyenne entre 2014 et 2019)
2017 remarque	-
2018 proposition	il est difficile lors d'une plongée ponctuelle de définir si les zones blanches d'une colonie correspondent à du blanchissement, à une maladie ou à une attaque (morsures, vers...). Il faudrait pouvoir réaliser des photographies macro de toutes les colonies suspectes, ce que ne permet pas un suivi de type Point Intercept avec un nombre important de points à réaliser en un temps de plongée limitée. Il semblerait que les données portant sur ce critère soient peu fiables et dépendantes de l'observateur. Il serait plus juste de donner une note de blanchissement par transect, qui s'appliquerait dans ce cas à un événement majeur et clairement identifiable comme étant du blanchissement. Le critère blanchissement peut également être remis en cause car trop dépendant de la saison d'observation. Une campagne de suivi réalisée en septembre donnerait un taux de blanchissement fort probablement plus important que l'actuel suivi réalisé en juin.
2019 remarque	ce questionnement serait-il le même en cas de vrai épisode de blanchissement ?

NECROSES	
2017 proposition	le pourcentage d'occurrence des colonies nécrosées à plus de 50% / nombre de colonies observées (moyenne des transects en 2018 et 2019)
2017 remarque	l'évaluation de l'importance des nécroses sur un site, notées de 0 à 2 alors que ce devrait être une abondance relative puisque leur abondance dépend de la couverture corallienne :
2018 proposition	suite à ce problème, le protocole de suivi a été modifié en 2018 de façon à noter les nécroses selon le même protocole que le blanchissement. Ce paramètre a donc pu être traité cette année en abondance relative. Les nécroses étant présentes sur la quasi-intégralité des colonies, il a été décidé de considérer uniquement les nécroses occupant plus de 50 % de la colonie.
2019 remarque	Il pourrait être intéressant de traiter les résultats concernant les nécroses d'un point de vue inverse, c'est-à-dire le pourcentage de colonies non nécrosées. Ce type de traitement permettrait d'avoir une information sur la capacité de résilience du récif, dans la mesure où plus il y a de colonies saines, moins il y a d'entrées possibles pour divers pathogènes par exemple.
2020 proposition	le pourcentage d'occurrence des colonies non nécrosées / nombre de colonies observées, avec une proposition de grille d'évaluation basée sur les valeurs obtenues

PERTURBATIONS	
2017 proposition	le pourcentage d'occurrence des colonies présentant une ou plusieurs perturbations (valeurs de 2019). Ces dernières sont définies comme étant liées à des organismes encroûtants (gorgone <i>E. caribaeorum</i> , zoanthaire <i>P. caribaeorum</i> , cyanobactéries), à des organismes perforants (éponges), à des blessures (morsures et broutage), à la présence de maladies.
2017 remarque	-
2018 proposition	-
2019 remarque	-

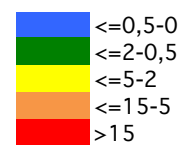
La compilation de ces quatre métriques donne la qualité de l'indice « vulnérabilité » (Tableau 16). Cet indice est ensuite relié à l'indicateur communautés coralliennes (Tableau 18).

GRILLES DE QUALITE et CALCUL DE L'INDICE	
2017 proposition	
2017 remarque	il faudrait envisager la construction d'une grille de qualité par paramètre et le calcul de la moyenne des notes pour avoir l'indice global, plutôt que de travailler avec les valeurs brutes
2018 proposition	des grilles sont proposées pour chaque métrique sur la base de données bibliographiques, mais des notes d'EQR ne peuvent pas être envisagées sans une étude bibliographique approfondie et une analyse complète des données ; Les qualités de chaque métrique sont compilées sous forme d'indice global selon le principe de l'élément déclassant
2019 remarque	il y a un effet cumulatif des perturbations. Plus il y a de métriques déclassées, plus l'indice doit être mauvais. Par exemple Baie du Marin devrait avoir un indice de vulnérabilité plus déclassant que Loup Caravelle.

Révision de l'INDICATEUR COMMUNAUTES CORALLIENNES par l'INDICE VULNERABILITE	
2017 proposition	l'indicateur communautés coralliennes est révisé par l'indice vulnérabilité selon le principe de l'élément déclassant entre l'indicateur communautés coralliennes et l'indice vulnérabilité
2017 remarque	le déclassement de plus d'un niveau est probablement trop sévère et donne trop de poids à l'indice vulnérabilité. Le déclassement pourrait être appliqué uniquement sur les sites classés en qualité Très Bonne et Bonne
2018 proposition	Il pourrait également être envisagé d'utiliser l'indice « vulnérabilité » comme un élément surclassant. Dans le cas où un site présente peu ou pas de signes d'agression, il est possible de supposer que les colonies coralliennes trouveront des conditions favorables à leur développement.
2019 remarque	-
2020 proposition	l'indice de vulnérabilité 2 est évalué avec la métrique zéro nécrose et par site

Tableau 16 : Détails de l'évaluation des qualités des quatre métriques composant l'indice de vulnérabilité

Type	Code ME	Site	Couverture cyanophycées (moyenne transects)	n valeurs	années	Qualité (IM, 2018)
1	FRJC013	Baie du Trésor	2,5%	36	2015-2020	
	FRJC007	Ilet à Rats	3,1%	36	2015-2020	
	FRJC016	Caye Grande Sèche	1,3%	36	2015-2020	
	FRJC010	Baie du Marin	3,8%	36	2015-2020	
2	FRJC012	Loup Ministre	2,2%	36	2015-2020	
3	FRJC011	Loup Garou	1,7%	36	2015-2020	
		Caye Pinsonnelle	1,1%	36	2015-2020	
4	FRJC004	Loup Caravelle	4,8%	36	2015-2020	
		Cap St Martin	1,1%	36	2015-2020	
5	FRJC003	Cap Salomon	0,4%	36	2015-2020	
	FRJC002	Fond Boucher	4,4%	36	2015-2020	
6	FRJC017	Corps de Garde	0,6%	36	2015-2020	
		Jardin Tropical	1,4%	36	2015-2020	
		Pointe Borgnesse	1,6%	36	2015-2020	
	FRJC018	Caye D'Olbian	0,6%	36	2015-2020	



Type	Code ME	Site	% d'Occurrence de colonies blanchies à 1% et plus (moyenne transects)	n valeurs	années	Qualité (IM, 2018)
1	FRJC013	Baie du Trésor	2,80	36	2015-2020	
	FRJC007	Ilet à Rats	1,15	36	2015-2020	
	FRJC016	Caye Grande Sèche	2,33	36	2015-2020	
	FRJC010	Baie du Marin	3,45	35	2015-2020	
2	FRJC012	Loup Ministre	0,28	36	2015-2020	
3	FRJC011	Loup Garou	0,35	36	2015-2020	
		Caye Pinsonnelle	2,06	36	2015-2020	
4	FRJC004	Loup Caravelle	0,12	36	2015-2020	
		Cap St Martin	1,24	36	2015-2020	
5	FRJC003	Cap Salomon	0,49	36	2015-2020	
	FRJC002	Fond Boucher	0,72	36	2015-2020	
6	FRJC017	Corps de Garde	0,96	36	2015-2020	
		Jardin Tropical	0,16	36	2015-2020	
		Pointe Borgnesse	1,58	36	2015-2020	
	FRJC018	Caye D'Olbian	0,10	36	2015-2020	



Type	Code ME	Site	% d'Occurrence de colonies non nécrosées	n valeurs	années	Qualité (IM, 2018)
1	FRJC013	Baie du Trésor	41,04	18	2018-2020	
	FRJC007	Ilet à Rats	23,04	18	2018-2020	
	FRJC016	Caye Grande Sèche	29,62	18	2018-2020	
	FRJC010	Baie du Marin	28,69	18	2018-2020	
2	FRJC012	Loup Ministre	35,45	18	2018-2020	
3	FRJC011	Loup Garou	40,58	18	2018-2020	
		Caye Pinsonnelle	35,27	18	2018-2020	
4	FRJC004	Loup Caravelle	24,97	18	2018-2020	
		Cap St Martin	36,54	18	2018-2020	
5	FRJC003	Cap Salomon	67,18	18	2018-2020	
	FRJC002	Fond Boucher	42,94	18	2018-2020	
6	FRJC017	Corps de Garde	32,51	18	2018-2020	
		Jardin Tropical	33,06	18	2018-2020	
		Pointe Borgnesse	24,75	18	2018-2020	
	FRJC018	Caye D'Olbian	29,84	18	2018-2020	



Type	Code ME	Site	% d'Occurrence de colonies avec présence de perturbation (moyenne transects)	n valeurs	années	Qualité (IM, 2019)
1	FRJC013	Baie du Trésor	23,5	18	2018-2020	
	FRJC007	Ilet à Rats	39,8	18	2018-2020	
	FRJC016	Caye Grande Sèche	25,2	18	2018-2020	
	FRJC010	Baie du Marin	21,2	18	2018-2020	
2	FRJC012	Loup Ministre	33,1	18	2018-2020	
3	FRJC011	Loup Garou	12,9	18	2018-2020	
		Caye Pinsonnelle	13,2	18	2018-2020	
4	FRJC004	Loup Caravelle	10,7	18	2018-2020	
		Cap St Martin	9,4	18	2018-2020	
5	FRJC003	Cap Salomon	5,6	18	2018-2020	
	FRJC002	Fond Boucher	15,1	18	2018-2020	
6	FRJC017	Corps de Garde	14,6	18	2018-2020	
		Jardin Tropical	17,5	18	2018-2020	
		Pointe Borgnesse	16,6	18	2018-2020	
	FRJC018	Caye D'Olbian	19,1	18	2018-2020	

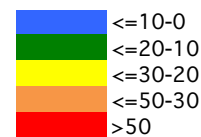


Tableau 17 : Note d'indice issue de la compilation de paramètres complémentaires indicateurs de la vulnérabilité des communautés

Code ME	Site	Couverture cyanophycées (moyenne transects)	% d'Occurrence de colonies blanchies à 1% et plus (moyenne transects)	% d'Occurrence de colonies non nécrosées	% d'Occurrence de colonies avec présence de perturbation (moyenne transects)	Indice "vulnérabilité 2" pas site	Indice "vulnérabilité" pas ME
FRJC013	Baie du Trésor	Jaune	Vert	Vert	Orange	Moy	Moy
FRJC007	Ilet à Rats	Jaune	Vert	Jaune	Orange	Méd	Méd
FRJC016	Caye Grande Sèche	Vert	Vert	Vert	Vert	Moy	Moy
FRJC010	Baie du Marin	Jaune	Vert	Vert	Vert	Moy	Moy
FRJC012	Loup Ministre	Jaune	Bleu	Vert	Orange	Méd	Méd
FRJC011	Loup Garou	Vert	Bleu	Vert	Vert	Bon	Moy
	Caye Pinsonnelle	Jaune	Vert	Vert	Vert	Moy	
FRJC004	Loup Caravelle	Jaune	Bleu	Jaune	Vert	Moy	Moy
	Cap St Martin	Vert	Bleu	Vert	Bleu	Bon	
FRJC003	Cap Salomon	Bleu	Bleu	Bleu	Bleu	TB	TB
FRJC002	Fond Boucher	Jaune	Bleu	Vert	Vert	Moy	Moy
FRJC017	Corps de Garde	Vert	Bleu	Vert	Vert	Bon	
	Jardin Tropical	Vert	Bleu	Vert	Vert	Bon	Moy
	Pointe Borgnesse	Vert	Vert	Jaune	Vert	Moy	
FRJC018	Caye D'Olbian	Vert	Bleu	Jaune	Vert	Moy	Moy

Le complément d'analyse qu'apporte l'indice vulnérabilité vient modifier les qualités de l'indicateur communautés coralliennes obtenues par les seuls indices macroalgues et corail (Tableau 17). Ces derniers indices, bien qu'étant ceux retenus officiellement pour l'évaluation DCE, sont démontrés comme étant insatisfaisants (2.1.5.2). L'indice vulnérabilité modifie les qualités de l'indicateur de :

- Très bonne à Bonne : Baie du Trésor, Caye d'Olbian
- Bonne à Moyenne : Ilet à Rats, Caye Grande Sèche, Fond Boucher
- Moyenne à Médiocre : Loup Ministre

L'évaluation de Loup Ministre semble trop pénalisante en prenant en compte l'indice de vulnérabilité. Ce dernier est déclassé du fait d'une forte présence de perturbations, de type maladie (White Plague sur *A. palmata*) et cyanophycées. Ce site ne présente pas de conditions extrêmes de dégradation, comme c'est le cas par exemple pour Ilets à Rat, Baie du Trésor et Baie du Marin. Cet exemple démontre qu'il manque encore une dimension à l'indicateur pour refléter correctement l'état des sites.

Tableau 18 : Indicateur communautés coralliennes révisé par l'indice vulnérabilité (non inclus dans l'évaluation DCE)

Type	Code ME	Site	Qualité indicateur com. corallienne (IM, 2011) par ME	Indice "vulnérabilité" par ME	Qualité révisée par l'indice
1	FRJC013	Baie du Trésor	TB	Bon	Bon
	FRJC007	Ilet à Rats	Bon	Méd	Moy
	FRJC016	Caye Grande Sèche	Bon	Moy	Moy
	FRJC010	Baie du Marin	Moy	Moy	Moy
2	FRJC012	Loup Ministre	Moy	Méd	Méd
	3	FRJC011	Loup Garou	Moy	Moy	Moy
			Caye Pinsonnelle		
4	FRJC004	Loup Caravelle	Moy	Moy	Moy
		Cap St Martin			
5	FRJC003	Cap Salomon	Bon	TB	Bon
	FRJC002	Fond Boucher	Bon	Moy	Moy
6	FRJC017	Corps de Garde	Moy	Bon	Moy
		Jardin Tropical			
		Pointe Borgnesse			
	FRJC018	Caye D'Olbian	TB	Bon	Bon

Evaluation des pressions

• **Quels paramètres pour l'évaluation des pressions ?**

Les indicateurs benthos récifal et macroalgues sont en cours de développement pour le 3^{ème} cycle DCE (2022-2027). Le groupe de travail « Indicateur » envisagé lors du séminaire d'avril 2017 semblait essentiel pour définir dès que possible des indicateurs adaptés, qui puissent être testés avant le début du 3^{ème} cycle. Pour ce faire, un investissement dans la recherche fondamentale devait être mené. Des appels à manifestation d'intérêt (AMI) ont bien été lancés par l'Agence Française de la Biodiversité (AFB) en 2017. Outre le développement d'un indicateur basé sur les macroalgues, les autres points abordés au séminaire et résumés dans le tableau ci-dessus ne faisaient pas partie des objectifs de l'AMI. Le groupe de travail « Indicateur » n'a pas vu le jour et aucun indicateur n'est en phase de test pour une application sur le 3^{ème} cycle.

Voici quelques propositions d'indicateurs coralliens ou non coralliens, issus des discussions du séminaire (2017), de la synthèse de Jameson & Ketty (2004) et de Cooper & Fabricius (2007) :

Coralliens

- maladies coralliennes/cyanophycées
- morphologie corallienne
- bioérodeurs (clones)
- macro-bioérodeurs (polychètes, bivalves, bernacles) sur les colonies massives : organismes filtreurs dont la densité augmente avec la charge en particules de l'eau.

Non coralliens

- Groupes fonctionnels de macroalgues : partir d'un niveau taxon très fin et dégrader l'information au fur et à mesure pour voir avec quels groupes plus généraux on retrouve la même information et un lien avec les pressions. Les groupes généraux pourraient être pérennes/ saisonnières/ opportunistes ou algues brunes/ vertes calcifiées/non calcifiées/ rouges calcifiées/non calcifiés, encroûtantes/ non encroûtantes + turf + jeunes pousses ;
- Isotopes sur macroalgues ou sédiment : signatures isotopiques différentes selon la source d'enrichissement du milieu. Les inconvénients sont la lourdeur de mise en œuvre et les confusions possibles lorsque les sources sont multiples ;
- FORAM ou FOBIMO : des travaux récents ont eu lieu en Méditerranée pour adapter l'indice FORAM à une application DCE. Le FORAM est un indicateur basé sur la forme et la taille des foraminifères ;
- Eponges et ascidies : nombreux travaux réalisés mais le lien avec les pressions semble difficile à établir.

• **Indice équilibre des communautés benthiques**

Plusieurs études récentes traitent des changements qui ont été observés sur les communautés benthiques au cours des dernières décennies et émettent des hypothèses pour expliquer la mauvaise résilience, suite aux agressions, des communautés coralliennes dans la caraïbe (De Bakker *et al.*, 2017 ; Pawlik *et al.*, 2016 ; Brocke *et al.*, 2015).

De Bakker *et al.* (2017) traitent de l'équilibre entre les organismes calcaires (coraux et algues calcaires coralliennes) et le groupe des cyanophycées et des éponges. La dominance des deux derniers groupes réduisant les possibilités d'accrétion corallienne.

Pawlik *et al.* (2016) évoquent le rôle des éponges et des macroalgues dans la non résilience des coraux, par le biais du carbone organique réfractaire dissous apporté par le panache des rivières. Les éponges favoriseraient la transformation du carbone organique réfractaire dissous en nutriments. Ces derniers alimenteraient les macroalgues et les microorganismes, et créeraient une chaîne alimentaire en faveur des éponges et des macroalgues.

Enfin Brocke *et al.* se sont penchés sur l'importance, en terme de couverture, des cyanophycées dans le paysage récifal. Ils ont démontré que l'enrichissement en matière organique des sédiments favorise le développement des films cyanobactériens. Cet enrichissement en matière organique est pour sa part issu de la dégradation des blooms phytoplanctoniques qui résultent de l'enrichissement des eaux côtières en nutriments (très peu quantifiables car directement consommés).

2.2 Qualité biologique : Indicateur herbiers de phanérogames marines (en cours de développement)

2.2.1 Protocole pour les herbiers de phanérogames marines – résumé

Le suivi annuel des herbiers de phanérogames se compose :

- d'un relevé de type « **line intercept** » (LIT), sur 3 transects parallèles de 50 m. Sont notées les distances correspondant à un changements de la **composition spécifique des phanérogames**, à une zone de **fragmentation** (>2m) ou de **mitage** (entre 0,5-2m).
- d'un suivi de type « **belt** » de **1m**, pour chacun des trois transects. Sont notés le **nombre d'oursins par espèce**, le **nombre de coraux par espèces**, les signes de bioturbation, l'état de santé général, le type de substrat ainsi que la présence de cyanophycées, de débris de feuilles d'algues dérivantes et de macroalgues épiphytes.
- d'un suivi sur quadrats de **50 x 50 cm**. Les quadrats, **3 par transect**, sont positionnés le long du transect de façon aléatoire autour de 5m, 25m et 45m de distance. Sont notés la classe de recouvrement du substrat par les phanérogames, les macroalgues et les cyanophycées, les taxons dominants de phanérogames et de macroalgues, la nature des épibioses présentes, la floraison des phanérogames et la présence/absence de sénescence ou maladies sur les feuilles.
- de prélèvements de sédiments, au niveau de chaque transect, pour l'analyse de la granulométrie et de la matière organique.

Le suivi de l'élément biologique de type herbier est effectué lorsqu'un site propice à la réalisation du protocole d'échantillonnage est présent dans la masse d'eau.

Le suivi se déroule en plongée sous-marine (scaphandre autonome) sur un secteur comprenant une zone d'herbier homogène (*Thalassia testudinum* pur ou mixte c'est-à-dire avec du *Syringodium filiforme*) en évitant la périphérie de l'herbier (conditions écologiques différentes).

Le début et la fin des **trois transects sont géoréférencés**. Leur position est stable, mais pas exactement identique, d'une année à l'autre.

*Remarque : A noter que la présence de la phanérogame marine envahissante *Halophila stipulacea* a beaucoup modifié le paysage sous-marin ces dernières années. Aussi, certains sites présentent aujourd'hui une population d'*Halophila* importante.*

Les paramètres notés pour le suivi herbier ne sont pas utilisés pour l'évaluation DCE.

Les détails des protocoles de suivi sont apportés dans le rapport de campagne complet 2020.

2.2.2 Bancarisation des données herbier

Les données Herbier sont fournies sous format Excel. L'application BD Récif est en cours de construction pour ce compartiment. Les données des années 2016 à 2019 ont été intégrées via BD Récif par l'équipe IFREMER.

Lexique des initiales utilisées:

- TT : *Thalassia testudinum*
- SF : *Syringodium filiforme*
- HS : *Halophila stipulacea*
- HW : *Halodule wrightii*
- T1 : Transect 1

2.2.3 Résultats 2020 et comparaison historique

FRJC001: Caye à Vache (type 1)

- Description générale

La station **Caye à Vache** est un herbier qui se situe **en fond de baie de Fort-de-France**. La zone étudiée est peu profonde (autour de **1 m**) et l'herbier est **moyennement dense** et **monospécifique**. Le **substrat se compose de sable fin à grossier**.

- Description de l'herbier, fragmentation et comparaison interannuelle

L'herbier est **composé exclusivement de l'espèce *Thalassia testudinum* (TT)** (Figure 63). La fragmentation de l'herbier est assez faible avec quelques variations interannuelles. En 2015 et 2016, un petit pourcentage de fragmentation/mitage a été observé au niveau du T1, alors qu'en 2017 l'herbier était continu. Le début du T3 est positionné sur la caye, les variations du pourcentage de fragmentation dépendent donc des petites variations dans la position du début du transect.

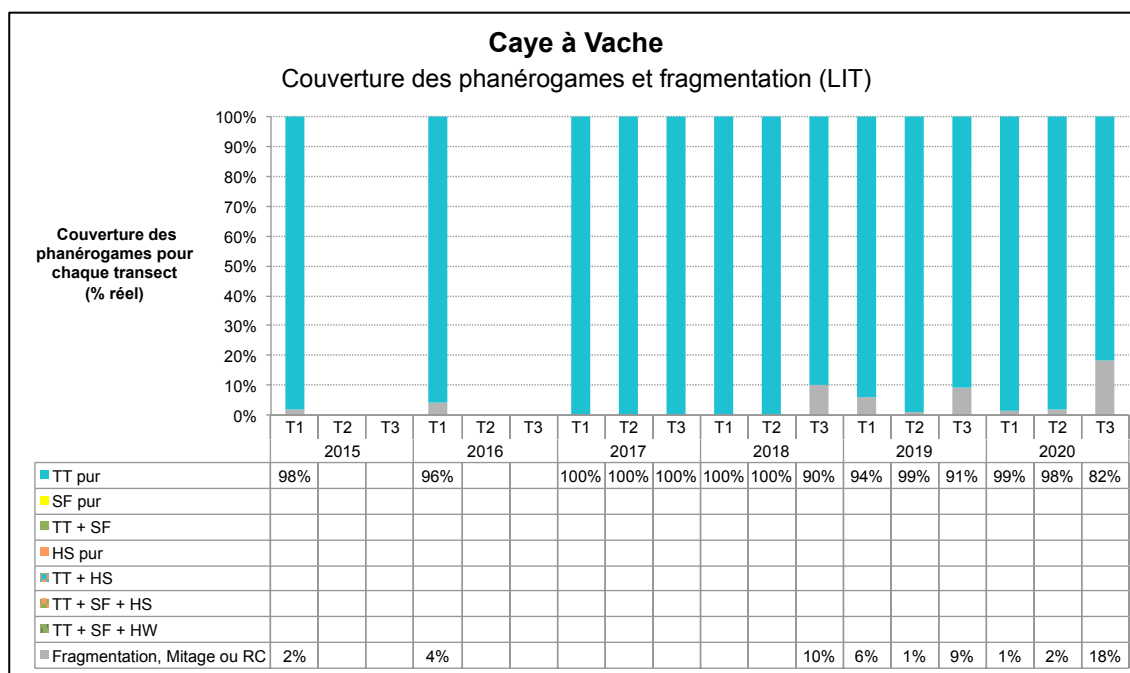


Figure 63 : Proportions des différentes catégories d'assemblages de phanérogames rencontrées sur les LIT de l'herbier Caye à Vache entre 2015 et 2020

- Composition de l'herbier et espèces associées

Les épibioses dominantes et secondaires sur les feuilles des phanérogames sont respectivement le film bio-sédimentaire et les algues rouges calcaires. (Figure 64)

Epibiose associées aux phanérogames				
Epibioses	2017	2018	2019	2020
Dominante	Film bio-séd.	Film bio-séd.	Film bio-séd.	Film bio-séd.
Secondaire	Algues calc.	Algues calc.	Algues calc.	Algues calc.

Figure 64 : Groupes dominants et secondaires d'épibioses présents sur la surface des feuilles de phanérogames

En 2020, la couverture moyenne en phanérogames dans les quadrats de l'herbier est supérieure aux années précédentes et en augmentation constante depuis 2017. Elle se situe au niveau de la classe 4, soit 75 % d'herbier sur 0,5 m². Il s'agit donc d'un herbier assez dense, avec l'espèce *T. testudinum* dominante dans 100% des quadrats. Aucune macroalgue n'avait été observée dans les quadrats entre 2017 et 2019. En 2016, une couverture de moins de 10% par le genre *Dictyota* avait été observée et en 2020 moins de 5% de *Dictyota* ont été notées. Aucune cyanobactérie n'a été observée en 2020 (Figure 65).

La densité moyenne en coraux en 2020 est de 0,7 colonies/m², valeur équivalente à celle de 2017 et 2019 et plus élevée qu'en 2018.

La densité moyenne en oursins en 2020 est de 1,3 individus/m² avec l'espèce *Lytechinus variegatus* qui domine. Cette densité, de même ordre de grandeur qu'en 2019, représente une baisse d'un facteur dix par rapport à celle

mesurée en 2018, cette dernière étant la densité la plus forte mesurée depuis 2016. Cette importante variation de la densité est remarquable mais aucun changement majeur n'a été observé au niveau de l'herbier qui permettrait de l'expliquer.

L'état de santé global est donné à 1, correspondant à un herbier pur à *Thalassia testudinum*. Malgré sa position en fond de baie de Fort-de-France, il n'apparaît pas hypersédimenté. Il semble être suffisamment éloigné de la Rivière Lézarde et de la Rivière Salée et "protégé" de l'apport sédimentaire par d'autres hauts fonds en amont ainsi que par l'hydrodynamisme au niveau de cette zone.

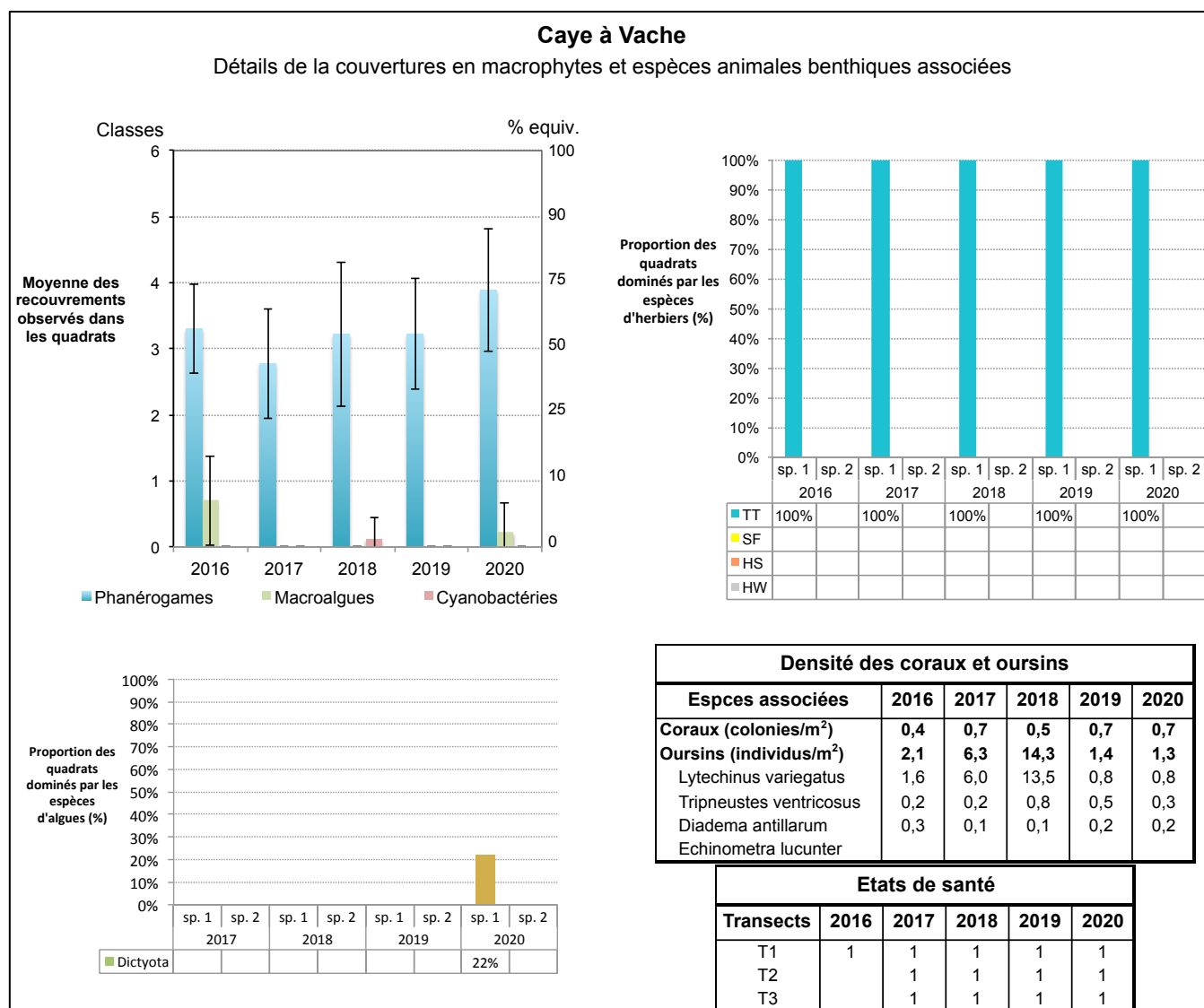


Figure 65 : Description de la biocénose de Caye à Vache : (1) couverture des quadrats en phanérogames, macroalgues et cyanobactéries, (2) identification des espèces de phanérogames dominantes et secondaires & (3) des macroalgues dominantes et secondaires au sein des quadrats, (4) densité de la macrofaune benthique associée et état de santé des transects.

FRJC010 : Baie du Marin (type 1)

- Description générale

La station **Baie du Marin** est un herbier qui se situe **entre le tombant récifal et la côte**. La zone étudiée est peu profonde (entre **0,5 et 1,2 m**) et **l'herbier est continu et assez dense**. Le **substrat se compose de sable fin**.

- Description de l'herbier, fragmentation et comparaison interannuelle

L'herbier est **composé de deux espèces, *Thalassia testudinum* et *Syringodium filiforme*** (Figure 66). Du récif vers la côte (T1 vers T3), la proportion en *S. filiforme* augmente mais cette espèce reste en mélange avec *T. testudinum*. Globalement, sur la période 2015-2020, le recouvrement des phanérogames sur le T1 est resté similaire. Une légère augmentation du recouvrement en *T. testudinum* pur est observée en 2017 et à l'inverse une légère diminution de ce même recouvrement en 2018. En 2017, le T3 était composé à 100% d'herbier mixte TT+SF. A partir de 2018 est apparue une portion de TT pur.

L'herbier n'a présenté aucune zone de fragmentation au sein des transects au cours de la période 2015-2020.

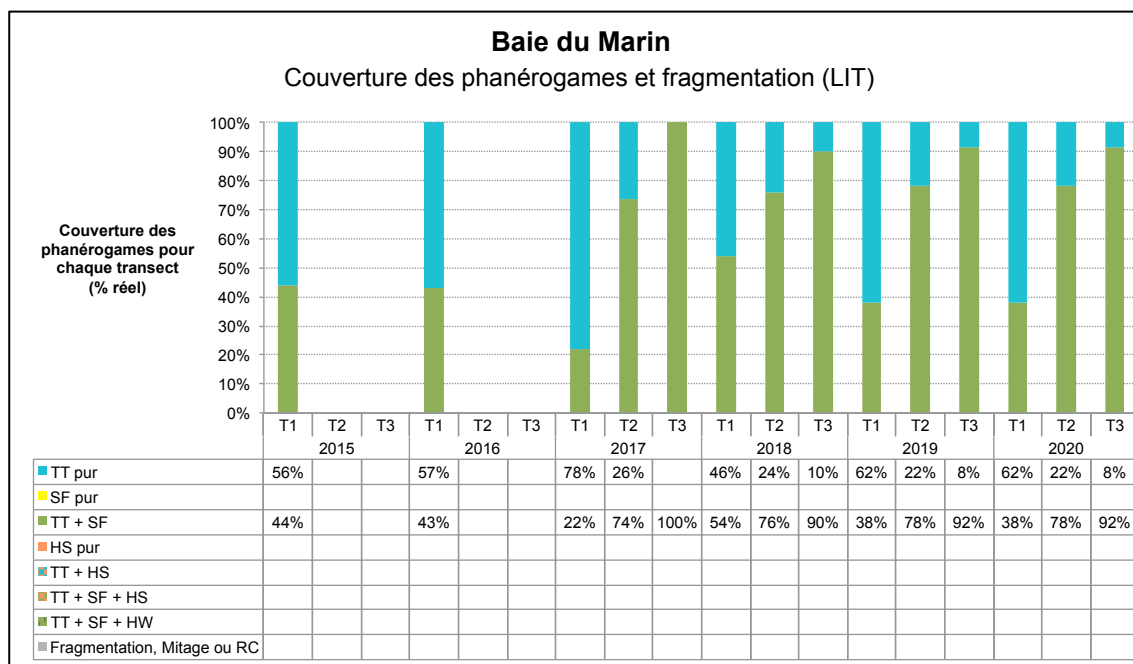


Figure 66 : Proportions des différentes catégories d'assemblage de phanérogames rencontrées sur les LIT de l'herbier Baie du Marin entre 2015 et 2020

- Composition de l'herbier et espèces associées

Les épibioses dominantes et secondaires sur les feuilles des phanérogames sont respectivement les algues rouges calcaires et le film bio-sédimentaire (Figure 67)

Epibiose associées aux phanérogames				
Epibioses	2017	2018	2019	2020
Dominante	Film bio-séd.	Algues calc.	Algues calc.	Algues calc.
Secondaire	Algues calc.	Film bio-séd.	Film bio-séd.	Film bio-séd.

Figure 67 : Groupes dominants et secondaires d'épibioses présents sur la surface des feuilles de phanérogames

En 2020, la couverture moyenne en phanérogames dans les quadrats de l'herbier est inférieure à celle de 2019, passant de la classe 5 (95 % d'herbier sur 0,5 m²) à la classe 4 (entre 75 et 90% d'herbier sur 0,5 m²). L'herbier qui était en progression depuis 2016 jusqu'en 2019 a montré une diminution du recouvrement en 2020. Il s'agit cependant d'un herbier très dense, avec l'espèce *T. testudinum* dominante dans 90% des quadrats. Quelques fleurs de *T. testudinum* ont été observées hors quadrats en 2020, comme cela avait été le cas en 2018. En ce qui concerne les macroalgues en 2020, la couverture est faible et se situe entre les classes 1 et 2, soit entre 10% et 25%. Les genres dominants retrouvés le plus souvent dans les quadrats sont *Amphiroa* et *Dictyota*. Aucune cyanobactérie n'a été observée dans les quadrats. Globalement, les macroalgues ont fortement diminué entre 2017 et 2018 pour retrouver une couverture intermédiaire en 2019 et 2020. Les cyanobactéries n'ont été observées qu'en 2017 (Figure 68).

En 2020, la densité moyenne en coraux est de 3,2 colonies/m², ce qui correspond au maximum observé sur le site, supérieur à la densité mesurée en 2017.

La densité moyenne en oursins est de 0,9 individus/m² et l'espèce *Tripneustes ventricosus* domine. La densité en 2020 est moyenne par rapport aux 5 dernières années.

L'état de santé global est donné à 2 pour les trois transects, correspondant à un herbier mixte à *Thalassia testudinum* et *Syringodium filiforme*.

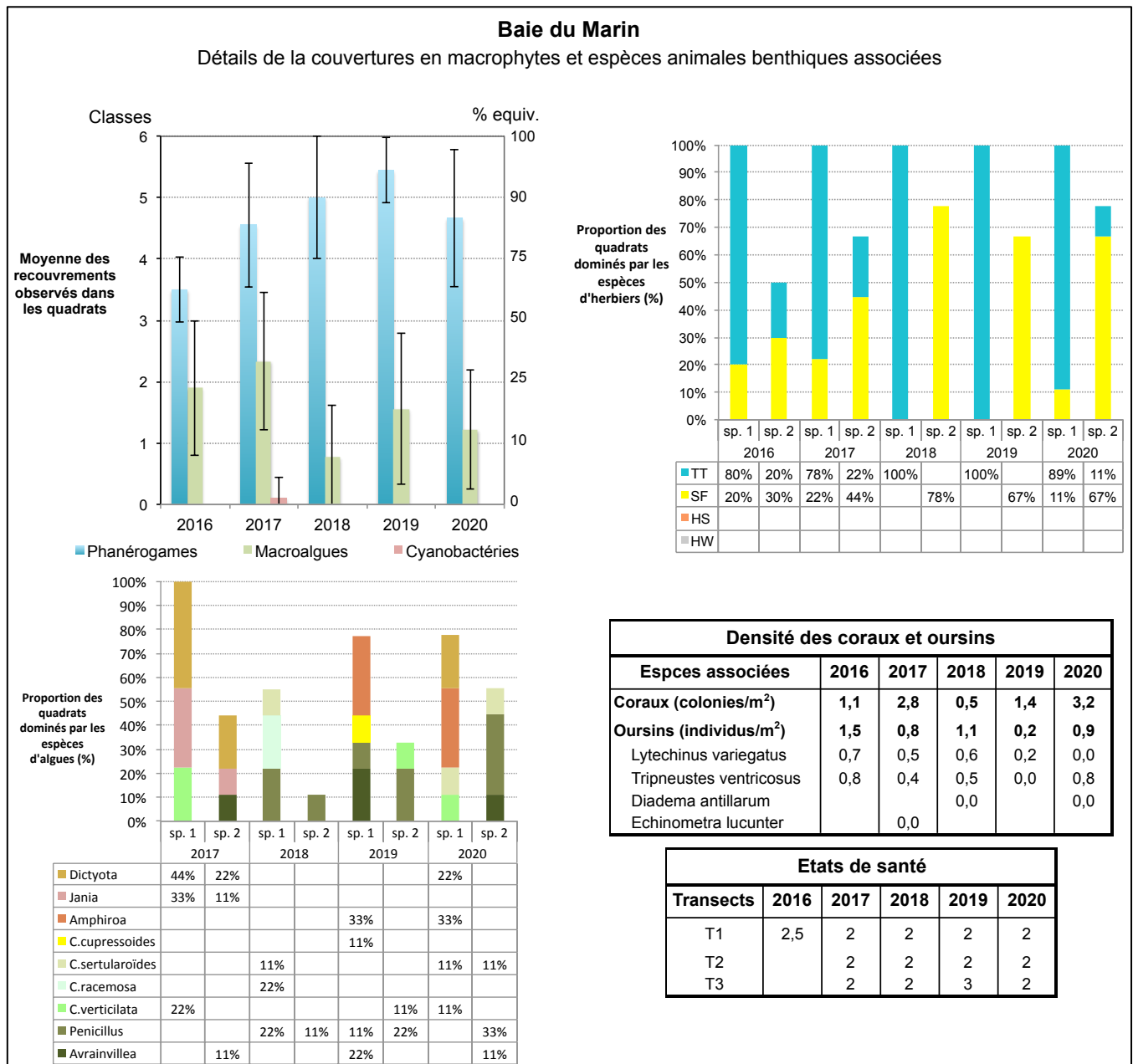


Figure 68 : Description de la biocénose de Baie du Marin : (1) couverture des quadrats en phanérogames, macroalgues et cyanobactéries, (2) identification des espèces de phanérogames dominantes et secondaires & (3) des macroalgues dominantes et secondaires au sein des quadrats, (4) densité de la macrofaune benthique associée et état de santé des transects.

FRJC007 : Ilet à Rats Herbier (type 1)

- Description générale

La station **Ilet à Rats** est un herbier qui se situe **entre deux ilets, à proximité de la barrière récifale**. La zone étudiée est très peu profonde (autour de 0,6 m) et difficilement accessible à marée basse. **L'herbier est dense** et se mélange avec le platier corallien adjacent. Sur une moitié du T3, le genre corallien *Porites* domine par rapport à l'herbier. Sur cette portion, la zone étudiée n'est donc plus à proprement parler un herbier. Le **substrat se compose de débris coralliens**.

- Description de l'herbier, fragmentation et comparaison interannuelle

L'herbier est **composé de deux espèces, *Thalassia testudinum* et *Syringodium filiforme*** (Figure 69). Sur les trois transects, la couverture en phanérogames est mixte sur plus de 50% du linéaire observé et le reste est composé de *T. testudinum* pur. La couverture de l'herbier mixte et de l'herbier à *T. testudinum* est restée globalement stable pendant la période 2015-2020. En 2018, le T3 a montré une portion de 14% composée exclusivement de *S. filiforme*. Cette portion n'a pas été relevée en 2019 et 2020. Aucune fragmentation ou mitage n'a été remarqué au cours de ces 6 dernières années au niveau des transects étudiés.

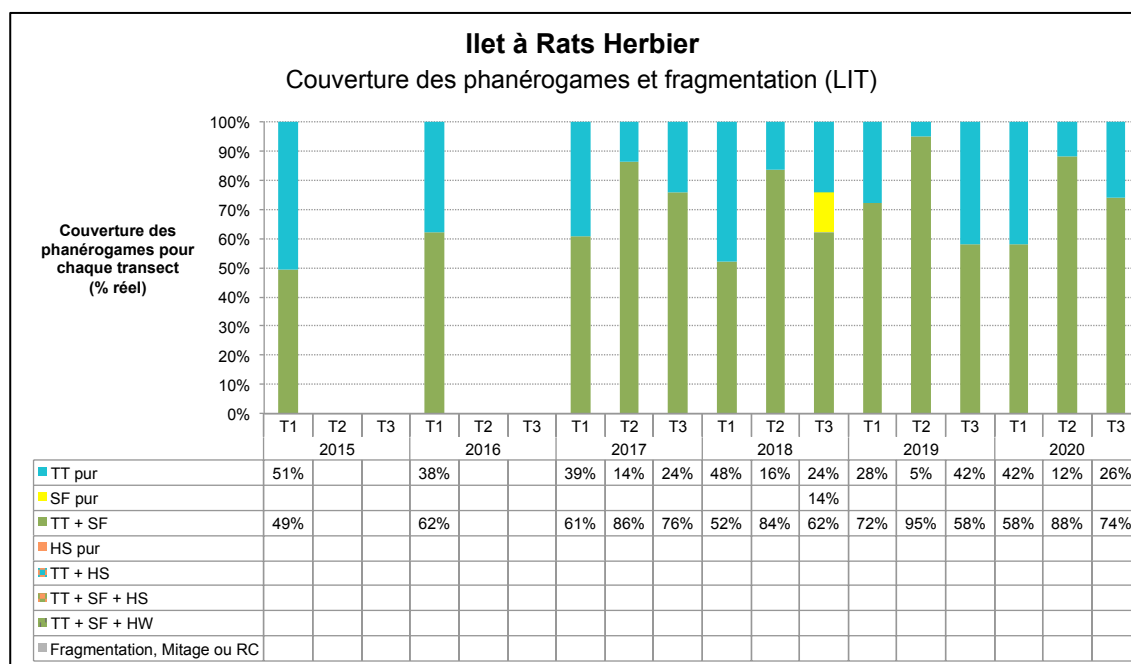


Figure 69 : Proportions des différentes catégories d'assemblage de phanérogames rencontrées sur les LIT de l'herbier Ilet à Rats entre 2015 et 2020

- Composition de l'herbier et espèces associées

Les épibioses dominantes et secondaires sur les feuilles des phanérogames sont respectivement les algues rouges calcaires, et le film bio-sédimentaire (Figure 70).

Epibiose associées aux phanérogames				
Epibioses	2017	2018	2019	2020
Dominante	Algues calc.	Film bio-séd.	Algues calc.	Algues calc.
Secondaire	Film bio-séd.	Algues calc.	Film bio-séd.	Film bio-séd.

Figure 70 : Groupes dominants et secondaires d'épibioses présents sur la surface des feuilles de phanérogames

En 2020, la couverture moyenne en phanérogames dans les quadrats de l'herbier est en classe 3, soit entre 50 et 75 % d'herbier sur 0,5 m². Il s'agit donc d'un herbier moyennement dense, avec l'espèce *T. testudinum* dominante dans tous les quadrats. La couverture en phanérogames qui augmentait progressivement depuis 2016 a montré une diminution légère en 2020.

En ce qui concerne les macroalgues, seule le genre *Dictyota* a été observé en 2020. Aucune cyanobactérie n'a été observée en 2020, ni les années précédentes (Figure 71).

La densité moyenne en coraux a été estimée à 64,5 colonies/m². C'est la densité des coraux branchus de type *Porites* qui a été estimée, sachant qu'il est difficile de distinguer les colonies entre elles. Cette estimation est une extrapolation d'un comptage réalisé sur 0,5 m² au début de chaque transect. Le but de ce comptage est simplement d'illustrer le caractère très corallien de cet herbier. Sans tenir compte des *Porites*, la densité corallienne serait de 0,8 colonies /m². Cette estimation est inférieure à celles réalisées en 2017 et 2018.

La densité moyenne en oursins est de 13,4 individus/m², correspondant presque uniquement à l'espèce *Lytechinus variegatus*. Cette densité est la plus importante mesurée depuis 2016. L'état de santé global est donné à 2, correspondant à un herbier mixte à *Thalassia testudinum* et *Syringodium filiforme*.

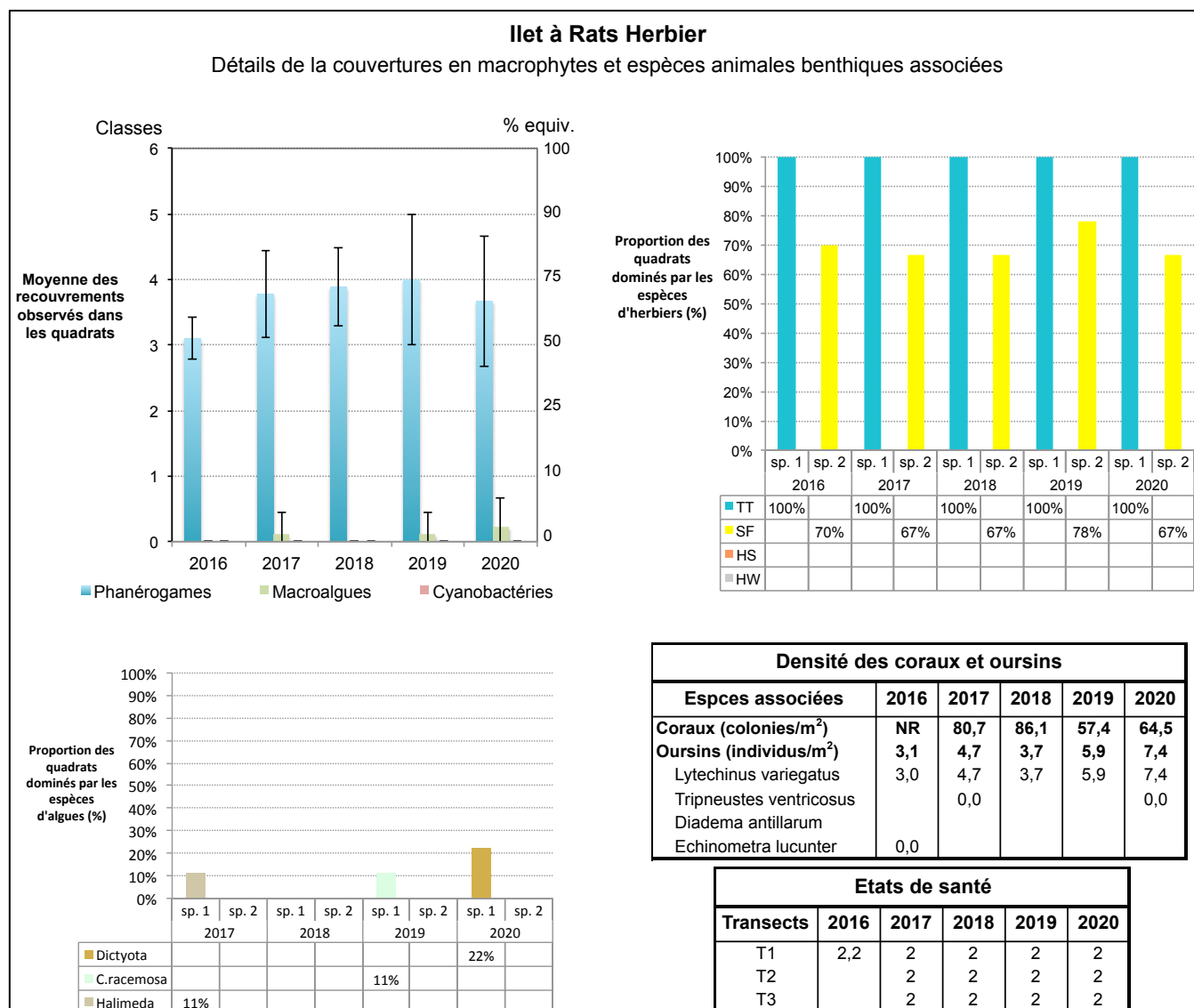


Figure 71 : Description de la biocénose de Ilet à Rats : (1) couverture des quadrats en phanérogames, macroalgues et cyanobactéries, (2) identification des espèces de phanérogames dominantes et secondaires & (3) des macroalgues dominantes et secondaires au sein des quadrats, (4) densité de la macrofaune benthique associée et état de santé des transects.

FRJC013 : Baie du Trésor Herbier (type 1)

- Description générale

La station **Baie du Trésor** est un herbier qui se situe entre le **tombant récifal et la côte**. La zone étudiée est peu profonde (entre 1 et 1,3 m) et l'herbier est **relativement dense et parsemé de petites patates coralliennes**. Le **substrat se compose de sable fin vaseux**. Cet herbier est le seul parmi ceux étudiés qui présente l'espèce ***Halodula wrightii***. En 2018, l'herbier a été impacté par un échouement de sargasses peu avant le suivi annuel (eau verdâtre et malodorante, poissons morts). En 2019 et 2020, aucune perturbation n'a été constatée.

- Description de l'herbier, fragmentation et comparaison interannuelle

L'herbier est **composé des quatre espèces *Thalassia testudinum*, *Syringodium filiforme*, *Halodula wrightii* et *Halophila stipulacea*** (Figure 72). Les trois transects sont caractérisés par des proportions de couverture en phanérogames marines différentes. En 2017, 2019 et 2020, le T1 et le T2 sont composés principalement de deux types de couverture, les zones à *T. testudinum* pur et les zones à *T. testudinum* et *S. filiforme* en mélange. L'année 2018 n'est pas comparable car elle présente d'importants changements de population liés très probablement aux dépôts massifs de sargasses. Le T3 est différent et est principalement composé d'un mélange de *T. testudinum*, *S. filiforme*, *H. wrightii*. Sur le T1, la couverture en *T. testudinum* est en augmentation entre 2016 et 2018. En 2019, la couverture a chuté à un niveau inférieur à 2015. Cette perte se poursuit en 2020. La couverture de l'espèce *H. stipulacea*, observée pour la première fois en 2018 sur les quadrats, est présente en 2019 et 2020 sur les transects. Les transects montrent une fragmentation variable pendant la période 2015-2020, passant de 0% à 12% suivant les transects et suivant les années.

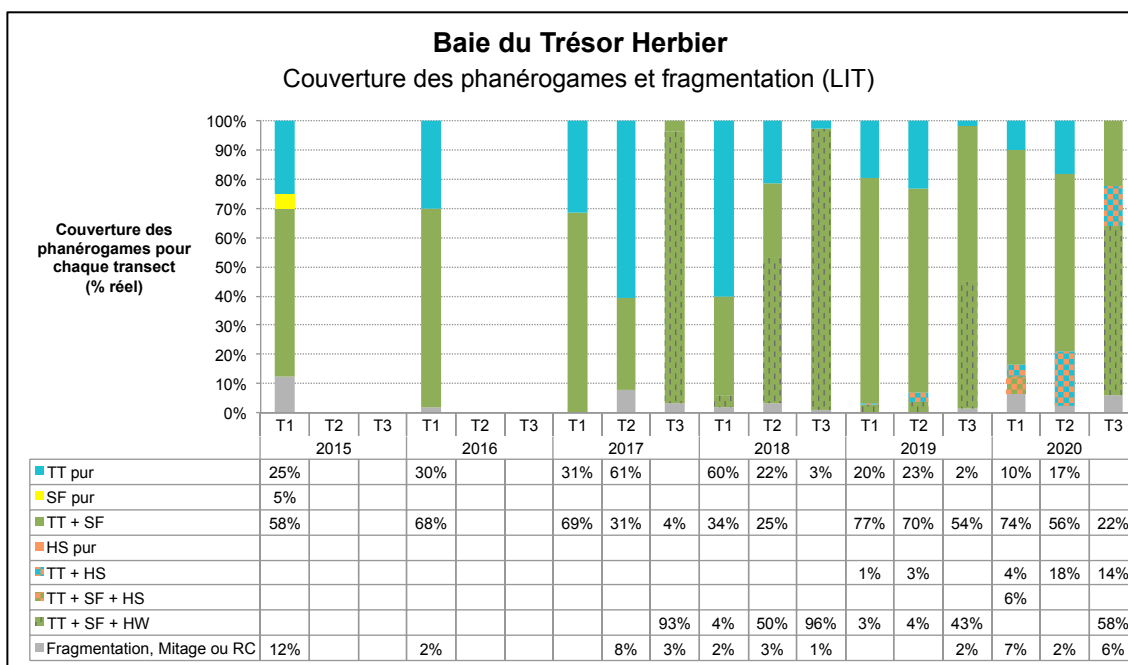


Figure 72 : Proportions des différentes catégories d'assemblage de phanérogames rencontrées sur les LIT de l'herbier Baie du Trésor entre 2015 et 2020

- Composition de l'herbier et espèces associées

Les épibioses dominantes et secondaires sur les feuilles des phanérogames sont respectivement le film bio-sédimentaire et les algues calcaires (Figure 73). Aucune floraison de *T. testudinum* n'a été observée en 2020, contrairement, à 2018.

Epibiose associées aux phanérogames				
Epibioses	2017	2018	2019	2020
Dominante	Film bio-séd.	Film bio-séd.	Algues calc.	Film bio-séd.
Secondaire	Algues calc.	Macroalgues	Film bio-séd.	Algues calc.

Figure 73 : Groupes dominants et secondaires d'épibioses présents sur la surface des feuilles de phanérogames

En 2020, la couverture moyenne en phanérogames dans les quadrats de l'herbier se situe entre les classes 3 et 4, soit plus de 50% d'herbier sur 0,5 m². Il s'agit donc d'un herbier moyennement dense, avec l'espèce *T. testudinum* qui domine dans 70% des quadrats. L'espèce *H. stipulacea* a été répertoriée comme espèce secondaire dans plusieurs quadrats et est donc en augmentation par rapport à 2019.

En ce qui concerne les macroalgues, la couverture se situe entre les classes 1 et 2, soit entre 10 et 25%. Les genres dominants sont *Dictyota* et *Jania*, présent dans 56% et 36% des quadrats respectivement. Tout comme en 2017 et 2018, des cyanobactéries ont été observées avec un recouvrement inférieur 4% (Figure 74).

La couverture en phanérogames dans les quadrats est fluctuante depuis 2016 mais elle se situe autour de la classe 3. Celle des macroalgues augmente de façon significative depuis 2018.

La densité moyenne en coraux, en progression constante depuis 2016 est de 1,6 colonies/m² en 2020.

La densité moyenne en oursins est de 0,2 individus/m², et les deux espèces *T. ventricosus* et *L. variegatus* sont présentes. Une diminution progressive de la densité d'oursins a été observée entre 2016 et 2018, avec une stagnation depuis 2018.

L'état de santé global est de 2 pour le T3, correspondant à un herbier mixte et de 3 pour le T1 et T2, correspondant à un herbier avec des signes de dégradation. L'herbier a subi quelques modifications entre 2018 et 2019, avec une baisse de la couverture en *T. testudinum* et une augmentation de la couverture en algues. Difficile cependant de dire si ces changements sont une conséquence des échouements de sargasses qui se sont produits en 2018.

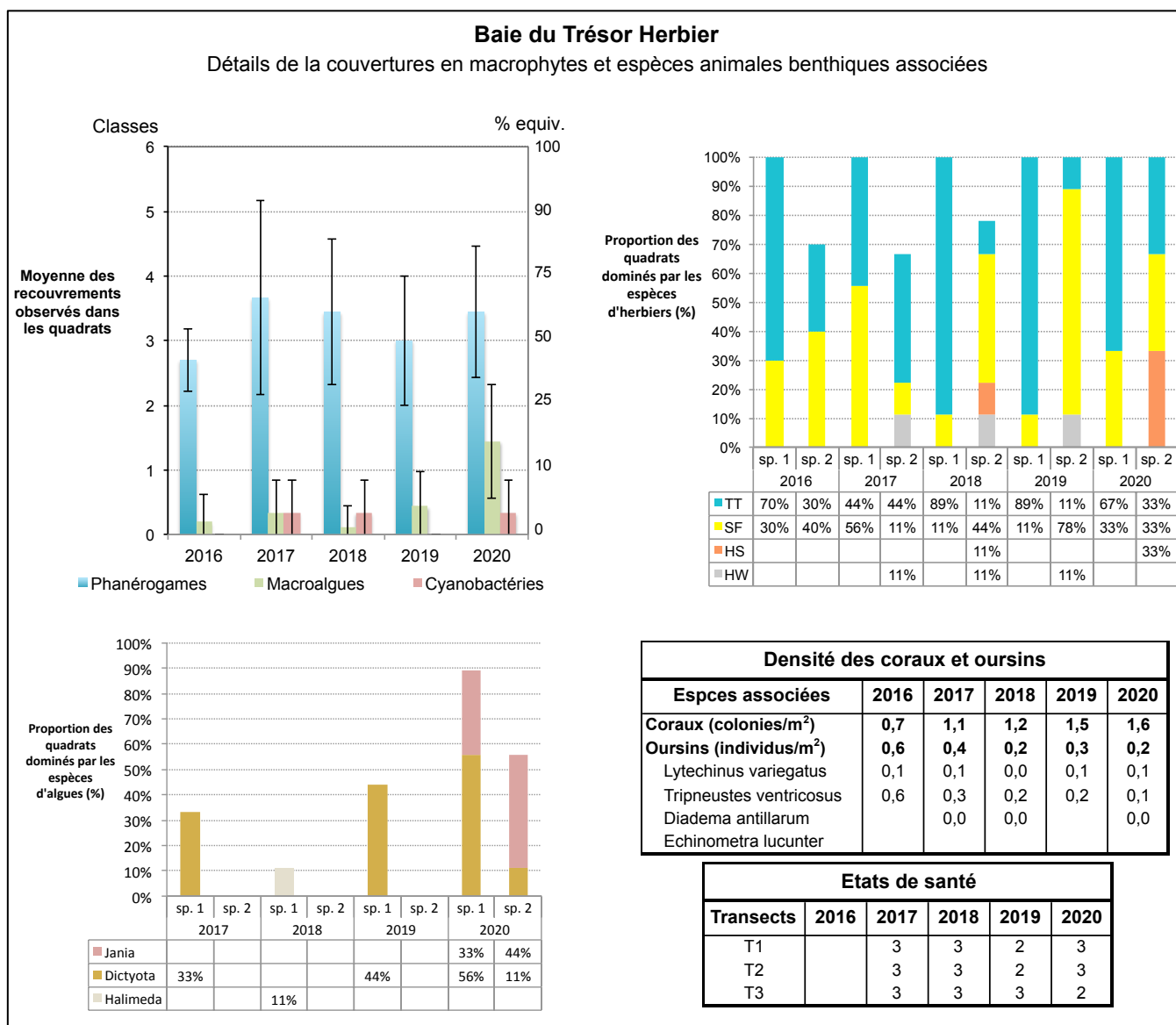


Figure 74 : Description de la biocénose de Baie du Trésor : (1) couverture des quadrats en phanérogames, macroalgues et cyanobactéries, (2) identification des espèces de phanérogames dominantes et secondaires & (3) des macroalgues dominantes et secondaires au sein des quadrats, (4) densité de la macrofaune benthique associée et état de santé des transects.

FRJC003 : Grande Anse Herbière (type 5)

- Description générale

La station **Grande Anse** est un herbier qui se situe sur une **large zone de fond sableux**. La zone étudiée est assez profonde (**entre 4,8 et 5,5 m**) et l'herbier est **envahi par *H. stipulacea***. Le substrat **se compose de sable fin**.

- Description de l'herbier, fragmentation et comparaison interannuelle

L'herbier est un composé d'un mélange des **trois espèces *Thalassia testudinum*, *Syringodium filiforme* et *Halophila stipulacea*** (Figure 75). Le mélange des trois espèces est présent sur les trois transects suivis en 2020. Sur le T1, il n'y a plus de zone exempte d'*H. stipulacea*. Une petite proportion de *T. testudinum* pur subsiste sur les transects 2 et 3. Le T2 et le T3 présentent la plus faible couverture en *H. stipulacea* sur la période 2017-2019. Cette tendance à l'amélioration sera à confirmer en 2021. L'herbier est globalement peu fragmenté.

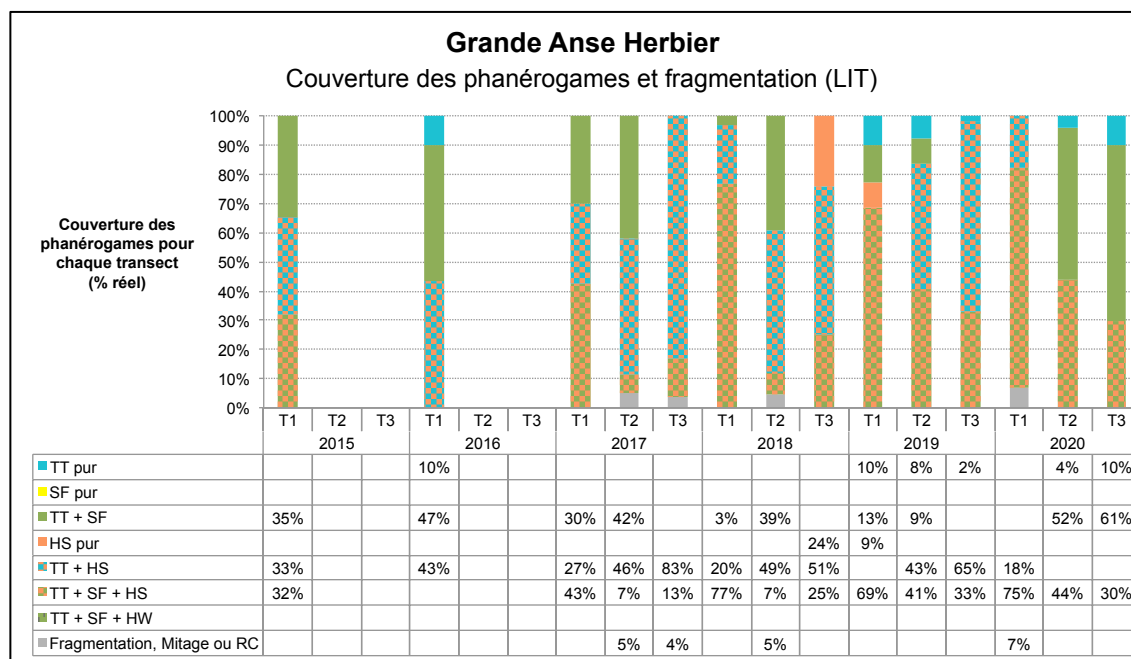


Figure 75 : Proportions des différentes catégories d'assemblage de phanérogames rencontrées sur les LIT de l'herbier Grande Anse entre 2015 et 2020

- Composition de l'herbier et espèces associées

Les épibioses dominantes et secondaires sur les feuilles des phanérogames sont respectivement le film bio-sédimentaire et les algues rouges calcaires (Figure 76).

Epibiose associées aux phanérogames				
Epibioses	2017	2018	2019	2020
Dominante	Algues calc.	Film bio-séd.	Algues calc.	Film bio-séd.
Secondaire	Hydrides	Algues calc.	Algues fila.	Algues calc.

Figure 76 : Groupes dominants et secondaires d'épibioses présents sur la surface des feuilles de phanérogames

En 2020, la couverture moyenne en phanérogames dans les quadrats de l'herbier se situe entre les classes 3 et 4, soit entre 50 et 75% d'herbier sur 0,5 m². Il s'agit donc d'un herbier moyennement dense, avec la dominance de *Halophila stipulacea* dans 78% des quadrats et la dominance de *T. testudinum* dans seulement 11% des quadrats.

En ce qui concerne les macroalgues, la couverture se situe au niveau de la classe 1 soit 10% de macroalgues sur 0,5 m². Les genres dominants sont *Penicillus*, *Halimeda* et *Dictyota*. De plus, les macroalgues épiphytes, se caractérisant sur cet herbier par une matre composée d'algues calcaires rouges fines difficilement identifiables à l'œil nu accrochée à la base des phanérogames, présentaient une couverture de 25% dans quasiment tous les quadrats. Tout comme en 2017 et 2018, des cyanobactéries ont été observées avec un recouvrement inférieur à 4% en 2020 (Figure 77), contrairement à 2019 où le recouvrement était de 75%.

La couverture en phanérogames a augmenté entre 2016 et 2018 puis a diminué jusqu'en 2020 tandis que la couverture en macroalgues a été divisée par trois par rapport à 2016. Si on suppose que la matre d'algues rouges a été prise en compte dans la couverture macroalgale des quadrats en 2016, la baisse est moins importante mais néanmoins observée. La couverture en cyanophycées de 2019 représente une augmentation d'un facteur 15 par rapport à 2018, mais celle-ci est redevenue à l'état initial en 2020 (moins de 5%).

La densité moyenne en coraux est de 1,6 colonies/m², ce qui est similaire à 2017 et supérieur aux autres années. La densité moyenne en oursins, en augmentation significative, est de 0,9 individus/m², portée principalement par *Tripneustes ventricosus* suivi de l'espèce *Lytechinus variegatus*. L'état de santé global est donné à 2 pour le transect 1, correspondant à un herbier mixte à *Thalassia testudinum* et *Syringodium filiforme* avec présence de l'espèce envahissante *Halophila stipulacea* sur certaines parties du transect. Les transects 2 et 3 présentant un état global plus dégradé (plaques de cyanophycées, sédimentation) est donné à 3.

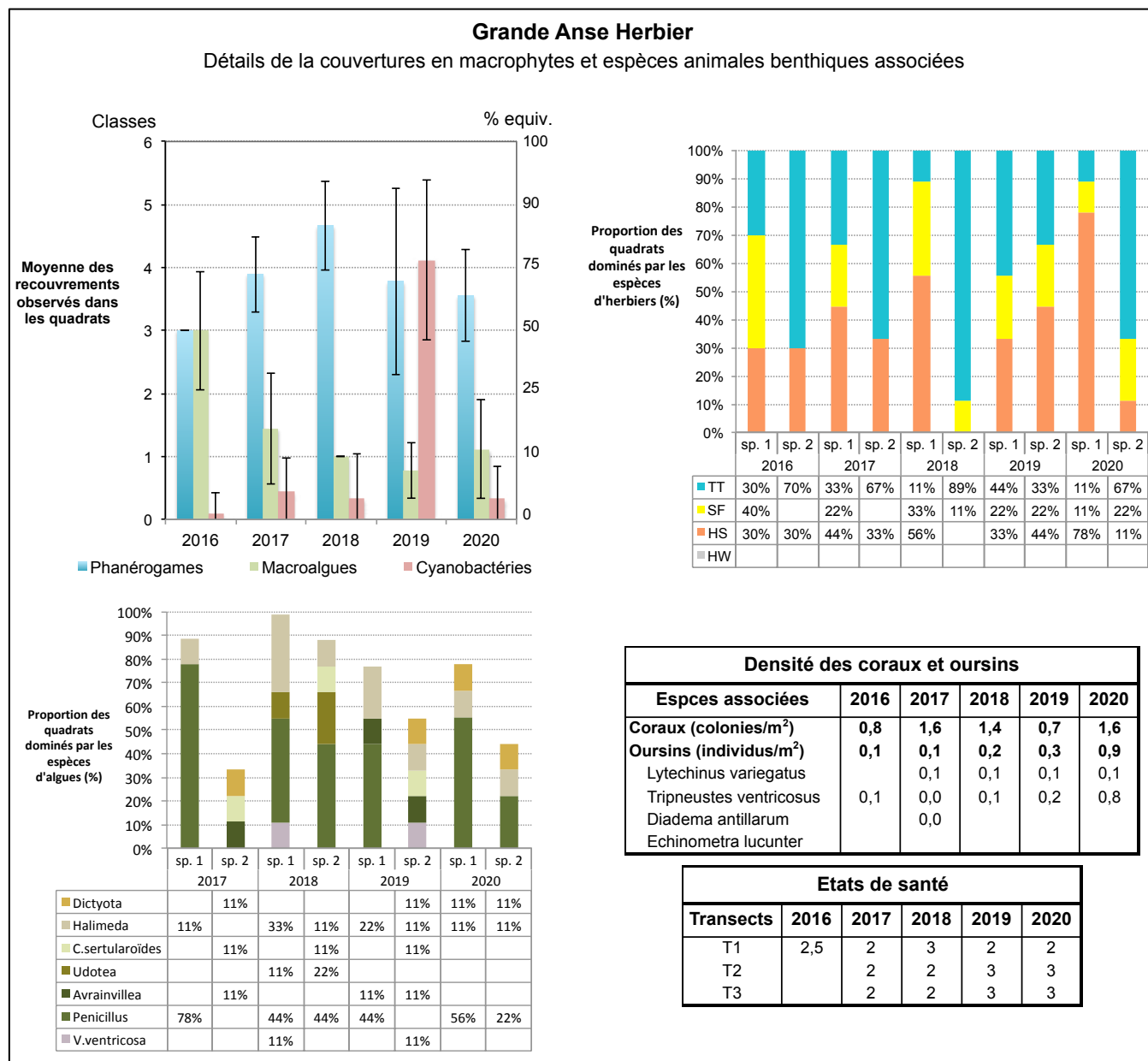


Figure 77 : Description de la biocénose de Grande Anse : (1) couverture des quadrats en phanérogames, macroalgues et cyanobactéries, (2) identification des espèces de phanérogames dominantes et secondaires & (3) des macroalgues dominantes et secondaires au sein des quadrats, (4) densité de la macrofaune benthique associée et état de santé des transects.

FRJC017 : Corps de Garde Herbier, Pointe Borgnesse Herbier (type 6)

- Corps de Garde Herbier

- Description générale

La station **Corps de Garde** est un herbier qui se situe sur une **zone sableuse en bord de plage**. La zone étudiée est **peu profonde** (entre **2 et 2,7 m**) et l'herbier est assez **dense et long**. Le substrat **se compose de sable fin**.

- Description de l'herbier, fragmentation et comparaison interannuelle

L'herbier est composé des **deux espèces**, *Thalassia testudinum* et *Syringodium filiforme*, **en mélange** sur les trois transects (Figure 78). Entre 2015 et 2020, l'herbier est stable, avec un mélange des deux espèces sur la totalité du linéaire étudié. L'herbier ne présente pas de fragmentation le long des transects.

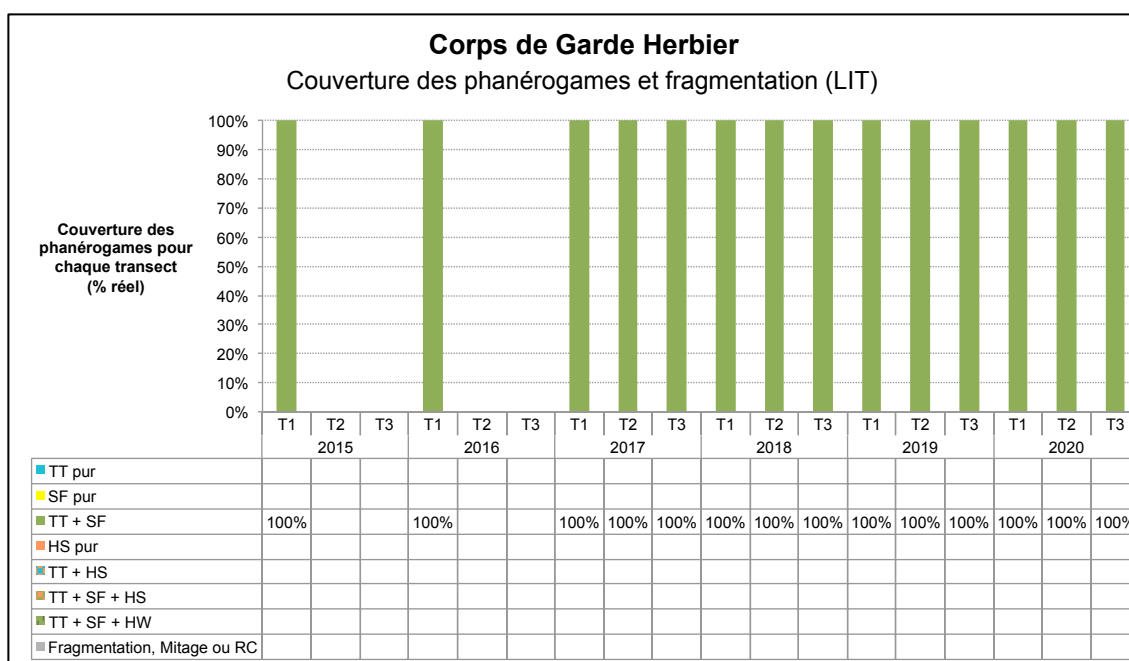


Figure 78 : Proportions des différentes catégories d'assemblage de phanérogames rencontrées sur les LIT de l'herbier Corps de Garde entre 2015 et 2020

- Composition de l'herbier et espèces associées

Les épibioses dominantes et secondaires sur les feuilles des phanérogames sont respectivement les algues rouges calcaires et le film bio-sédimentaire (Figure 79).

Epibiose associées aux phanérogames				
Epibioses	2017	2018	2019	2020
Dominante	Film bio-séd.	Algues calc.	Algues calc.	Algues calc.
Secondaire	Algues calc.	Film bio-séd.	Hydrides	Film bio-séd.

Figure 79 : Groupes dominants et secondaires d'épibioses présents sur la surface des feuilles de phanérogames

En 2020, la couverture moyenne en phanérogames dans les quadrats de l'herbier se situe entre les classes 4 et 5, soit entre 75% et 90% d'herbier sur 0,5 m². Il s'agit donc d'un herbier dense, avec l'espèce *T.testudinum* dominante dans tous les quadrats.

En ce qui concerne les macroalgues, la couverture correspond à la classe 1, soit 10%. Le genre dominant est *Penicillus* suivi du genre *Halimeda*. Il n'y a pas eu de cyanobactéries observées dans les quadrats (Figure 80).

La couverture en phanérogames est oscillante entre 2016 et 2020 en restant sur des valeurs élevées, tandis que celle des macroalgues est en légère diminution par rapport à 2016 mais constante depuis 2017.

Concernant les coraux, seule une colonie de *Manicina* a été observée en 2020.

La densité moyenne en oursins est de 0,3 individus/m² et est représentée par les espèces *Tripneustes ventricosus* et *Diadema antillarum*. La densité des oursins est variable selon les années.

L'état de santé global est donné à 2, correspondant à un herbier mixte à *Thalassia testudinum* et *Syringodium filiforme*.

Corps de Garde Herbier

Détails de la couverture en macrophytes et espèces animales benthiques associées

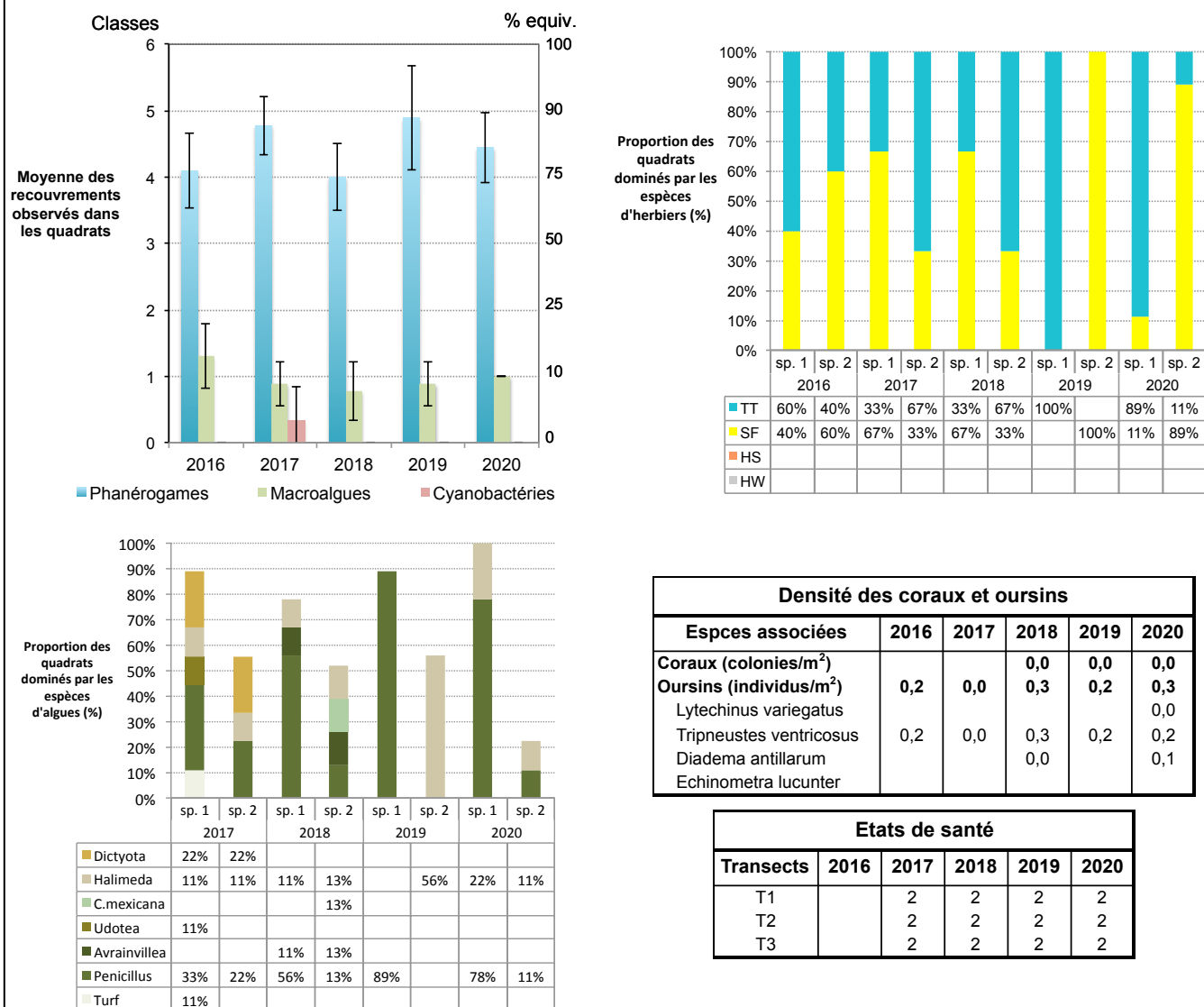


Figure 80 : Description de la biocénose de Corps de Garde : (1) couverture des quadrats en phanérogames, macroalgues et cyanobactéries, (2) identification des espèces de phanérogames dominantes et secondaires & (3) des macroalgues dominantes et secondaires au sein des quadrats, (4) densité de la macrofaune benthique associée et état de santé des transects.

- **Pointe Borgnesse Herbier**
 - Description générale

La station **Pointe Borgnesse** est un herbier qui se situe **au large de la plage**. La zone étudiée est moyennement profonde (entre **2,1 et 3,7 m**) et l'herbier est **moyennement dense**. Le substrat se **compose de sable fin**.

- Description de l'herbier, fragmentation et comparaison interannuelle

L'herbier se compose des trois espèces *Thalassia testudinum*, *Halophila stipulacea* et *Syringodium filiforme* (Figure 81). La majorité de l'herbier est composé d'un **mélange de *T. testudinum* et *H. stipulacea***. L'année 2016 est marquée par une proportion importante de la couverture en *T. testudinum* pur (45%). Cette couverture a diminué en 2017 (8%) pour disparaître à partir de 2018 sur le T1. En 2019, le T3 présente une zone de mélange avec l'espèce *S. filiforme* en plus des deux autres espèces. L'herbier montre une fragmentation importante en 2020 avec respectivement des couvertures de 29, 3 et 6% pour les transects T1, T2 et T3.

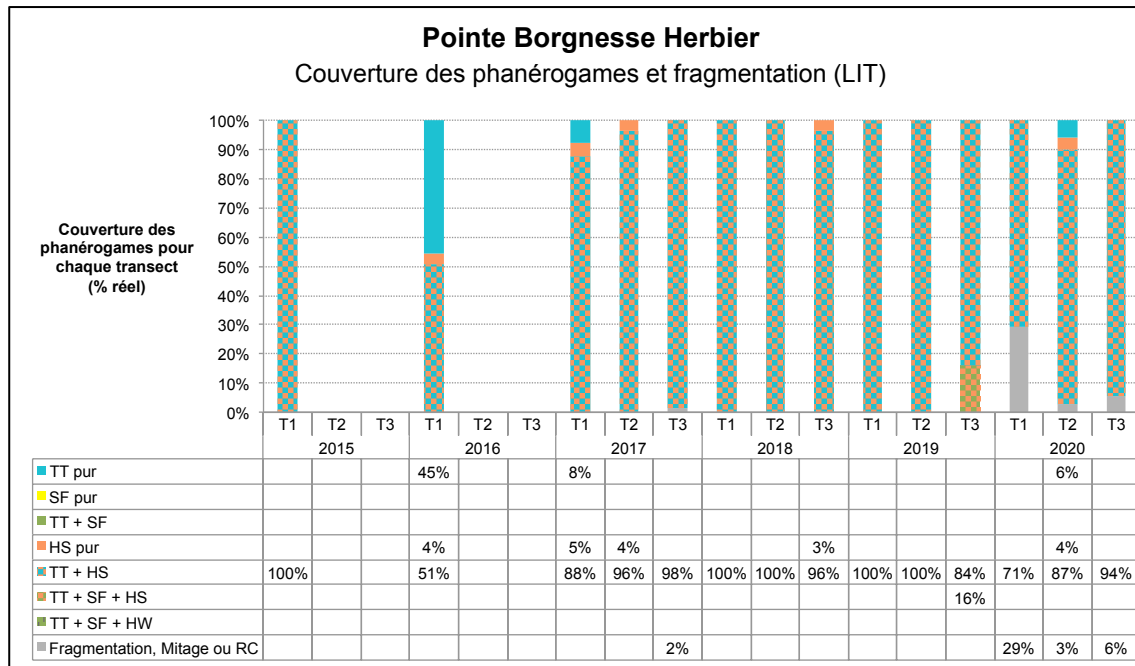


Figure 81 : Proportions des différentes catégories d'assemblage de phanérogames rencontrées sur les LIT de l'herbier Pointe Borgnesse entre 2015 et 2020

- Composition de l'herbier et espèces associées

Les épibioses dominantes et secondaires sur les feuilles des phanérogames sont respectivement le film bio-sédimentaire et les algues rouges calcaires (Figure 82).

Epibiose associées aux phanérogames				
Epibioses	2017	2018	2019	2020
Dominante	Film bio-séd.	Film bio-séd.	Film bio-séd.	Film bio-séd.
Secondaire	Algues calc.	Algues calc.	Algues calc.	Algues calc.

Figure 82 : Groupes dominants et secondaires d'épibioses présents sur la surface des feuilles de phanérogames

En 2020, la couverture moyenne en phanérogames dans les quadrats de l'herbier se situe entre les classes 3 et 4, soit entre 50 et 75% d'herbier sur 0,5 m². Il s'agit donc d'un herbier moyennement dense, avec l'espèce dominante *H. stipulacea* dans près de 80% des quadrats. En ce qui concerne les macroalgues, aucune espèce n'a été observée. Les cyanobactéries sont présentes avec une couverture proche de 25%, sur des feuilles de phanérogames et du sable (Figure 83).

La couverture en phanérogames a augmenté entre 2016 et 2017, et est en diminution progressive depuis 2017. Celle des cyanobactéries présente une légère diminution entre 2016 et 2018, puis augmente fortement depuis 2018. La baisse de la couverture en phanérogames conjointement à l'augmentation de la couverture en cyanophycées ne sont pas des signes d'un bon état de l'herbier.

Aucune colonie corallienne n'a été observée sur la zone suivie, comme depuis 2016.

La densité moyenne en oursins est de 1,2 individus/m², l'espèce *Tripneustes ventricosus* domine. La densité a doublé par rapport aux autres années.

L'état de santé des transects 1 et 2 est donné à 2, correspondant à un herbier mixte, théoriquement à *Thalassia testudinum* et *Syringodium filiforme*. Dans cet herbier, l'espèce *S. filiforme* est absente et il s'agit d'un herbier mixte à *T. testudinum* et *Halophila stipulacea*. Le transect 3 à un état de santé à 3 du fait de la présence d'importantes plaques de cyanophycées.

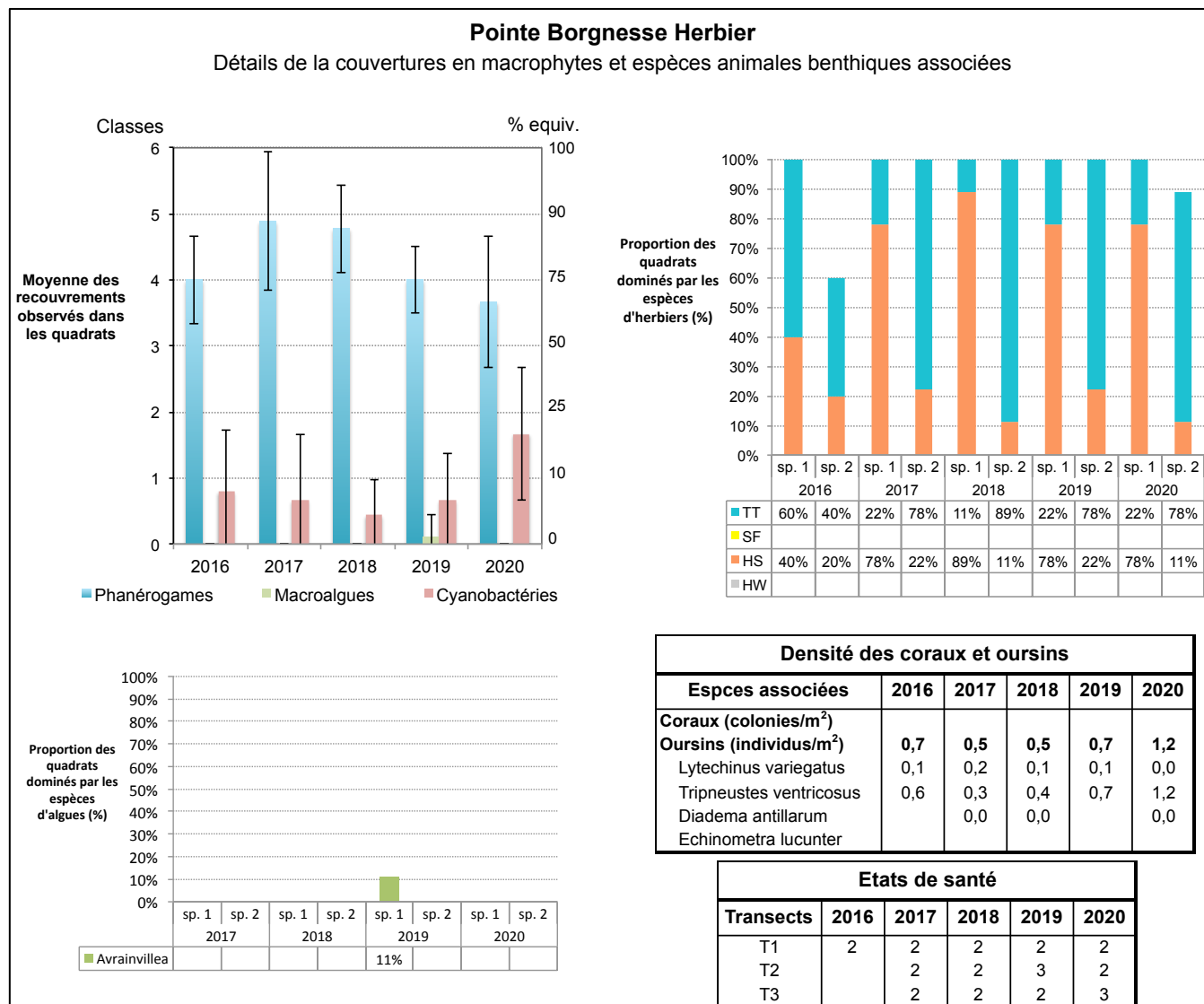


Figure 83 : Description de la biocénose de Pointe Borgnesse: (1) couverture des quadrats en phanérogames, macroalgues et cyanobactéries, (2) identification des espèces de phanérogames dominantes et secondaires & (3) des macroalgues dominantes et secondaires au sein des quadrats, (4) densité de la macrofaune benthique associée et état de santé des transects.

FRJC006 : Caye Pariadis Herbier (type 2)

- Description générale

La station **Caye Pariadis** est un herbier qui se situe à l'**arrière d'une caye en direction du tombant**. La zone étudiée est **profonde** (entre **6,5 et 9,8 m**). L'herbier est caractérisé par la présence d'**algues vertes filamenteuses** (*Chaetomorpha* et *Bryopsis*) et des macroalgues rouges en épiphytes dont les densités sont variables selon les années. Ces algues sont difficiles à catégoriser entre épiphytes et dérivantes. Le substrat se compose de **sable fin**.

- Description de l'herbier, fragmentation et comparaison interannuelle

L'herbier se compose essentiellement des deux espèces, *Thalassia testudinum*, *Syringodium filiforme* (Figure 84). Sur quelques zones en 2020, l'espèce *Halophila stipulacea* ou l'espèce *Halophila decipiens* vient s'ajouter à l'assemblage courant. Entre 2015 et 2020 sur le T1, l'herbier pur à *S. filiforme* a été remplacé, entièrement ou en partie selon les années, par un herbier mixte à *T. testudinum* et *S. filiforme*. En 2017 et dans une moindre mesure en 2018 sur le T1, des zones de mitage ont été observées. *H. decipiens*, espèce absente des autres stations DCE, a été observée sur le T3 en 2018, puis sur les trois transects en 2019 et enfin sur deux transects en 2020

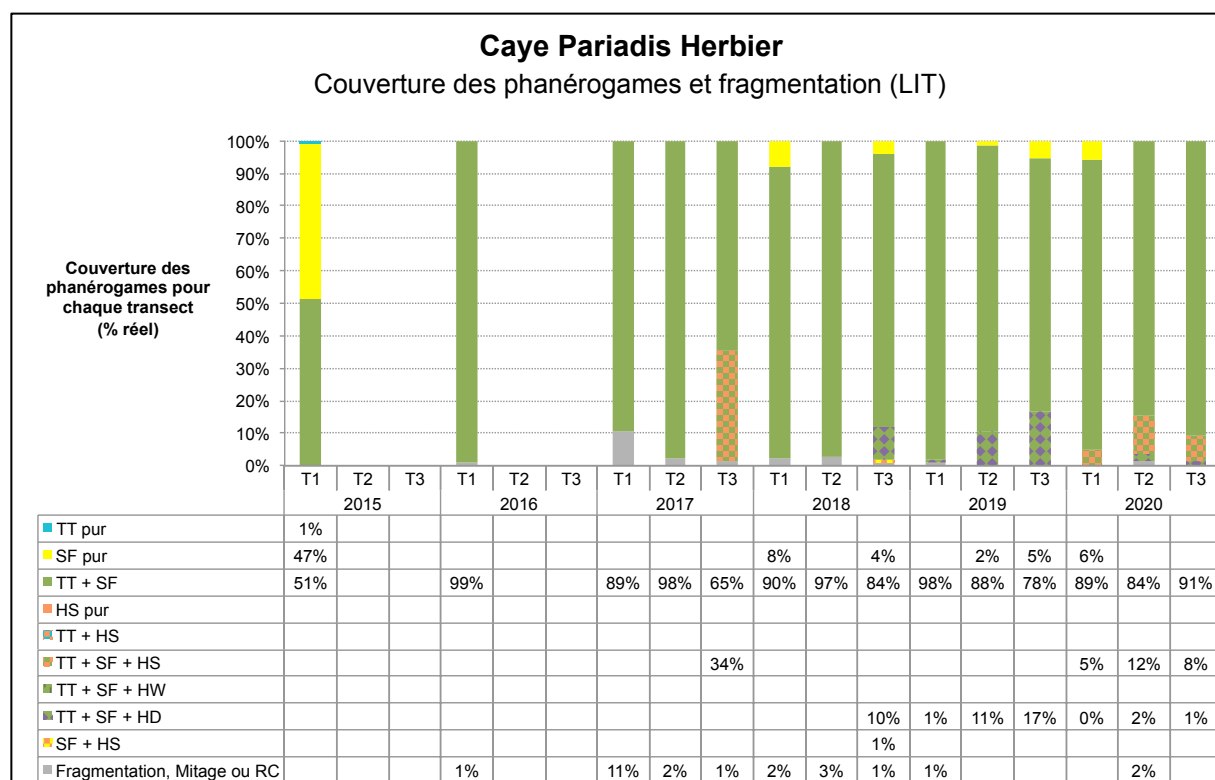


Figure 84 : Proportions des différentes catégories d'assemblage de phanérogames rencontrées sur les LIT de l'herbier Caye Pariadis entre 2015 et 2020

- Composition de l'herbier et espèces associées

Les épibioses dominantes sur les feuilles des phanérogames sont les macroalgues (épiphytes) en 2017 et 2018 et les algues calcaires en 2019 et 2020 (Figure 85).

Epibiose associées aux phanérogames				
Epibioses	2017	2018	2019	2020
Dominante	Macroalgues	Macroalgues	Algues calc.	Algues calc.
Secondaire	Algues fila.	Algues calc.	Algues fila.	

Figure 85 : Groupes dominants et secondaires d'épibioses présents sur la surface des feuilles de phanérogames

En 2020, la couverture moyenne en phanérogames dans les quadrats de l'herbier se situe au niveau de la classe 4, soit égale à 75 % d'herbier sur 0,5 m². Il s'agit donc d'un herbier assez dense, avec l'espèce *S. filiforme* dominante dans la totalité des quadrats.

La couverture macroalgale se situe à la classe 1, soit 10%. Les genres dominants sont *Caulerpa* (espèce *mexicana*) et *Halimeda*. Ce pourcentage exclut les macroalgues épiphytes, comme c'est le cas pour l'herbier de Grande Anse, car elles n'entrent pas en compétition avec les phanérogames pour l'occupation du substrat. Les

macroalgues épiphytes ont une couverture qui se situe entre les classes 2 et 3, soit entre 25 et 50%. Il s'agit d'un mélange d'épiphytes fixées à la base des phanérogames, composé des genres *Dasya* et *Dictyota* pour les espèces principales et de *Chaetomorpha* pour l'espèce secondaire. Des cyanobactéries ont été observées dans plusieurs quadrats avec un recouvrement inférieur à 4%. (Figure 86).

La couverture en phanérogames est assez stable entre 2016 et 2020. Des cyanobactéries sont apparues en 2017, puis non observées en 2018 et 2019, pour réapparaître en 2020. La couverture en macroalgues de 2016 n'est pas comparable car la forte densité en macroalgues filamenteuses vertes appartenant au genre *Chaetomorpha* avait été prise en compte dans le recouvrement : ces algues formaient une véritable « canopée » empêchant de voir l'herbier. En 2017 et 2018, des macroalgues filamenteuses vertes étaient également présentes mais plutôt épiphytes et en densité beaucoup moins importante. Ces algues semblent appartenir au genre *Chaetomorpha* et *Bryopsis* (avis du MNHN), mais une observation microscopique aurait été nécessaire pour le confirmer. En 2020, les macroalgues épiphytes n'étaient pas des algues vertes mais des algues brunes et rouges.

Aucune colonie corallienne n'a été observée sur la zone suivie depuis 2016.

La densité moyenne en oursins est de 0,1 individus/m², l'espèce *Tripneustes ventricosus* étant la seule présente. L'état de santé global est donné à 2, correspondant à un herbier mixte à *Thalassia testudinum* et *Syringodium filiforme*, avec développement de macroalgues.

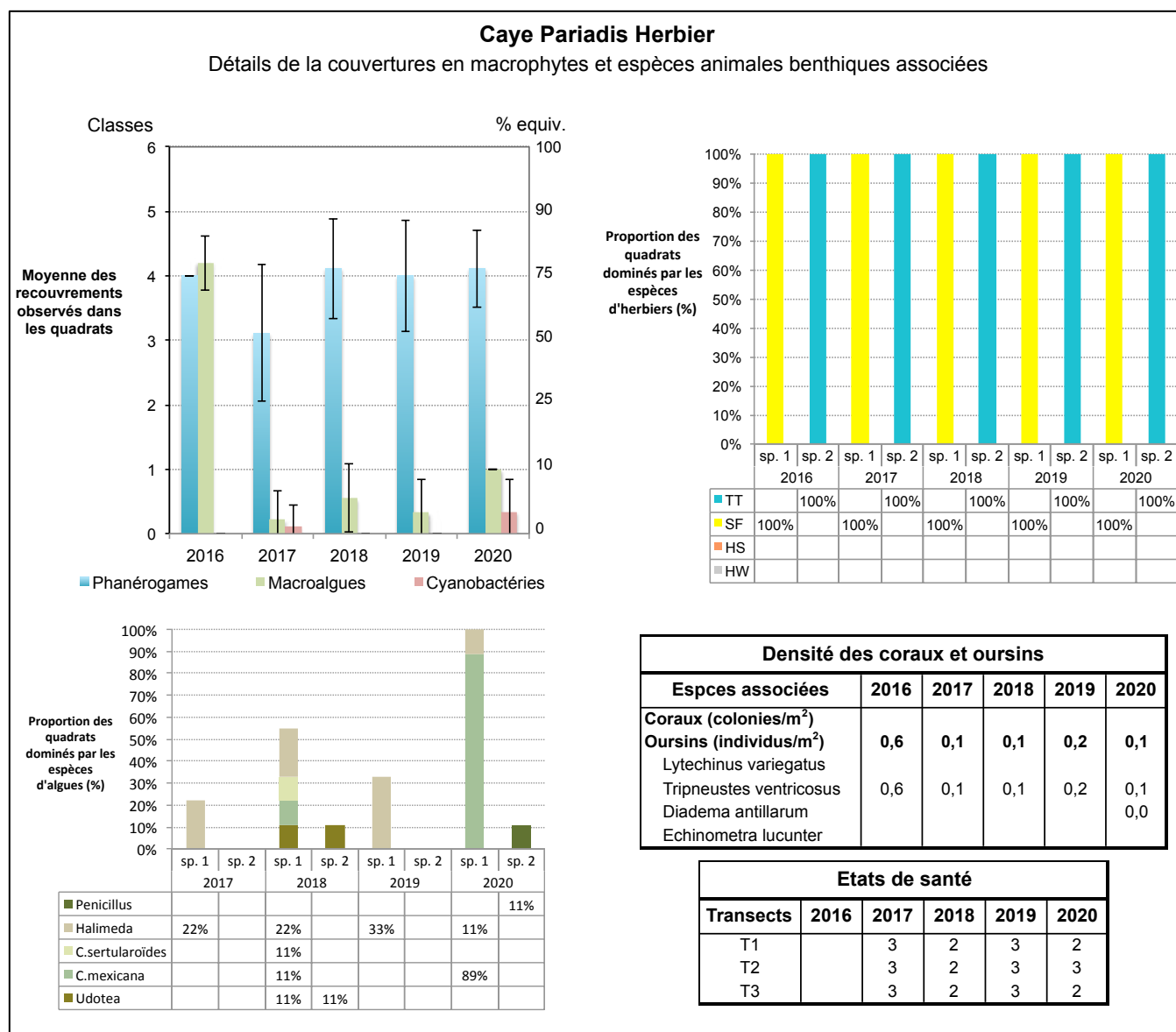


Figure 86 : Description de la biocénose de Caye Pariadis : (1) couverture des quadrats en phanérogames, macroalgues et cyanobactéries, (2) identification des espèces de phanérogames dominantes et secondaires & (3) des macroalgues dominantes et secondaires au sein des quadrats, (4) densité de la macrofaune benthique associée et état de santé des transects.

FRJC008 : Baie des Mulets (type 2)

- Description générale

La station **Baie des Mulets** se situe sur le haut-fond au nord de l'îlet. La zone étudiée est **peu profonde** (entre 1,1 et 2,3m) et **turbide**. Le substrat se compose d'un sédiment **sablo-vaseux**.

- Description de l'herbier, fragmentation et comparaison interannuelle

L'herbier est composé des deux espèces *Thalassia testudinum* et *Syringodium filiforme* (Figure 87). La couverture en *T. testudinum* pur est globalement supérieure à l'herbier mixte à *T. testudinum* et *S. filiforme* et en 2020 ce rapport est plus marqué au niveau du T1 et du T2 comparativement au T3. Cependant, depuis 2017 la couverture en herbier mixte a augmenté au détriment de l'herbier pur à *T. testudinum*, indiquant ainsi une augmentation du recouvrement en *S. filiforme*. L'herbier ne présente pas de fragmentation le long des transects.

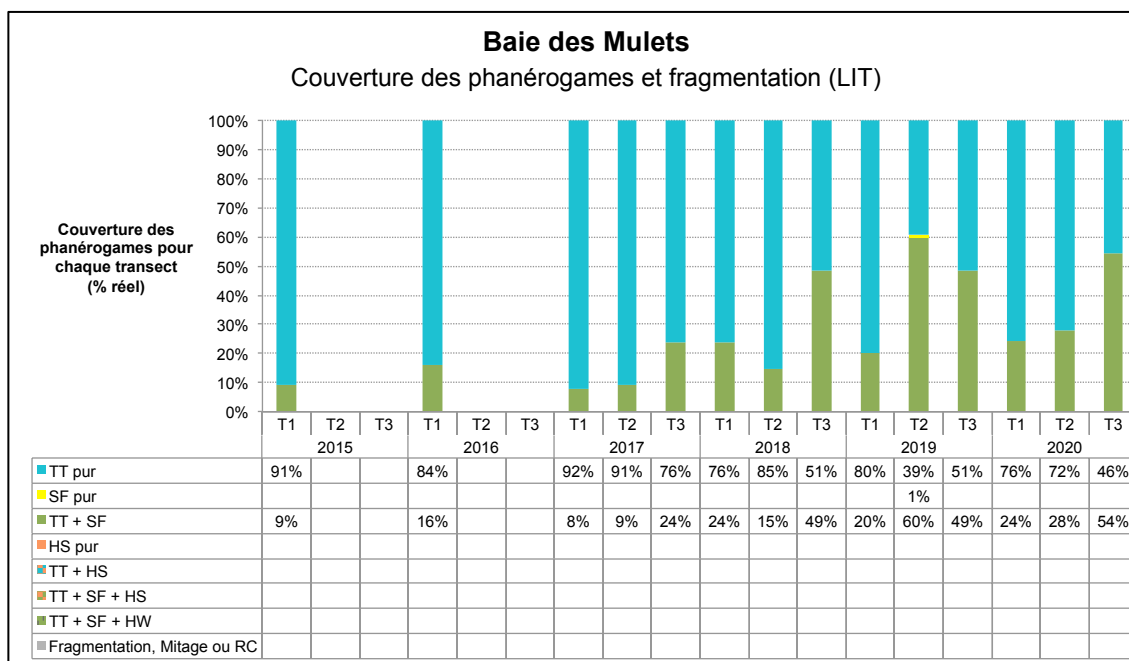


Figure 87 : Proportions des différentes catégories d'assemblage de phanérogames rencontrées sur les LIT de l'herbier Baie des Mulets entre 2015 et 2020

- Composition de l'herbier et espèces associées

Les épibioses dominantes et secondaires sur les feuilles des phanérogames sont respectivement le film bio-sédimentaire et les algues rouges calcaires (Figure 88).

Epibiose associées aux phanérogames				
Epibioses	2017	2018	2019	2020
Dominante	Film bio-séd.	Film bio-séd.	Film bio-séd.	Film bio-séd.
Secondaire	Algues calc.	Macroalgues	Algues calc.	Algues calc.

Figure 88 : Groupes dominants et secondaires d'épibioses présents sur la surface des feuilles de phanérogames

En 2020, la couverture moyenne en phanérogames dans les quadrats de l'herbier se situe entre les classes 3 et 4, soit entre 50 et 75 % d'herbier sur 0,5 m². Il s'agit donc d'un herbier moyennement dense, avec l'espèce *T. testudinum* dominante dans tous les quadrats. En ce qui concerne les macroalgues, la couverture se situe entre les classes 0 et 1, soit 0 et 10%. Les genres dominants sont *Jania*, *Avrainvillea*, *Dictyota* et *Caulerpa cupressoides*. Aucune plaque de cyanobactéries n'a été observée (Figure 89).

La couverture en phanérogames était en augmentation entre 2016 et 2019 mais a significativement baissé en 2020. La couverture en macroalgues est en diminution progressive depuis 2016 avec cependant un léger rebond en 2020.

La densité moyenne en coraux est proche de 0 colonies/m².

La densité moyenne en oursins est de 3,6 individus/m² et correspond exclusivement à l'espèce *Lytechinus variegatus*. Cette densité est similaire à celles mesurées en 2016, 2017 et 2019.

L'état de santé global est donné à 2, correspondant à un herbier mixte à *Thalassia testudinum* et *Syringodium filiforme*, présentant quelques signes d'hypersédimentation.

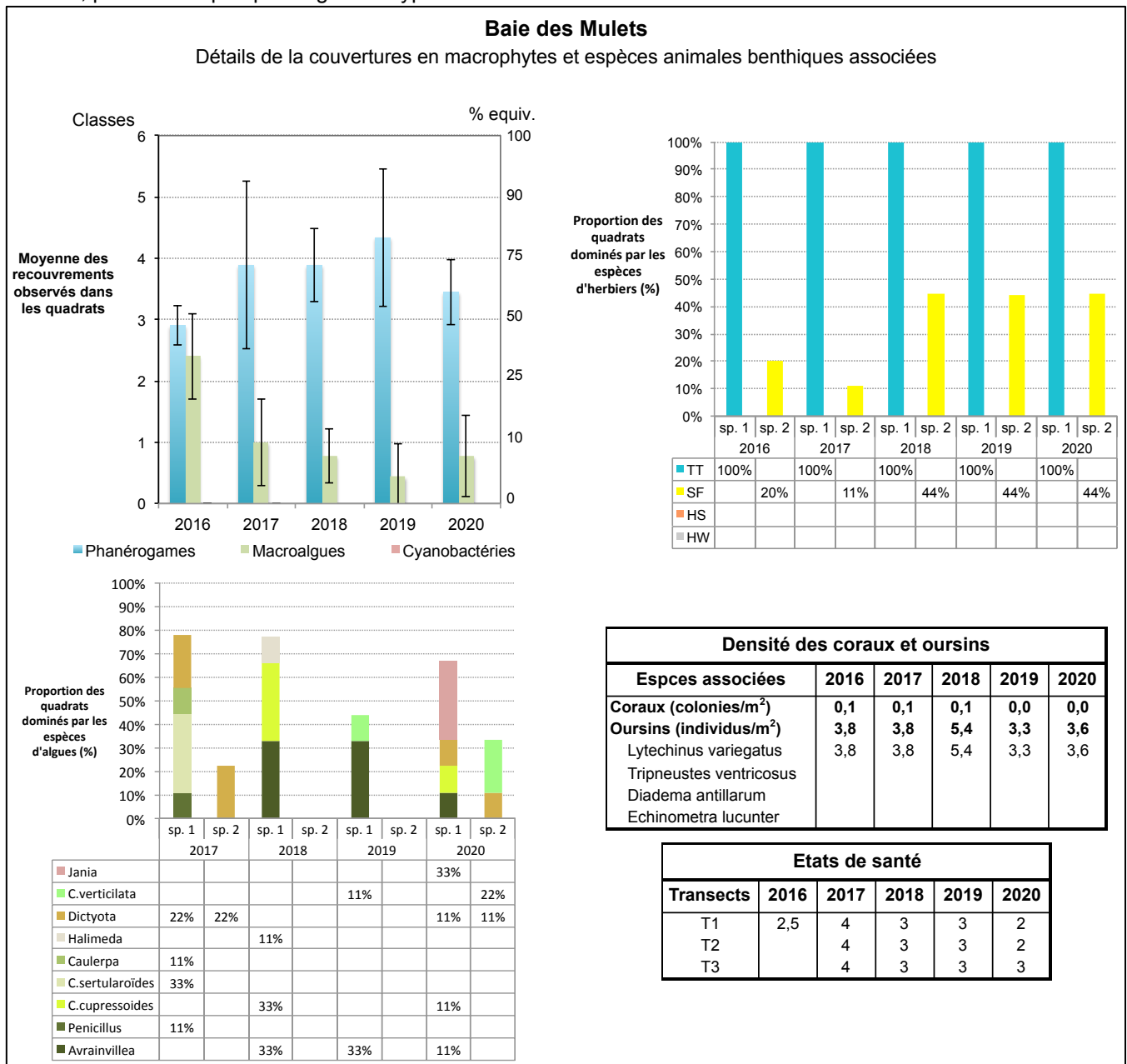


Figure 89 : Description de la biocénose de Baie des Mulets : (1) couverture des quadrats en phanérogames, macroalgues et cyanobactéries, (2) identification des espèces de phanérogames dominantes et secondaires & (3) des macroalgues dominantes et secondaires au sein des quadrats, (4) densité de la macrofaune benthique associée et état de santé des transects.

Teneur en matière organique dans les sédiments : comparaison inter-sites

La teneur en matière organique des sédiments peut révéler un changement dans les apports terrigènes souvent en lien avec l'anthropisation du milieu. Ce paramètre montre peu de variation interannuelle entre 2019 et 2020 au sein de chacun des sites (Figure 90). Deux sites de baie (Baie du Marin, Baie des Mulets) montrent une teneur en matière organique plus élevée que les autres sites, avec des valeurs situées entre 4,4 et 6,3% de la masse du sédiment. Les autres sites ont une teneur en matière organique entre 2,9 et 4,2 %.

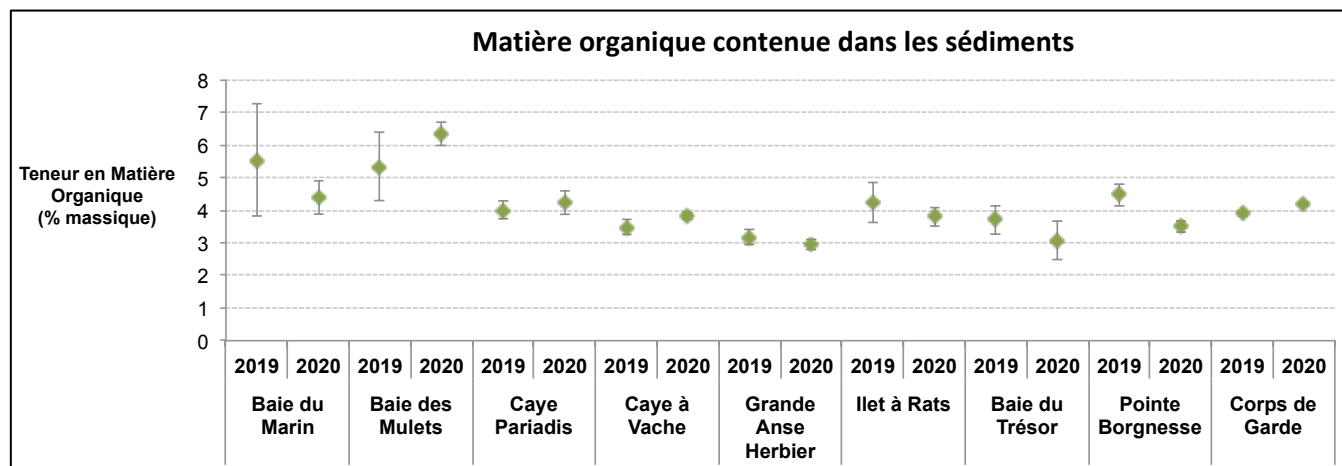


Figure 90 : Teneur en matière organique dans les sédiments des 9 sites de suivi DCE-Herbier. Les données de 2019 et 2020 sont représentées pour chaque site (moyenne \pm écart type).

Conclusion générale pour les herbiers

Sur les neuf herbiers suivis, un seul est un herbier pur à *Thalassia testudinum* (Caye à Vache) et quatre présentent l'espèce invasive *Halophila stipulacea* (Baie du Trésor, Grande Anse, Pointe Borgnesse et Caye Pariadis).

L'état de santé est de niveau 1 pour un herbier, de niveau 2 pour six herbiers et de niveau 3 pour deux herbiers.

Le pourcentage de couverture en phanérogames se situe entre 75 et 90 % pour deux herbiers (Baie du Marin et Caye Pariadis) et entre 50 et 75% pour les autres herbiers.

Enfin pour conclure, en prenant en compte les différents paramètres relevés, l'évolution des herbiers est :

- en amélioration : pour Baie des Mulets, avec moins de macroalgues et un meilleur état de santé général
- constante : pour Corps de Garde, Caye à Vache, Baie du Marin et Ilet à Rats
- fluctuante : pour Grande Anse avec des couvertures en *H.stipulacea* et *T.testudinum* et cyanophycées variables
- en régression : pour Baie du Trésor et Caye Pariadis avec une couverture en augmentation pour *H.stipulacea* et les macroalgues ; pour Pointe Borgnesse avec une régression de la couverture globale en herbier.

2.2.4 Evaluation DCE 2015-2020

2.2.4.1 Grilles de qualité

Compte tenu de la faible quantité de données et de la révision constante des protocoles, il n'existe pas à ce jour de métriques, indices et grilles de qualité pour les herbiers.

Les mesures réalisées cette année permettront d'alimenter la base de données.

2.2.4.2 Indicateur herbiers de phanérogames marines

L'évaluation DCE ne prend pas en compte l'élément de qualité Herbier pour le moment.

Evolutions par rapport à 2019 pour le suivi des herbiers de phanérogames marines

Traitement des données :

- Fanny Kerninon a terminé sa thèse sur le développement de protocoles et d'un indicateur Herbier. Un suivi des sites DCE avec le protocole de la thèse de F.Kerninon devait être testé en 2020 mais a du être reporté du fait du COVID. **Effectué**
- adapter la BDRécif pour la bancarisation des données herbier. **En cours, déploiement en 2021**

Evolutions attendues pour le suivi et l'évaluation 2021 des herbiers de phanérogames marines

Traitement des données :

- Fanny Kerninon procède au test des métriques et à l'élaboration des grilles de qualité, avec les données complémentaires récoltées en 2021. Faire un premier test de l'indicateur et des grilles.
- BDRécif disponible pour la bancarisation des données herbier

2.3 Qualité biologique: Indicateur phytoplancton

2.3.1 Protocoles pour le phytoplancton - résumé

Depuis 2019, le suivi est bimestriel (6 fois/an ; fév., avril, juin, août, oct., déc.) sauf sur deux sites où il est toujours mensuel (Banc Gamelle et Pinsonnelle).

Les paramètres suivis ainsi que les méthodologies utilisés sont les suivants :

- pigments phytoplanctoniques (dont chlorophylle *a*) par la méthode HPLC
- micro-phytoplancton : flore totale en microscopie inversée, méthode Uthermöhl
- pico et nano-phytoplancton : abondances par cytométrie en flux

Pigments phytoplanctoniques (dont chlorophylle *a*) par la méthode HPLC

La méthode par HPLC (chromatographie en phase liquide à haute performance) est la méthode retenue depuis 2014, elle permet de quantifier les différents types de pigments présents dans l'échantillon. Les analyses sont réalisées par le Laboratoire d'Océanographie de Villefranche (plateforme SAPIGH).

Micro-phytoplancton : flore totale en microscopie inversée, méthode Uthermöhl

Les procédures d'identification et de comptage sont réalisées conformément à celles décrites dans les documents de prescriptions du REPHY (Manuel d'observation du phytoplancton, document de prescription REPHY). Les résultats sont exprimés en nombre de cellules par litre, exception faite des cyanophycées, majoritairement filamenteuses dans les échantillons, qui sont dénombrées par colonie et non par cellule.

Pour l'échantillon Etang des Salines, très concentré en particules, le temps de sédimentation a été raccourci et le volume de comptage restreint au volume de la chambre.

Pico et nano-phytoplancton : abondances par cytométrie en flux

Les abondances du pico- et nano-phytoplancton sont déterminées par cytométrie en flux (bleu 488nm, vert 561nm et UV 351nm) et la discrimination des différents groupes phytoplanctoniques est réalisée à partir de graphiques.

La discrimination entre le Pico- et Nanophytoplancton se fait sur la base des signaux de diffusion aux petits angles (FSC, en relation avec la taille des particules) (laser bleu 488nm) en utilisant des billes fluorescentes de 2µm de diamètre (Picophytoplancton < 2µm < Nanophytoplancton). Au sein des 2 classes pico- et nanophytoplancton, des groupes de cellules sont recherchés sur la base de leurs propriétés d'autofluorescence induite par les pigments photosynthétiques : fluorescence Rouge de la chlorophylle *a* ; et fluorescence orange de la Phycoérythrine (cyanobactéries).

Le protocole a connu une évolution en février 2018, afin d'éliminer en tout début d'analyse certains événements pouvant correspondre à des cellules non autotrophes (prédateurs ayant consommé du phytoplancton ou débris autofluorescents (other) (Figure 91). Ainsi, au niveau de l'étape de séparation entre le Pico et le Nanoplancton, il y avait auparavant un groupe qui comprenait des Nanocyanobactéries et des cyanobactéries filamenteuses associées à des prédateurs ou encore des sédiments. Depuis février 2018, avec l'élimination des éléments faiblement fluorescents, ce groupe correspond plus strictement à des Nanocyanobactéries et des cyanobactéries filamenteuses.

Les abondances obtenues pour le pico-nanoplancton ne sont pas encore exploitées pour le calcul de l'indicateur phytoplancton.

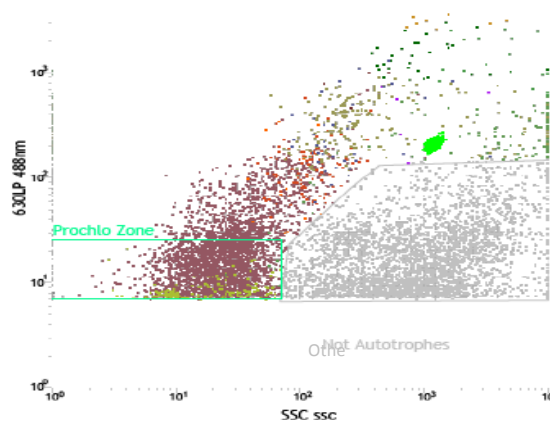


Figure 91 : Graphique représentant la totalité du NanoPicoPlancton vivant et les éléments faiblement fluorescents éliminés en 2018 (Others et Not Autotrophes)

Les détails des protocoles de suivi sont apportés dans le rapport de campagne complet 2020.

2.3.2 Bancarisation des données planctoniques

Les données sont bancarisées dans la base Quadrige² (Q2), via le fichier Excel de bancarisation nommé « Quadrilabo », qui utilise les codifications SANDRE.

Lorsque de nouvelles catégories de pico-nanoplancton sont créées ou de nouveaux taxons du microphytoplancton sont observés, de nouveaux codes SANDRE doivent être créés par la cellule Quadrige.

2.3.3 Evaluations, calcul des indicateurs

Les évaluations pour les indices biomasse, abondance et pour l'indicateur phytoplancton ont été réalisées:

- par le service VIGIES de l'Ifremer avec des scripts de portée nationale adaptés pour les Antilles
- à partir des résultats bancarisés et qualifiés dans la base nationale Quadrige 2.

Cas des masses d'eau avec plusieurs sites de suivis : Pour les masses d'eau comportant plusieurs sites, chaque indice (abondance et biomasse) est calculé à partir de l'ensemble des données disponibles pour la masse d'eau, en retenant la valeur la plus pénalisante par mois. Puis l'indicateur est calculé à partir des EQR. Cette méthode diffère de celle appliquée pour l'indicateur communauté corallienne, qui calcul l'indicateur par site, puis retient le plus pénalisant de la masse d'eau.

Tous les mois sont pris en compte dans l'évaluation, et non plus que les mois théoriquement dédiés aux campagnes (février, avril, juin, août, octobre, décembre). En 2020, la campagne d'avril a dû être décalée en mai du fait du premier confinement lié au covid-19.

Evolutions par rapport à 2019 pour le paramètre phytoplancton

Bancarisation :

- avec l'évolution du protocole pour les Nano-cyano-filamenteuses, à voir s'il y a un nouveau code à créer (il permettrait de retracer la différence d'ordre de grandeur des valeurs) : **non modifié, pas de réel besoin**

Traitement des données :

- pour le pico-nanoplancton : analyse statistique du jeu de données pour mettre au point une grille adaptée : **non résolu**
- pour le microphytoplancton : valider le seuil à 25 000 cellules/l en comparant les comptages du sous-traitant commun (Ikosistama) entre Martinique et Guadeloupe : **non résolu**, ajouter la classe de taille (> ou < à 20 µm) du taxon à sa fiche SANDRE : **résolu en ajoutant une ligne taille dans le fichier Quadrilabo afin de ne pas créer de codes SANDRE liés à la taille d'un taxon.**
- ME de transition Etang des Salines : grilles à établir (étude Ifremer/AFB, résultats attendus fin 2019) : **non résolu**

Evolutions attendues pour le suivi et l'évaluation 2021 du phytoplancton

Traitement des données :

- pour le pico-nanoplancton : analyse statistique du jeu de données pour mettre au point une grille adaptée
- pour le microphytoplancton : valider le seuil à 25 000 cellules/l en comparant les comptages du sous-traitant commun (Ikosistama) entre Martinique et Guadeloupe
- ME de transition Etang des Salines : grilles à établir (étude Ifremer/OFB, étude rendue, en attente de validation)

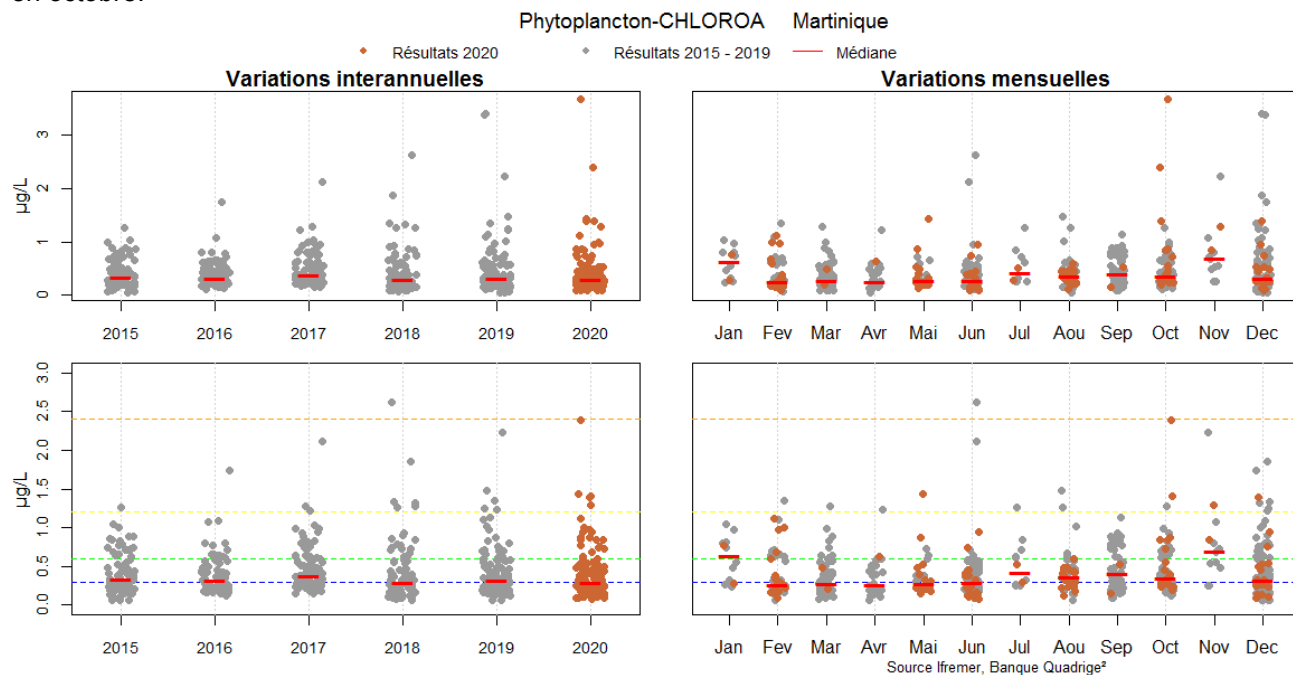
2.3.4 Résultats 2020 et comparaison historique

2.3.4.1 Biomasse chlorophyllienne : Chlorophylle a

La méthode HPLC permet de quantifier la chlorophylle a mais également l'ensemble des pigments présents dans un échantillon. La chlorophylle a est le seul pigment présenté en détail, car le seul utilisé comme indicateur de qualité pour la DCE.

Les valeurs mesurées en 2020 (Figure 92) sont comparées aux valeurs des années précédentes (gauche) et présentées par mois (droite). Les valeurs de la masse d'eau de transition sont exclues pour ne pas influencer les médianes des masses d'eau côtières. Les graphiques du haut comprennent les valeurs extrêmes et ceux du bas présentent les valeurs sans les extrêmes (s'il y en a) avec les seuils de la grille de qualité « biomasse ».

La médiane de 2020 est légèrement inférieure à celle de 2019. Les mois présentant les médianes les plus fortes en 2019 sont ceux de janvier et novembre et les valeurs individuelles les plus élevées (> 2 µg/l) sont mesurées en octobre.

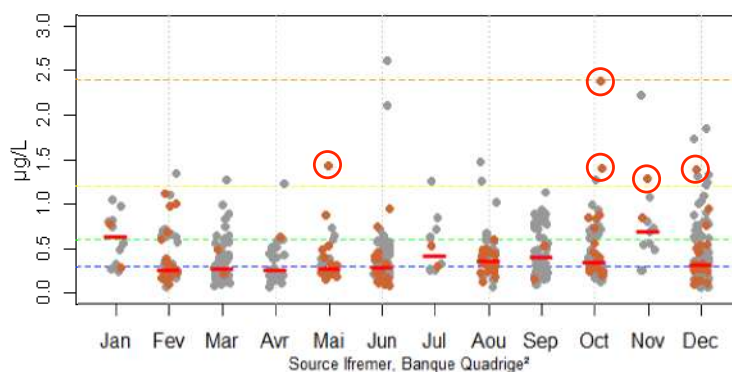


Source: Ifremer antilles, données Quadrigé 2

Figure 92 : Valeurs de chlorophylle a pour l'ensemble des sites DCE des masses d'eau côtières sur la période 2015-2020, variations interannuelles et mensuelles (points rouges : valeurs de 2020 ; trait rouge : médiane ; pointillés de couleur : seuil de la grille de qualité)

En vue de la qualification des données 2020 dans Quadrigé, les données ont été analysées afin d'identifier les valeurs s'écartant de la médiane et du percentile 90 (Impact Mer, 2021). Une interprétation est proposée afin de juger de la qualité BONNE, DOUTEUSE ou MAUVAISE de la donnée (Figure 93).

Suite à cette analyse, aucune valeur de chlorophylle a n'a été écartée pour 2020.



Source: Ifremer antilles, données Quadrigé 2

Masse d'eau et site	Valeur 2020	Commentaire	Qualif.
FRJC014 : Baie du Galion (type 1)	mai (1,43 µg/l)	également forte turbidité	BONNE
	octobre (3,67 µg/l)	pas de conditions générales particulières explicatives	BONNE
	décembre (1,39 µg/l)	pas de conditions générales particulières explicatives	BONNE
FRJC008 : Pinsonnelle	octobre (2,39 µg/l)	pas de conditions générales particulières explicatives	BONNE
	novembre (1,29 µg/l)	fortes valeurs de microphytoplancton et picoplancton pour octobre uniquement	BONNE
FRJC006 : Caye Pariadis	octobre (1,40 µg/l)	pas de conditions générales particulières explicatives	BONNE

Figure 93 : Commentaires sur les valeurs de chlorophylle a pour l'année 2020

2.3.4.2 Diversité phytoplanctonique : pigments

L'ensemble des pigments phytoplanctoniques présents dans les échantillons est quantifié par la méthode HPLC et les résultats sont bancarisés dans le fichier Quadrilabo. Les pigments peuvent être associés à un type d'organisme ou groupe d'organismes (Figure 94), permettant ainsi de connaître la diversité phytoplanctonique (Bec *et al.*, 2016 ; Delmas & Siano, 2014).

Pigment	Groupe phytoplanctonique
Chlorophylle b	Chlorophytes, Prasinophytes, Euglénophytes
Néoxantine	Chlorophytes, Prasinophytes
Lutéine	Chlorophytes
Violaxanthine	Chlorophytes, Prasinophytes, Eustigmatophytes
Prasinoxanthine	Prasinophytes
Zeaxanthine	Cyanobactéries , Prochlorophytes, Rodophytes
Divinyl-Chla	Prochlorophytes
Fucoxanthine	Diatomées
Chlorophylle C2	Diatomées, Dinoflagellés, Haptophytes
Diadinoxanthine	Diatomées, Dinoflagellés, Haptophytes, Euglénophytes.
Péridinine	Dinoflagellés
Chlorophylle C3	Haptophytes, Chrysophytes
Alloxanthine	Cryptophytes
19'But-fucoxanthine	Haptophytes, Chrysophytes
19'Hex-fucoxanthine	Haptophytes

© Impact Mer (adapté de Bec *et al.*, 2016)

Figure 94 : Les pigments phytoplanctoniques et les organismes associés (adapté de Bec *et al.* 2016 et de Delmas et Siano, 2014)

Les sites **Banc Gamelle et Pinsonnelle** sont suivis mensuellement et permettent ainsi d'avoir une visibilité sur l'évolution des pigments sur l'année (Figure 95).

Au site Banc Gamelle, type 1 – Baies, les biomasses les plus élevées sont observées en début (janvier, février) et fin d'année (septembre à décembre) et les plus faibles en milieu d'année (entre mars et août) avec la plus faible valeur en juin.

Selon le mois le pigment Zeaxanthine ou Fucoxanthine est dominant et parfois ils sont codominants, à l'exception d'octobre où le total Chlorophylle b domine. La Zeaxanthine est caractéristique des cyanobactéries alors que la Fucoxanthine se retrouve dans les diatomées (Goffart, 2013). Le peuplement phytoplanctonique de ce site est donc dominé par les cyanobactéries et/ou les diatomées. En octobre il semble y avoir eu un bloom d'algues vertes (traduit par la Chlorophylle b).

Au site Pinsonnelle, type 2 - Récifs frangeants et lagons Atlantiques, la biomasse est très élevée aux mois de septembre, octobre et décembre avec des valeurs de 5 à 9 fois plus importantes que les autres mois de l'année. A l'inverse, les biomasses les plus faibles se retrouvent respectivement en août et mars.

Les pigments majoritaires sont en ordre d'importance la Fucoxanthine, la Chlorophylle C1+C2, la Chlorophylle b et la Zeaxanthine. Les diatomées dominent le peuplement phytoplanctonique de ce site. Les algues vertes ainsi que les prasinophytes (Prasinoxanthine) sont bien présentes en janvier, octobre et décembre. Le mois de juillet se caractérise par une biomasse importante en cyanophycées (Zeaxanthine).

Les haptophytes et chrysophytes (19'-But et 19'-Hex) sont quasi absents du peuplement, contrairement à Banc Gamelle où ces groupes présentent tous les mois une biomasse non négligeable.

Les deux sites de suivi annuel présentent des différences marquées, avec des concentrations en pigments plus fortes à Banc Gamelle (autour de 0,6 µg/l contre 0,3 µg/l à Pinsonnelle, sauf les mois de septembre, octobre et décembre) et peu de différence de composition entre les mois à Banc Gamelle par rapport à Pinsonnelle.

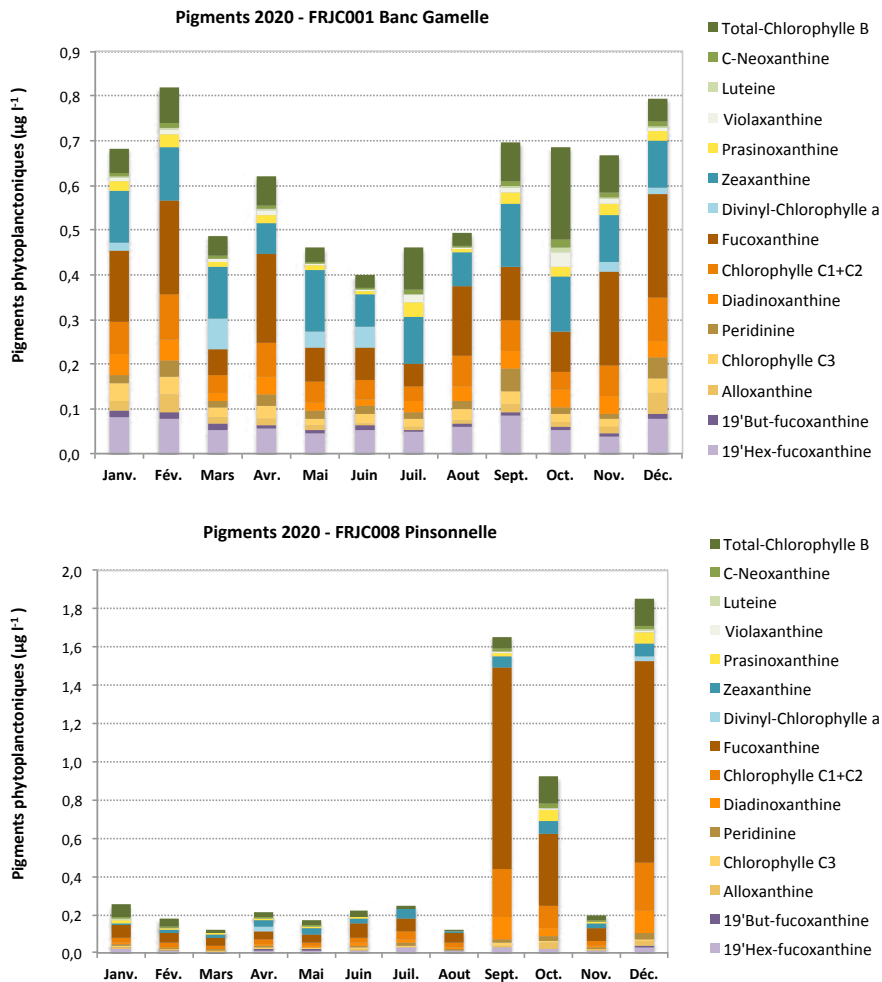


Figure 95 : Concentrations mensuelles des pigments phytoplanctoniques (hors Chla) pour Banc Gamelle – type 1 et Pinsonnelle –type 2, en 2020

Les valeurs bimestrielles moyennes, tous sites côtiers confondus (Figure 96), démontrent une biomasse phytoplanctonique variable au cours de l'année, avec les valeurs les plus élevées en avril et octobre et les plus faibles en juin et août. Les proportions des différents pigments évoluent peu au cours de l'année.

Pour la masse d'eau de transition, la biomasse oscille entre 25 et 65 µg/l de pigments entre février et octobre, puis explose en décembre à une valeur proche de 200 µg/l, soit cinq fois plus que le reste de l'année. Les valeurs de biomasse classique (hors décembre) sont cent fois plus élevée au niveau de l'étang par rapport aux masses d'eau côtières.

Contrairement à 2019 où les cyanobactéries (Zeaxanthine) dominaient le peuplement une bonne partie de l'année, en 2020 ce sont les diatomées qui sont majoritaires toute l'année (Fucoxanthine, Chlorophylle C1+C2 et Diadinoxanthine). En août apparaît un pic de prochlorophytes (Divinyl-chla).

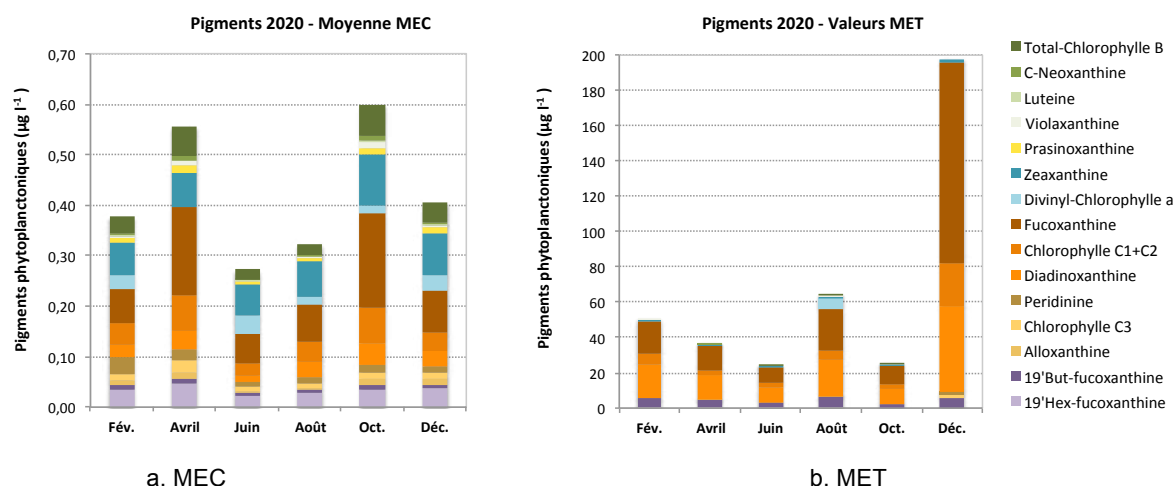


Figure 96 : Biomasses bimensuelles moyennes en pigments (hors chl a) des MEC (a) (moyenne, n=19) et de la MET (b) en 2020

L'évolution des concentrations pigmentaires entre 2015 et 2020 pour les sites côtiers (Figure 97) révèle que les diatomées dominent les peuplements (Fucoxanthine, et partiellement Chlorophylle c et Diadinoxanthine) suivies par les cyanobactéries (Zéaxanthine). Viennent ensuite les algues vertes (Chlorophylle b, C-Neoxantine, Luteine) et les haptophytes (19'Hex-fucoxanthine). L'année 2019 se distingue par une part plus importante de dinoflagellés (Peridinine) par rapport aux autres années. La biomasse totale en pigments oscille autour de 0,4 µg/l entre 2015 et 2020.

La comparaison interannuelle des concentrations pigmentaires pour la masse d'eau de transition (MET) révèle une augmentation progressive de la biomasse entre 2017 et 2019, puis un doublement de la biomasse en 2020.

La comparaison interannuelle révèle également une composition pigmentaire très variable en fonction des années. La moyenne de 2017 donne un peuplement codominé par les algues vertes (Chlorophylle b, Neoxanthine, Luteine), les diatomées (Fucoxanthine, et partiellement Chlorophylle c et Diadinoxanthine) et les cyanobactéries (Zéaxanthine). En 2018 et 2019 il est dominé par les cyanobactéries (Zéaxanthine). En 2019, il faut noter la présence des chrysophytes (19'-But-fucoxanthine). En 2020, le peuplement est largement dominé par les diatomées (Fucoxanthine, et partiellement Chlorophylle c et Diadinoxanthine). La part de chrysophytes (19'-But-fucoxanthine) a augmenté par rapport à 2019 tandis que les algues vertes sont quasi absentes. La biomasse en pigments dans l'étang est en moyenne 100 fois plus élevée que celle mesurée dans les masses d'eau côtières (MEC).

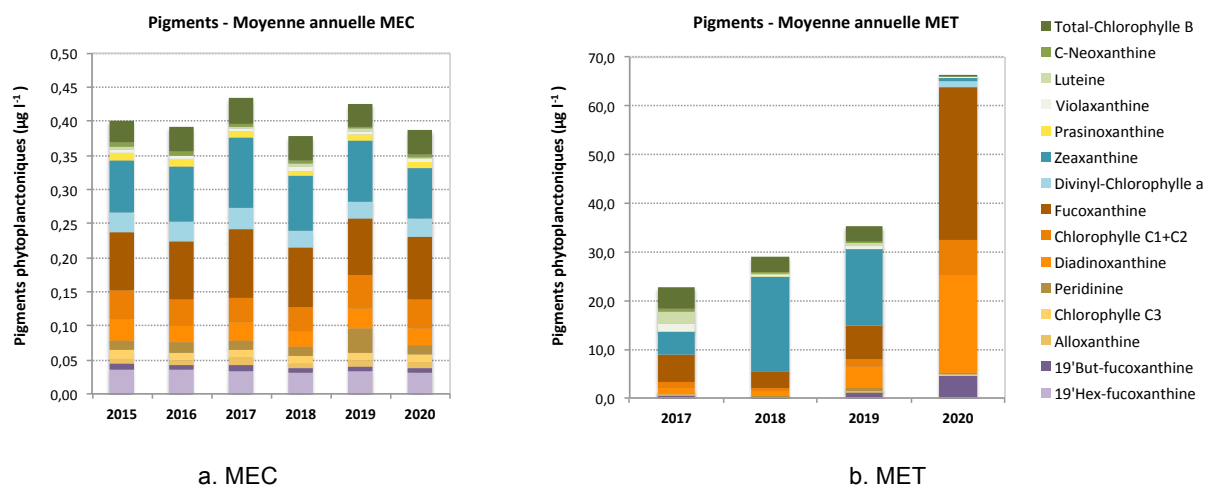


Figure 97 : Concentrations moyennes annuelles en pigments (hors Chla) des MEC entre 2015 et 2020 (n=84) et de la MET de 2017 à 2020 (n=4, n=6 pour 2019, 2020)

2.3.4.3 Abondance nano et pico-planctonique

Comme pour les pigments, les résultats des sites Banc Gamelle et Pinsonnelle suivis mensuellement, sont observés en début d'analyse afin d'avoir une visibilité sur l'évolution des abondances sur l'année (Figure 98).

Pour les deux sites, le nanoplancton se compose majoritairement d'eucaryotes. Les cryptophycées peuvent représenter jusqu'à un quart du nanoplancton alors que les cyanobactéries filamenteuses sont en très faible abondance. Pour les deux sites, le picoplancton se compose majoritairement de cyanobactéries de type synechococcus. Les eucaryotes sont présents en très faible abondance et les cyanobactéries de type prochlorococcus peuvent apparaître certains mois.

Au site **Banc Gamelle**, type 1 – Baies, les abondances de nanoplancton se situent autour de 1,5 million de cellules/l. Les mois de janvier et février présentent des abondances plus élevées de respectivement 2,8 et 3,6 million de cellules/l, alors que la plus faible abondance est mesurée en mars. Pour le picoplancton, les abondances sont variables d'un mois à l'autre avec des valeurs qui oscillent autour de 80 millions de cellules/l ou autour de 130 millions de cellules/l selon le mois. L'abondance est plus faible en mars.

Au site **Pinsonnelle**, type 2 - Récifs frangeants et lagons Atlantiques, les abondances de nanoplancton se situent entre 0,3 et 0,75 millions de cellules/l, avec trois pics de plus fortes abondances entre 1,5 et 2,6 millions de cellules/l en mars, septembre et octobre. La plus faible abondance est mesurée en août. Pour le picoplancton, les abondances se situent entre 25 et 80 millions de cellules/l, avec trois pics autour de 120 millions de cellules/l en mars, septembre et octobre. Les pics observés pour le pico-nanoplancton en septembre et octobre sont retrouvés également à travers la biomasse des pigments planctonique. Cependant, les abondances du mois de mars ne sont pas répercutées à travers les pigments et à l'inverse la biomasse traduite par les pigments en décembre n'est pas répercutée sur les abondances du pico-nanoplancton.

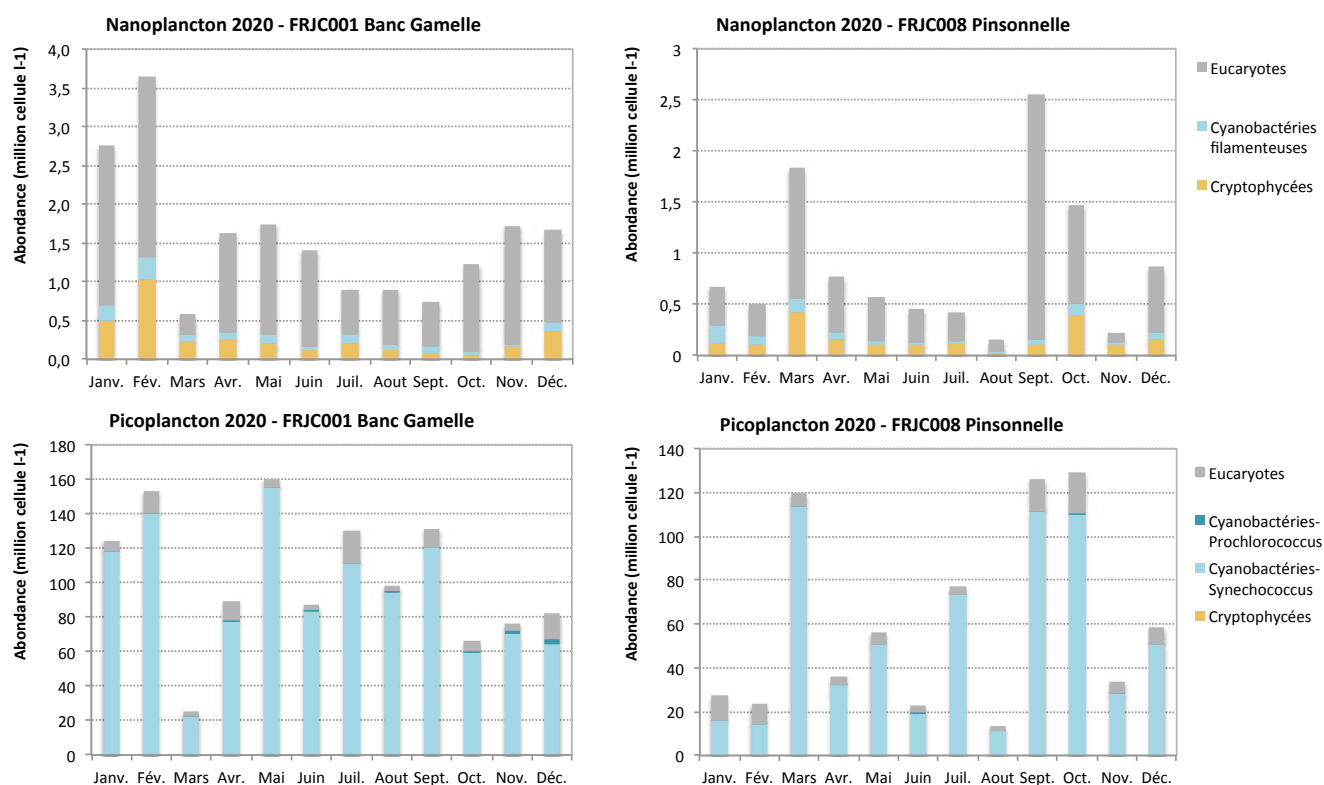


Figure 98 : Abondances mensuelles du nano et pico-plancton total pour Banc Gamelle – type 1 et Pinsonnelle – type 2, en 2020

Les valeurs bimensuelles moyennes, tous sites côtiers confondus, font ressortir que les plus fortes abondances sont mesurées en février et avril pour le nanoplancton et en janvier et octobre pour le picoplancton (Figure 99). Les eucaryotes dominent le peuplement nanoplanctonique et les cyanophycées de type synechococcus dominent le peuplement picoplanctonique.

Pour la masse d'eau de transition, Etang des Salines, les abondances de nanoplancton sont élevées en février et avril puis décroissent jusqu'en octobre, passant de 50 à 6 millions de cellules/l. Un rebond de l'abondance apparaît en décembre avec une valeur dépassant celle du début d'année. Les cryptophycées dominent tout au

long de l'année et sont quasiment les seuls organismes retrouvés entre août et décembre. De février à juin, les eucaryotes et les cyanophycées filamenteuses composent jusqu'à la moitié de l'abondance. La très forte abondance en cryptophytes en décembre est retrouvée dans l'analyse des pigments par une concentration plus élevée par rapport aux autres mois du pigment Chlorophylle C3. Ce pigment se retrouve chez les chrysophytes et haptophytes. Par contre la concentration en Alloxanthine, qui caractérise les cryptophytes, est nulle. Les abondances du picoplancton, totalement dominé par les eucaryotes, décroissent fortement au cours de l'année, passant de 4 500 millions de cellules/l en février, à 250 millions de cellules/l en décembre. Les abondances du nanoplancton sont en moyenne de 40 fois supérieures à celles des masses d'eau côtières, et celles du picoplancton d'en moyenne 30 fois supérieures.

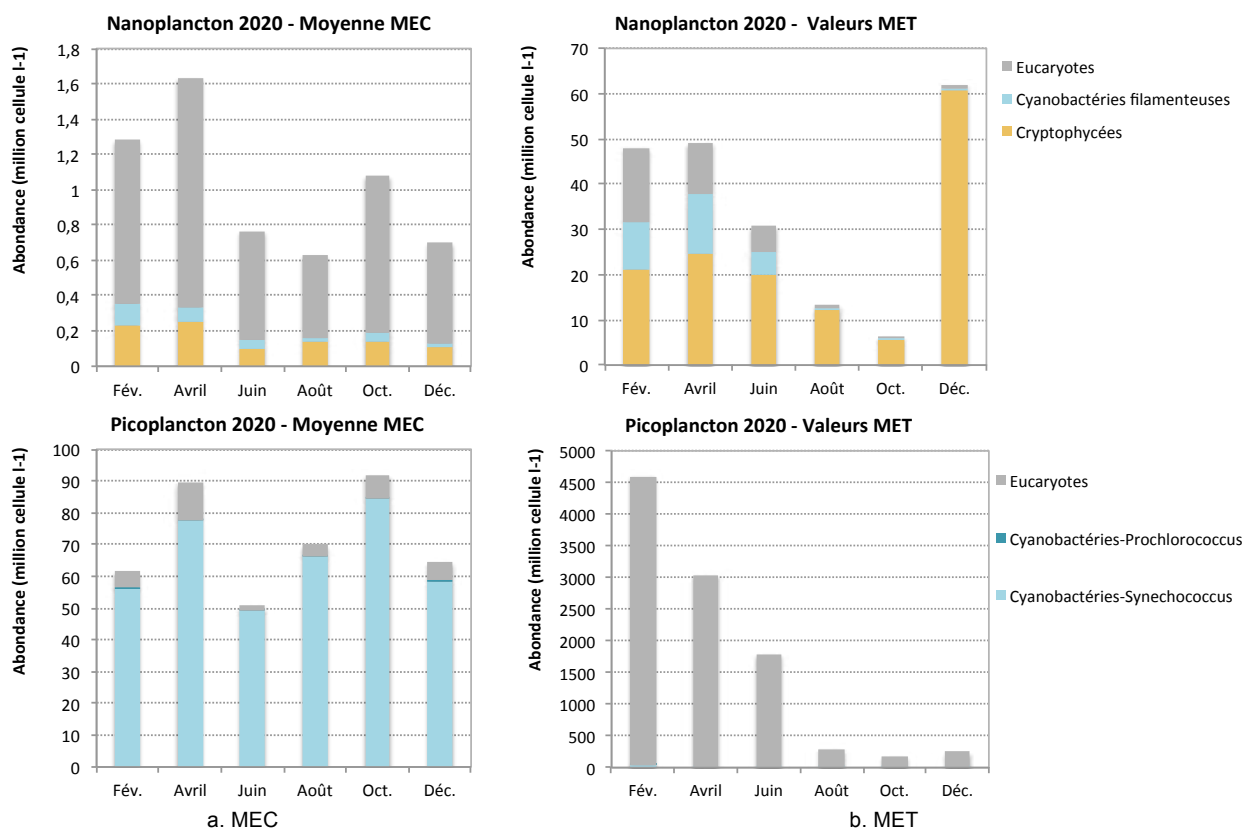


Figure 99 : Abondances bimensuelles du nano et pico-plancton total des MEC (a) (moyenne, n=19) et de la MET (b) et des groupes d'organismes qui le composent en 2020

Enfin, les abondances moyennes de l'année 2020, tous sites côtiers confondus, sont comparées aux valeurs des années précédentes (Figure 100).

Pour le nanoplancton, la comparaison doit se faire sans tenir compte des cyanobactéries filamenteuses étant donné l'évolution du protocole depuis 2018. Les abondances de cryptophycées sont similaires entre les années. Celles des eucaryotes sont variables entre 2015 et 2018, puis diminuent jusqu'en 2020. Pour le picoplancton, l'abondance totale oscille en fonction des années et est maximale en 2017.

Pour l'étang des salines, l'abondance totale du nanoplancton est maximale en 2019 et est quatre fois inférieure en 2020. En 2017 et 2018, le peuplement nanoplanctonique est dominé par les eucaryotes alors qu'en 2019 et 2020 il est dominé par les cryptophycées.

Le tendance évolutive de l'abondance du picoplancton est inverse à celle du nanoplancton, avec la plus faible valeur en 2019 et la plus forte en 2020.

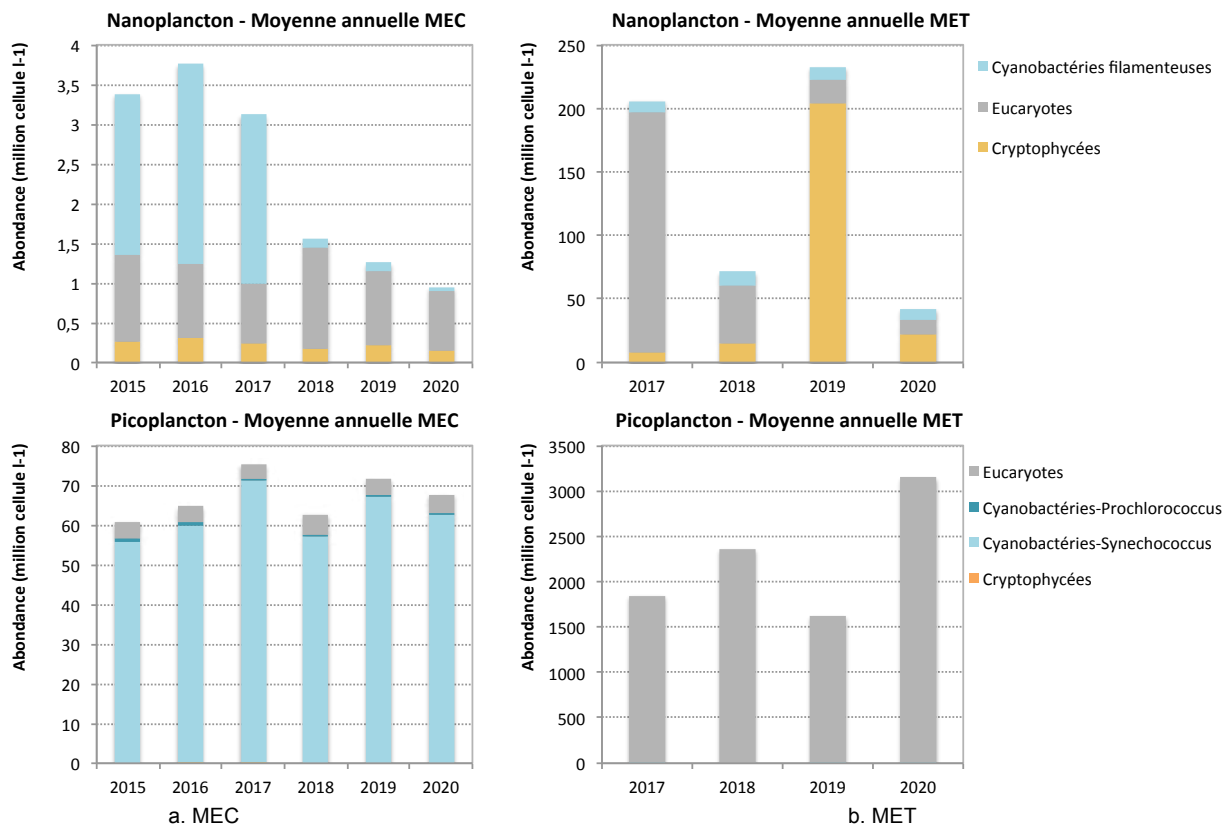


Figure 100 : Abondances moyennes annuelles du nano et pico-plancton des MEC (a) et de la MET (b) et des groupes d'organismes qui le composent, entre 2015 et 2020 (MEC, n=84, n=126 en 2019 ; MET, n=4, n=6 en 2019, 2020)

2.3.4.4 Abondance microphytoplanctonique

Pour l'analyse des données, les organismes sont classés selon trois catégories : diatomées, dinoflagellés, et autres. Dans la catégorie « Autres » se retrouvent les chlorophytes, cyanobactéries, cryptophytes, euglénophytes et haptophytes.

Depuis 2017, l'analyse des données du microplancton porte uniquement sur les organismes pris en compte dans le calcul de l'indicateur, soit les organismes de taille > à 20. La liste des organismes a été établie par le service VIGIES de l'Ifremer (cf. Annexe 2) (Allenou et al., 2019, expertise N°2). Néanmoins, certains taxons < 20 µm sont comptabilisés lorsque reconnaissables car leur présence dans les échantillons est un élément d'information intéressant. Les cyanophycées, majoritairement filamenteuses dans les échantillons, ont été dénombrées par colonie et non par cellule. Ces éléments sont bancarisés dans Quadrigé.

Jusqu'à 2016, l'analyse comprenait des petites cellules appartenant au nanoplancton (taille < à 20 µm) recensées dans les comptages (par exemple cryptophycées, chlorophycées, prasinophycées). Cependant, leur dénombrement n'est pas représentatif car seules les cellules assez grosses pour que les critères d'identification soient visibles ont pu être dénombrées.

A partir de 2019, l'expertise taxonomique est réalisée par Sylvain Coulon. De 2014 à 2018, celle-ci était réalisée par Alina Tunin-Ley.

En 2019, de nouveaux taxons ont été identifiés. La liste des taxons avec la classe de taille a été mise à jour par l'Ifremer, permettant ainsi l'analyse des données. Il a été proposé lors d'une réunion de travail avec l'Ifremer, que la classe de taille soit incluse dans la fiche SANDRE du taxon.

En 2020, de nombreuses données sont manquantes (nombre en rouge) en raison de problèmes de transport :

Mesures	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sept.	Oct.	Nov.	Déc
Microphytoplancton				9/20	1/2	14/20		1/20	1/2	3/20		

L'évolution annuelle du microphytoplancton est donnée par les résultats des sites Banc Gamelle et Pinsonnelle (Figure 103).

Pour Banc Gamelle, les abondances totales les plus faibles sont mesurées en juillet, janvier puis en mars et la plus forte en octobre. En octobre, la forte abondance est due à un bloom de la cyanophycée *Merismopedia* (cf. Annexe 3). Ce bloom ne se retrouve pas à travers la concentration en pigment Zeaxanthine (caractéristiques des cyanophycées) en octobre (Figure 101). Les peuplements microphytoplanctoniques sont dominés par les diatomées la plupart des mois de l'année sauf en mars, juillet et octobre où la tendance est inversée en faveur des dinoflagellés.

Pour Pinsonnelle, les abondances de fin d'année sont plus importantes avec le maximum retrouvé en octobre, puis respectivement en novembre et août. Le pic d'octobre se retrouve à travers les pigments, cependant à l'inverse les fortes biomasses en pigments de septembre et décembre ne sont pas traduites par de fortes abondances en microplancton aux mêmes mois. En octobre, la forte abondance est liée au bloom de plusieurs espèces de diatomées dont les plus abondantes appartiennent au genre *Pseudo-nitzschia*.

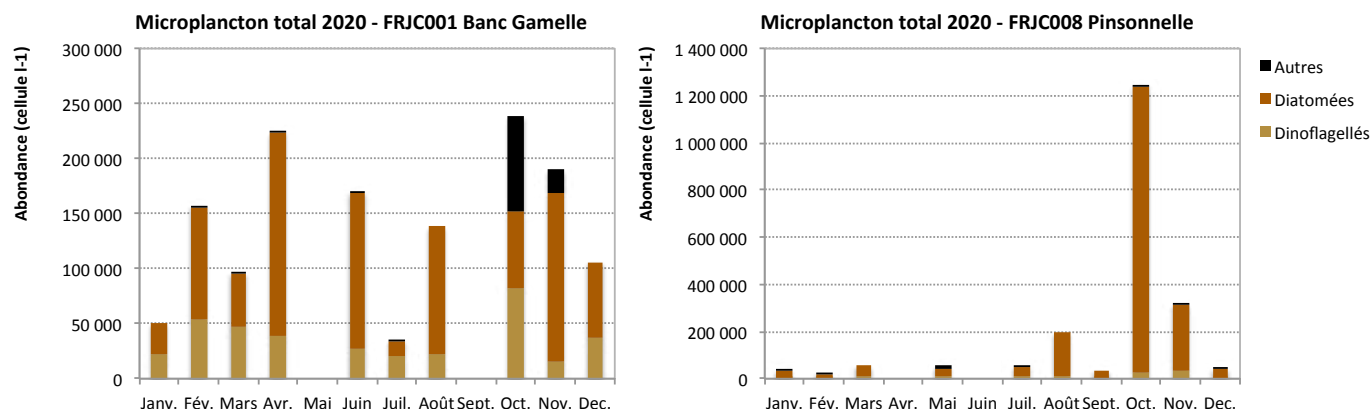


Figure 101 : Abondances mensuelles du microphytoplancton total pour Banc Gamelle – type 1 et Pinsonnelle – type 2, en 2020

En 2020, l'abondance moyenne du microphytoplancton total pour toutes les masses d'eau côtières, se situe entre 75 000 et 175 000 cellules/l aux différentes campagnes de suivi, sauf en octobre où l'abondance totale atteint plus de 650 000 cellules/l (Figure 102). Le peuplement microphytoplanctonique est dominé par les diatomées. Les fortes abondances microphytoplanctonique du mois d'octobre ne sont pas traduites par les biomasses en pigments (Figure 96).

Pour la masse d'eau de transition (site Etang des Salines) les données manquantes aux mois d'avril, juin et décembre, nuisent à l'interprétation. Selon les mois, les abondances sont entre 20 et 300 fois plus élevées que celles des masses d'eau côtières.

Le peuplement microplanctonique est dominé par les dinophycées. Cette dominance ne transparait pas à travers le pigment péridinine qui caractérise le mieux les dinophycées, mais uniquement à travers les pigments Chlorophylle C2 et Diadinoxanthine.

Le groupe « Autre » est composé de très nombreuses cellules de taille < 20 µm présentes dans l'échantillon. Elles sont représentées dans un graphique séparé. Bien que n'appartenant pas au microplancton et n'étant pas incluses dans l'indice abondance, il est intéressant de les analyser pour comprendre le peuplement. Ce groupe comprend essentiellement des chlorophytes, majoritaires, ainsi que des cyanophycées. Les abondances varient de près de 2 milliards à près de 3 milliards de cellules/l. Ces fortes abondances sont liées à la présence de la chlorophyte du genre *Chlorella*.

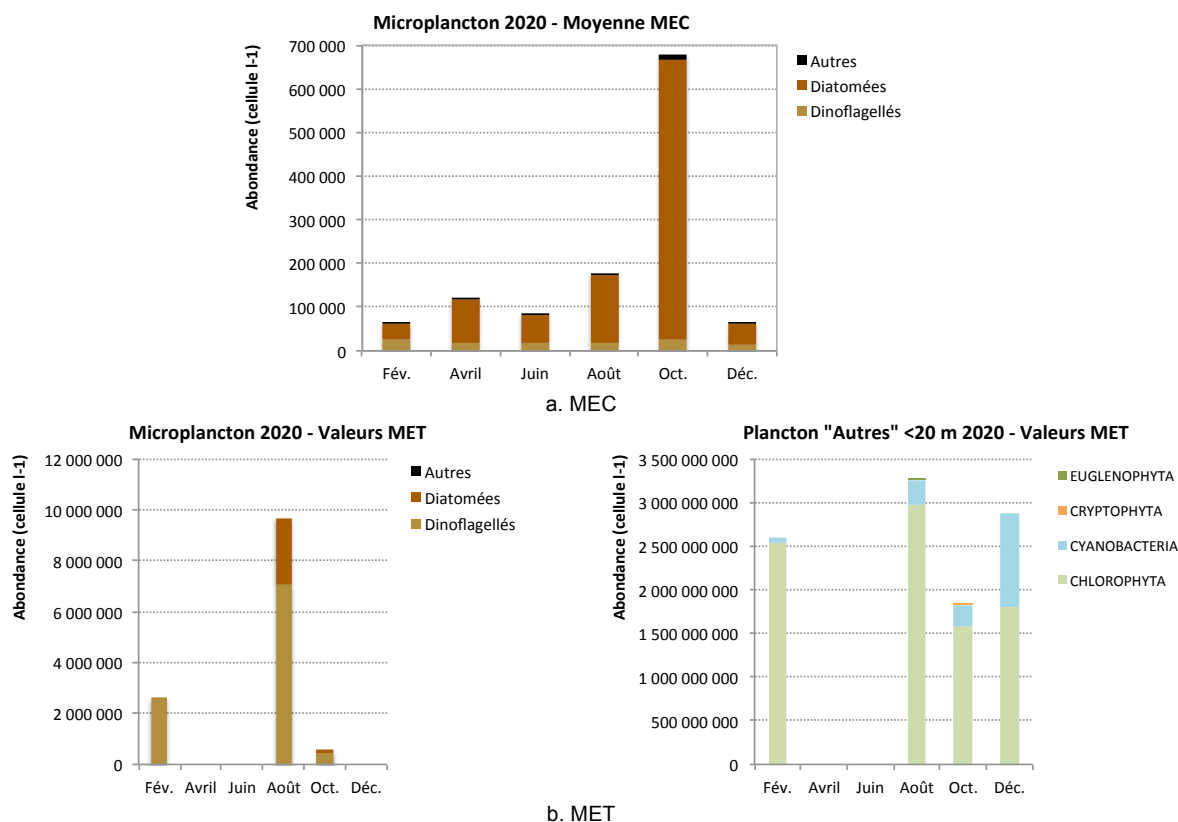


Figure 102 : Abondances bimensuelles du microphytoplancton des MEC (a) (moyenne, n=19 ou moins si données manquantes) et de la MET (b) et des groupes d'organismes qui le composent, en 2020

L'abondance microplanctonique moyenne des sites côtiers est en constante évolution entre 2015 et 2020 (Figure 103). Cette comparaison interannuelle est à prendre avec réserve dans la mesure où les comptages ont été réalisés par des laboratoires différents entre les périodes mi-2014-2018 et à partir de 2019. De mi-2014 à 2018, les comptages ont été réalisés par Hydrô-Réunion, Alina Tunin-Ley. En 2017, deux sites de type Baie ont été ajoutés. En 2019 et 2020, les comptages ont été réalisés par Ikosistema, Sylvain Coulon. Les sites sont les mêmes que les années précédentes, mais les campagnes sont plus nombreuses. En 2019, l'abondance du groupe dinoflagellés a doublé, et celle du groupe « Autre » présente une très forte augmentation.

Concernant la masse d'eau de transition, les abondances totales les plus faibles sont retrouvées en 2017 et 2018. La plus forte est mesurée en 2019, tandis que 2020 présente une abondance intermédiaire. Les dinophycées dominent en 2018 et 2020, les diatomées en 2019, et les deux groupes codominent en 2017.

Le rapport de 2019 interpellait sur les résultats qui donnaient des tendances différentes de celles des années précédentes :

Ces fortes augmentations des dinoflagellés pour les masses d'eau côtières et des diatomées pour la masse d'eau de transition, concomitantes avec le changement d'opérateur pour les comptages, interpellent. Une comparaison des protocoles appliqués et des résultats obtenus entre les deux opérateurs a été réalisée pour comprendre et limiter le biais expert pour les futurs résultats d'abondances. L'expertise sera disponible fin 2021.

Un point sur le protocole a été réalisé avec l'opérateur.

Rien n'indique s'il s'agit d'un ajustement du protocole ou d'une évolution naturelle, mais la tendance observée en 2019 ne se poursuit pas en 2020 et le groupe « Autre » est plus restreint.

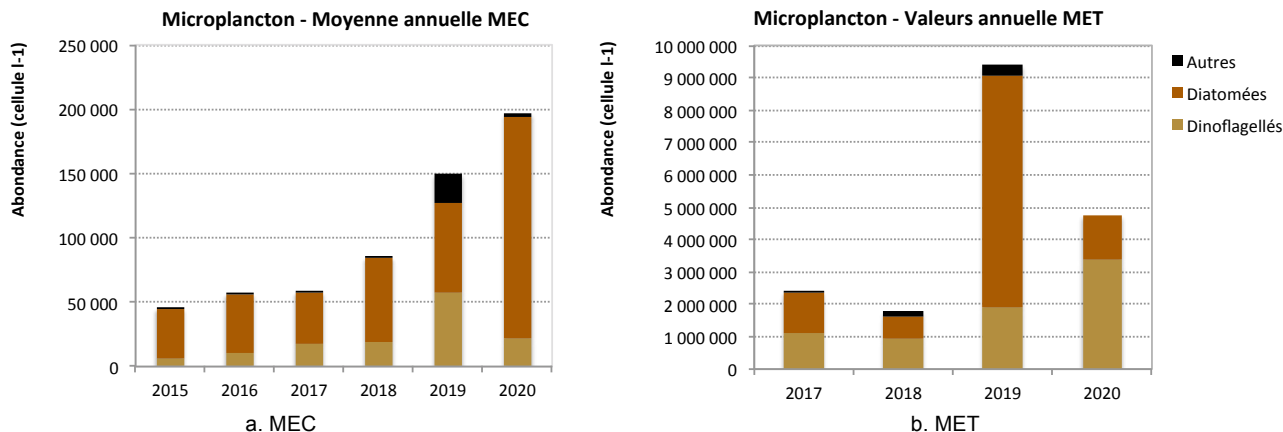


Figure 103 : Abondances moyennes annuelles du microphytoplancton des MEC (a) et de la MET (b) et des groupes d'organismes qui le composent, entre 2015 et 2020 (2014-2018 :MEC, n=84 ; MET, n=4. 2019, 2020 : MEC, n=126 ; MET, n=6)

Sur les 20 sites échantillonnés, cinq sites présentent aucun organisme en bloom (> 25 000 cellules/l), cependant les données de certains mois sont manquantes. (Tableau 19). Le mois d'août est celui qui présente la plus grande fréquence de blooms (7 sites/19 sans bloom), ce qui est cohérent avec l'année précédente. Hormis Etang des Salines, le plus fort bloom est mesuré au mois d'octobre au site Baie du Galion (5 109 608 cellules/l) puis également au mois d'octobre au site Pinsonnelle (488 516 cellules/l). A Etang des Salines, l'abondance la plus forte atteint 5 millions de cellules/l. Le détail des blooms par site est présenté en annexe 3.

Tableau 19 : Abondances maximales des taxons indicateurs mesurées aux sites à chacune des campagnes en 2020 (En rouge : abondances maximales dépassant le seuil de 25 000 cell/l)

	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Baie du Galion		25 040			184 844			25 173		5 109 608		15 844
Baie du Marin		33 272						47 531		23 766		19 012
Baie du Robert		27 576			61 890			86 612		217 852		108 706
Banc du Diamant		3 565			41 844							2 641
Banc Gamelle	14 210	42 867	31 357	48 344		40 490	8 252	22 445		73 937	32 568	22 225
Cap Saint Martin		17 892			6 094			7 482				9 022
Cap Salomon		10 034						20 465		5 776		3 301
Caye d'Olbian		4 093			20 861			19 145		9 407		4 401
Caye Pariadis		3 565			12 213	5 658		18 220		300 843		5 017
Corps de Garde		8 252			20 719			21 879		4 456		6 602
Etang des Salines - Centre		2 640 624						5 281 249		211 250		
Fond Boucher		7 317						28 519		8 582		1 540
Loup Caravelle		7 570			12 323	4 401		39 609		13 038		4 181
Loup Garou		12 761			10 562			19 541		166 887		5 281
Loup Ministre		8 439				8 362		39 081		16 504		19 805
Pinsonnelle	7 262	3 829	11 553		11 781		12 187	36 639	8 676	488 516	55 981	4 753
Pointe Borgnesse		25 878						26 406		7 097		5 061
Pointe Catherine		5 017						15 089				1 980
Ilets à rats		30 007				19 541		72 713		129 391		25 275
Baie du Trésor		16 540			11 663	55 981		312 348		222 803		29 047

2.3.5 Evaluation DCE 2015-2020

Pour l'évaluation de l'indicateur biologique phytoplancton, la DCE prévoit trois indices:

- la biomasse : mesure de la chlorophylle *a* par spectrophotométrie, fluorimétrie ou HPLC
- l'abondance : identification taxinomique et dénombrement des cellules par microscopie inversée (méthode Uthermöhl) et/ou cytométrie en flux
- la composition (espèces nuisibles pour l'écosystème).

En Martinique, l'indice abondance, écarté de 2009 à 2011, a été réintégré à l'évaluation de l'état des masses d'eau côtières en 2012. L'indice composition, en cours d'étude en métropole, est également en attente pour la Martinique.

2.3.5.1 Grilles de qualité

Indice biomasse

Le paramètre choisi pour l'évaluation de l'indice biomasse est la **concentration en chlorophylle *a*** ($\mu\text{g.l}^{-1}$).

La grille de qualité retenue par Gailhard-Rocher *et al.* (2012) pour cet indice en Martinique est la suivante (Tableau 20).

Le guide d'évaluation 2018 (MTES, 2018) met en avant les limites d'application du calcul de l'indice biomasse avec les résultats obtenus par la méthode d'analyse en spectrophotométrie. Cette méthode donne des résultats peu fiables à des concentrations inférieures à $0,3 \mu\text{g.l}^{-1}$. Pour la Martinique, cette méthode a été utilisée jusqu'en 2013, puis a été remplacée par la méthode en Chromatographie Liquide Haute Performance (HPLC) à partir de 2014. **L'indice biomasse est calculé uniquement avec les données obtenues par HPLC.**

La méthode HPLC donne les résultats pour la totalité des pigments phytoplanctoniques. Il existe un paramètre TotChloa qui comprend la chlorophylle *a* et ses allomères et épimères, soit la somme Chl_a+divinyl-Chl_a+chlorophylide *a*. Pour le calcul de l'indice, il faut retenir uniquement le paramètre Chl *a*.

Tableau 20 : Grille de qualité DCE retenue pour l'indice biomasse en Martinique

Type de ME	Référence ($\mu\text{g l}^{-1}$)	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
1 à 8	0,2	0,3]	] 0,3-0,6]	] 0,6-1,2]	] 1,2-2,4]	] 2,4
EQR		0,67]	] 0,67-0,33]	] 0,33-0,17]	] 0,17-0,08]	] 0,08

Source : Gailhard-Rocher *et al.*, 2012

Métrique : Percentile 90 des concentrations en chlorophylle *a*, sur 6 années glissantes

Le percentile 90 permet la prise en compte de la majorité des données, y compris celles des pics, tout en excluant les valeurs extrêmes de ces pics (= valeurs potentiellement liées à des phénomènes exceptionnels ou à des erreurs analytiques). **Le percentile 90 a été retenu comme la métrique la plus adaptée pour le calcul de l'indice biomasse chlorophyllienne dans le cadre de la DCE**, en métropole et en Martinique.

Indice abondance

L'indice abondance vient compléter l'indice biomasse en apportant des informations sur la fréquence des efflorescences phytoplanctoniques, élément lui aussi pouvant être caractéristique d'éventuels dysfonctionnements de l'écosystème (Gailhard-Rocher *et al.*, 2012).

- En métropole :

Le paramètre choisi pour l'évaluation de l'indice abondance repose sur la proportion de blooms pour l'ensemble des ME sauf les lagunes méditerranéennes. Le seuil de définition d'un bloom phytoplanctonique est fixé à 100 000 cellules/l. Les abondances sont obtenues à partir de données d'observations microscopiques du micro-phytoplancton.

Dans le cas des lagunes méditerranéennes, masses d'eau les plus oligotrophes, l'indice est basé sur des analyses en cytométrie en flux du nano et pico-phytoplancton (concentrations en millions de cellules par litre).

- En Martinique :

Deux paramètres ont été suivis :

(1) la proportion de blooms du micro-phytoplancton

(2) la concentration (en millions de cellules / litre) en nano et pico-phytoplancton.

Pour le moment, seuls les résultats du micro-phytoplancton sont utilisés.

Dans l'état actuel des connaissances, la DCE se focalise sur les organismes dont l'abondance est anormalement élevée indiquant une production inhabituelle (bloom) pouvant être due à un enrichissement du milieu.

L'abondance correspondant à un bloom était jusqu'à maintenant définie provisoirement pour les Antilles comme supérieure à 10 000 cellules/l. L'Ifremer a mené une expertise visant à tester de nouveaux seuils afin d'obtenir des résultats de qualité cohérents entre la Guadeloupe et la Martinique. En effet, le seuil à 10 000 cellules/l se révélait très pénalisant pour la Guadeloupe. **Un seuil de bloom à 25 000 cellules/l a été préconisé pour les eaux littorales Antilles**, et devra être validé au niveau national (De Rock et al., 2019, expertise N°2).

La composition taxonomique ou l'abondance globale des échantillons sont des éléments qui ne sont pas pris en compte dans l'évaluation DCE (Indice composition toujours en cours d'élaboration en métropole).

La grille de qualité définie pour l'indice abondance repose sur le pourcentage d'échantillons avec blooms.

Tableau 21 : Grille de qualité DCE retenue pour l'indice abondance (micro-phytoplancton)

Type de ME	Référence (%)	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
1 à 8	16,7	20]	] 20-40]	] 40-70]	] 70-90]	] 90
EQR	1	1]	] 0,84-0,43]	] 0,43-0,24]	] 0,24-0,19]	] 0,19

Source Belin et Lamoureux, 2015.

Métrique : Pourcentage d'échantillons pour lesquels au moins un taxon est en « état bloom », sur 6 années glissantes

Agrégation des indices pour l'indicateur phytoplancton

Le calcul de l'indicateur « phytoplancton » est réalisé en **moyennant les valeurs des EQR** obtenues pour les indices **biomasse et abondance – proportion de blooms** (Belin, 2015). La grille de l'indicateur a également été construite en moyennant les valeurs seuils de ces deux indices. Ainsi, les valeurs de l'indicateur correspondent déjà à des EQR.

Tableau 22 : Grille de qualité DCE retenue pour l'indicateur « phytoplancton » en Martinique, exprimé sous forme d'EQR

Type de ME	Référence (%)	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
EQR	1	0,75]	] 0,75-0,38]	] 0,38-0,20]	] 0,20-0,13]	] 0,13

Source Belin & Lamoureux, 2015 (IFREMER)

2.3.5.2 Qualité par le phytoplancton: résultats des indices biomasse et abondance et de l'indicateur phytoplancton

Indice biomasse

L'indice biomasse phytoplanctonique est utilisé pour l'évaluation DCE. Il est calculé selon le percentile 90 des valeurs de concentration ($\mu\text{g.l}^{-1}$) en chlorophylle a, qualifiées « Bon » et « Non qualifié », obtenues par la méthode HPLC.

Le paramètre biomasse phytoplanctonique est étudié depuis 2012. Pour la biomasse mesurée par la méthode HPLC, les données sont cumulées depuis mi-2014 pour tous les sites du réseau.

Le nombre de valeurs disponibles pour le calcul du percentile 90 varie selon les masses d'eau (Tableau 23).

Sur l'intervalle 2015-2020, il y a théoriquement :

- 28 valeurs attendues pour les masses d'eau au suivi trimestriel, puis bimestriel depuis 2019 ;
- 72 valeurs attendues pour les sites au suivi mensuel : Banc Gamelle et Pinsonnelle ;
- 27 valeurs attendues pour le site Caye d'Olbian ajouté en 2015 ;
- 20 valeurs attendues pour les sites ajoutés en 2017 : Pointe Catherine, Baie du Galion et Baie du Robert.

Le nombre de valeurs disponibles pour le calcul de l'indicateur peut varier du nombre de valeurs attendues en cas de données absentes ou qualifiées en FAUSSES ou DOUTEUSES.

Il y a une valeur manquante à Pinsonnelle car la campagne d'avril s'est déroulée début mai (décalage confinement COVID).

Tableau 23 : Nombre de données disponibles pour le paramètre chlorophylle a sur les sites DCE pour la période 2015-2020 (ME = Masse d'Eau)

Type	Code ME	Site	Campagne	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Nbre total valeurs			
1	FRJC013	Baie du Trésor	Février										
			Mars										
			Avril										
			Mai										
			Juin										
			Août										
			Septembre										
			Octobre										
			Décembre										
											28		
			FRJC007	Ilet à Rats	Février								
					Mars								
					Avril								
					Mai								
Juin													
Août													
Septembre													
Octobre													
Décembre													
										28			
FRJC001	Banc Gamelle	Janvier											
		Février											
		Mars											
		Avril											
		Mai											
		Juin											
		Juillet											
		Août											
		Septembre											
		Octobre											
		Novembre											
		Décembre											
										72			
		FRJC010	Baie du Marin	Février									
Mars													
Avril													
Mai													
Juin													
Août													
Septembre													
Octobre													
Décembre													
										28			
FRJC005	Baie du Robert			Février									
				Mars									
				Avril									
				Mai									
		Juin											
		Août											
		Septembre											
		Octobre											
		Décembre											
										20			
		FRJC014	Baie du Galion	Février									
				Mars									
				Avril									
				Mai									
Juin													
Août													
Septembre													
Octobre													
Décembre													
										20			
2	FRJC008			Pinsonnelle	Janvier								
					Février								
					Mars								
					Avril								
		Mai											
		Juin											
		Juillet											
		Août											
		Septembre											
		Octobre											
		Novembre											
		Décembre											
											71		
		FRJC006	Caye Paradiis		Février								
Mars													
Avril													
Mai													
Juin													
Août													
Septembre													
Octobre													
Décembre													
										28			
FRJC012	Loup Ministre			Février									
				Mars									
				Avril									
				Mai									
		Juin											
		Août											
		Septembre											
		Octobre											
		Décembre											
										28			
		3	FRJC011	Loup Garou	Février								
					Mars								
					Avril								
					Mai								
Juin													
Août													
Septembre													
Octobre													
Décembre													
											28		
4	FRJC004				Loup Caravelle Cap Saint Martin	Février							
						Mars							
						Avril							
						Mai							
		Juin											
		Août											
		Septembre											
		Octobre											
		Décembre											
											28		
		5	FRJC003	Cap Salomon		Février							
						Mars							
						Avril							
						Mai							
Juin													
Août													
Septembre													
Octobre													
Décembre													
											28		
FRJC002	Fond Boucher				Février								
					Mars								
					Avril								
					Mai								
		Juin											
		Août											
		Septembre											
		Octobre											
		Décembre											
										28			
		6	FRJC017	Corps de Garde Pointe Borgnesse	Février								
					Mars								
					Avril								
					Mai								
Juin													
Août													
Septembre													
Octobre													
Décembre													
											28		
FRJC018	Caye d'Olbian				Février								
					Mars								
					Avril								
					Mai								
		Juin											
		Août											
		Septembre											
		Octobre											
		Décembre											
										28			
		FRJC009	Pointe Catherine	Février									
				Mars									
				Avril									
				Mai									
Juin													
Août													
Septembre													
Octobre													
Décembre													
										27			
7	FRJC019			Banc du Diamant	Février								
					Mars								
					Avril								
					Mai								
		Juin											
		Août											
		Septembre											
		Octobre											
		Décembre											
											20		
		MET	FRJT001		Etang des Salines -	Février							
						Mars							
						Avril							
						Juin							
Août													
Septembre													
Octobre													
Décembre													
											20		

L'indice biomasse classe globalement les masses d'eau en Bon ou Moyen (Figure 104). Deux masses d'eau sont classées en Médiocre, ce sont FRJC014 - Baie du Galion et FRJC005 - Baie du Robert.

La chlorophylle *a* étant un indicateur intégrateur, les qualités obtenues pour l'indice biomasse dans les baies se montrent cohérentes avec les enrichissements qui peuvent provenir du milieu terrestre. De surcroit, pour les baies du Galion et du Robert, il peut également s'agir d'un enrichissement lié à l'échouage des algues sargasses.

La masse d'eau de transition est classée en Mauvais, mais cette évaluation est donnée à titre indicatif car il n'y pour l'instant pas de grille adaptée. En effet, les résultats présentés plus haut mettent en avant des biomasses largement plus élevées pour l'Etang des Salines par rapport aux masses d'eau côtières.

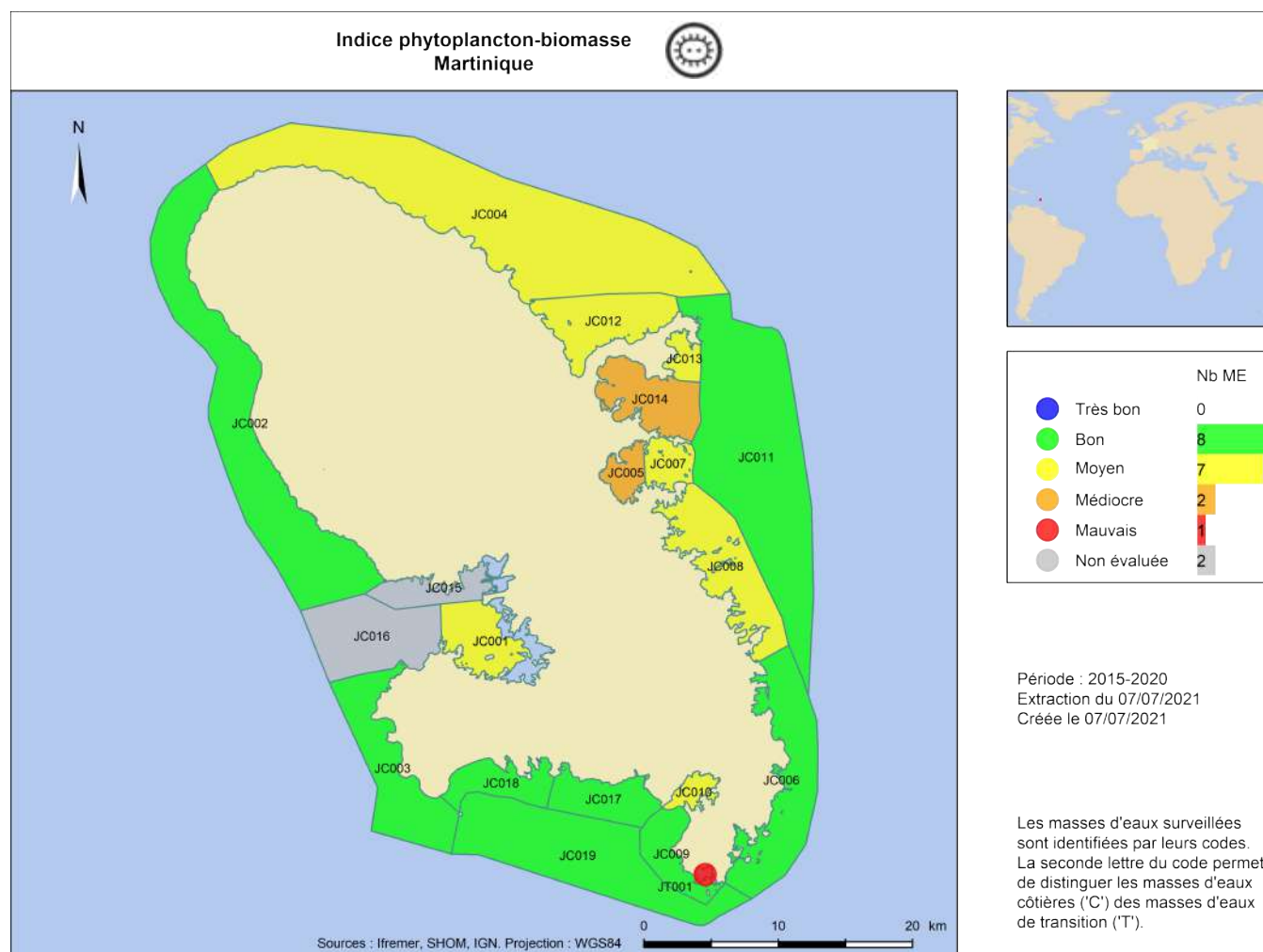


Figure 104 : Qualité des masses d'eau DCE au regard de l'indice de biomasse (chlorophylle *a*), évaluée selon la grille de qualité Gailhard-Rocher, 2012.

Indice abondance

L'indice abondance phytoplanctonique est utilisé pour l'évaluation DCE. Il est calculé à partir des données de bloom du microphytoplancton et correspond au % d'échantillons avec au moins un taxon dont l'abondance est supérieure à 25 000 cellules/l (seuil de bloom). Le taxon doit appartenir au microplancton, soit avoir une taille supérieure à 20 µm. Les données utilisées sont celles qualifiées en « Bon » et « Non qualifié ».

La liste des taxons retenus pour le calcul de l'indice d'abondance a été réalisée par l'Ifremer et vérifiée par Impact Mer. Elle comprend les taxons dont la taille est strictement supérieure à 20 µm. Les taxons dont la valeur inférieure de la gamme de taille est en dessous de 20 µm ont été exclus, ainsi que les petites cellules formant des filaments (cyanobactéries).

Le paramètre abondance du phytoplancton est étudié depuis 2012. Jusqu'en 2018, les comptages étaient réalisés par Hydrô Réunion. Depuis le renouvellement du marché en 2019, les comptages sont maintenant réalisés par le même opérateur que pour la DCE Guadeloupe, soit Sylvain Coulon.

Le nombre de valeurs disponibles pour le calcul du % de bloom varie selon les masses d'eau (Tableau 28). Sur l'intervalle 2015-2020, il y a théoriquement :

- 28 valeurs attendues pour les masses d'eau au suivi trimestriel, puis bimestriel depuis 2019 ;
- 72 valeurs attendues pour les sites au suivi mensuel : Banc Gamelle et Pinsonnelle ;
- 27 valeurs attendues pour le site Caye d'Olbian ajouté en 2015 ;
- 20 valeurs attendues pour les sites ajoutés en 2017 : Pointe Catherine, Baie du Galion et Baie du Robert.

Le nombre de valeurs disponibles pour le calcul de l'indicateur peut varier du nombre de valeurs attendues en cas de données absentes ou qualifiées en FAUSSES ou DOUTEUSES.

Comme indique en 2.3.4.4, il y a de nombreuses valeurs manquantes en 2020.

Tableau 24 : Nombre de données disponibles pour le paramètre abondance (microphytoplancton) sur les sites DCE pour la période 2015-2020. (ME = Masse d'Eau)

Type	Code ME	Site	Campagne	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Nbre total valeurs		
1	FRJC013	Baie du Trésor	Février									
			Mars									
			Avril									
			Mai									
			Juin									
			Août									
			Septembre									
			Octobre									
			Décembre									
												28
	FRJC007	Ilet à Rats	Février									
			Mars									
			Avril									
			Mai									
			Juin									
			Août									
			Septembre									
			Octobre									
			Décembre									
												27
	FRJC001	Banc Gamelle	Janvier									
			Février									
			Mars									
			Avril									
			Mai									
			Juin									
			Juillet									
			Août									
Septembre												
Octobre												
Novembre												
Décembre												
									70			
FRJC010	Baie du Marin	Février										
		Mars										
		Avril										
		Mai										
		Juin										
		Août										
		Septembre										
Octobre												
Décembre												
									26			
FRJC005	Baie du Robert	Février										
		Mars										
		Avril										
		Mai										
		Juin										
		Août										
		Septembre										
Octobre												
Décembre												
									19			
FRJC014	Baie du Galion	Février										
		Mars										
		Avril										
		Mai										
		Juin										
		Août										
		Septembre										
Octobre												
Décembre												
									18			
2	FRJC008	Pinsonnelle	Janvier									
			Février									
			Mars									
			Avril									
			Mai									
			Juin									
			Juillet									
			Août									
			Septembre									
			Octobre									
	Novembre											
	Décembre											
									69			
FRJC006	Caye Pariadis	Février										
		Mars										
		Avril										
		Mai										
		Juin										
		Août										
Septembre												
Octobre												
Décembre												
									28			
FRJC012	Loup Ministre	Février										
		Mars										
		Avril										
		Mai										
		Juin										
		Août										
		Septembre										
Octobre												
Décembre												
									27			
3	FRJC011	Loup Garou	Février									
			Mars									
			Avril									
			Mai									
			Juin									
			Août									
			Septembre									
			Octobre									
			Décembre									
												27
	4	FRJC004	Loup Caravelle Cap Saint Martin	Février								
				Mars								
				Avril								
				Mai								
				Juin								
				Août								
				Septembre								
				Octobre								
				Décembre								
	5	FRJC003	Cap Salomon	Février								
				Mars								
				Avril								
				Mai								
Juin												
Août												
Septembre												
Octobre												
Décembre												
												26
FRJC002	Fond Boucher	Février										
		Mars										
		Avril										
		Mai										
		Juin										
		Août										
Septembre												
Octobre												
Décembre												
									26			
6	FRJC017	Corps de Garde Pointe Borgnesse	Février									
			Mars									
			Avril									
			Mai									
			Juin									
			Août									
Septembre												
Octobre												
Décembre												
									26			
FRJC018	Caye d'Olbian	Février										
		Mars										
		Avril										
		Mai										
		Juin										
		Août										
Septembre												
Octobre												
Décembre												
									26			
FRJC009	Pointe Catherine	Février										
		Mars										
		Avril										
		Mai										
		Juin										
		Août										
Septembre												
Octobre												
Décembre												
									17			
7	FRJC019	Banc du Diamant	Février									
			Mars									
			Avril									
			Mai									
			Juin									
			Août									
Septembre												
Octobre												
Décembre												
									24			
MET	FRJT001	Etang des Salines -	Février									
			Mars									
			Avril									
			Juin									
			Août									
			Septembre									
Octobre												
Décembre												
									18			

Les qualités obtenues pour l'indice abondance sont déclassées pour une grande partie des masses d'eau par rapport à 2018 (Figure 105).

L'indice classe la plupart des masses d'eau en Bon.

Trois masses d'eau sont classées en Très Bon : la masse d'eau du large Atlantique (FRJC011), celle du sud Atlantique (FRJC006) et celle des Anses d'Arlet (FRJC003).

Les baies du Trésor et du Galion, sont classées en Moyen.

La baie du Robert et la masse d'eau adjacente à cette dernière FRJC007 – Ilet à Rats sont classées en Médiocre.

Depuis le changement d'opérateur en 2019, les abondances sont beaucoup plus élevées pour certains taxons en 2019 et 2020. L'Ifremer a identifié quelques différences entre le guide technique et le protocole mis en œuvre. Un rapport d'évaluation sera disponible suite à cette expertise.

La masse d'eau de transition est classée en Mauvais, mais cette évaluation est donnée à titre indicatif car il n'y pour l'instant pas de grille adaptée. En effet, les résultats présentés plus haut mettent en avant des abondances bien plus élevées pour l'Etang des Salines.

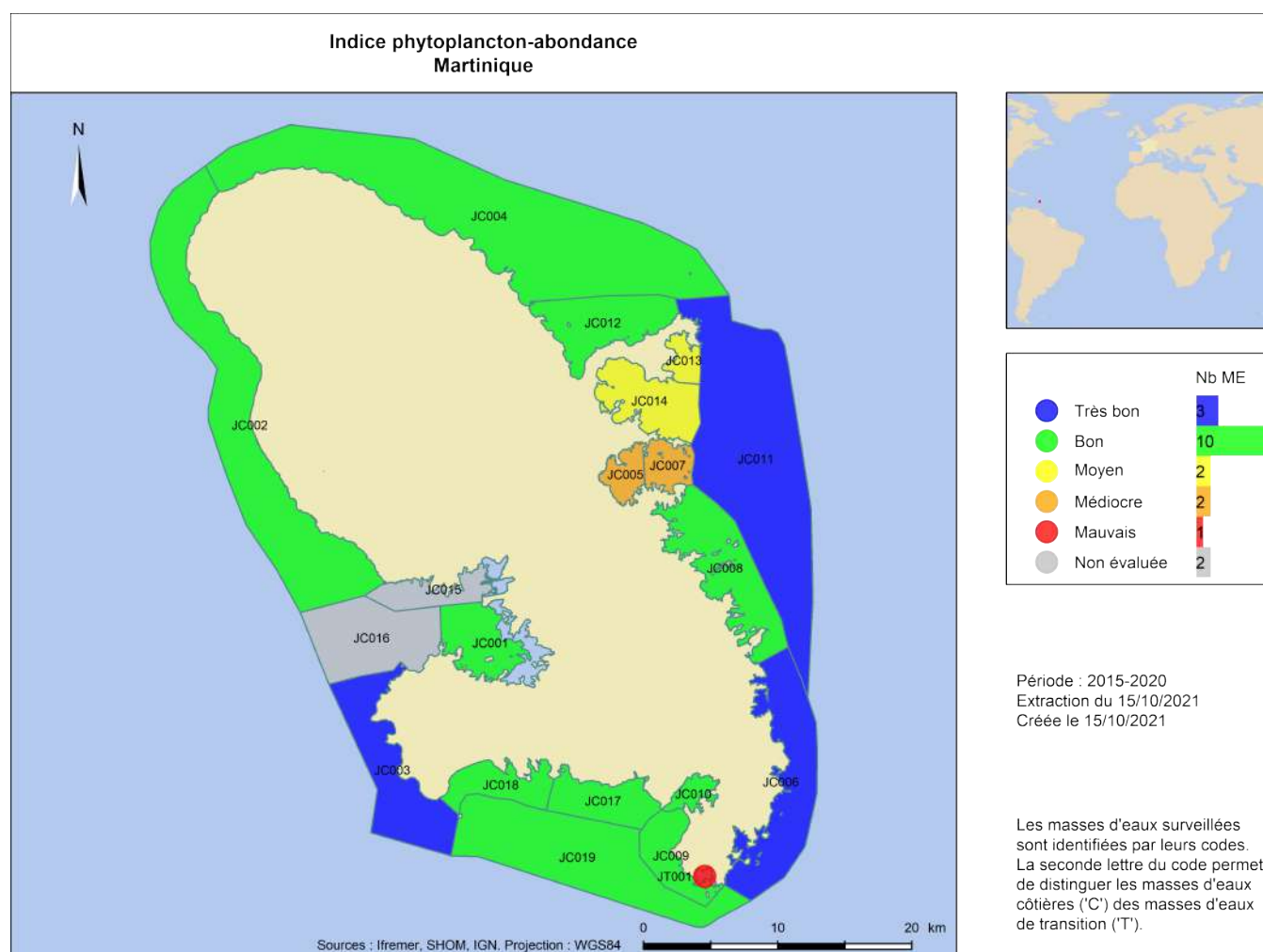


Figure 105 : Qualité des masses d'eau DCE au regard de l'indice d'abondance (microphytoplancton), évalué selon la grille de qualité Belin & Lamoureux, 2015 et le seuil Allenou, 2019.

Indicateur phytoplancton

L'indicateur phytoplancton résulte de la combinaison des résultats :

- de biomasse, représentée uniquement par la concentration en chlorophylle a et ;
- d'abondance, représentée uniquement par les concentrations du microplancton et leur dépassement du seuil de 25 000 cellules/l.

La moyenne des EQR de ces deux indices permet d'obtenir la note de qualité de l'indicateur phytoplancton (Figure 106).

La combinaison des indices pour donner l'indicateur phytoplancton donne (Figure 106) :

- Une masse d'eau en Très Bon : FRJC003 – Cap Salomon
- Onze masses d'eau en Bon
- Trois masses d'eau en Moyen : FRJC013 - Baie du Trésor, FRJC007 – Ilet à Rats et FRJC001 – Banc Gamelle
- Deux masses d'eau en Médiocre, FRJC005 - Baie du Robert et FRJC014 – Baie du Galion.

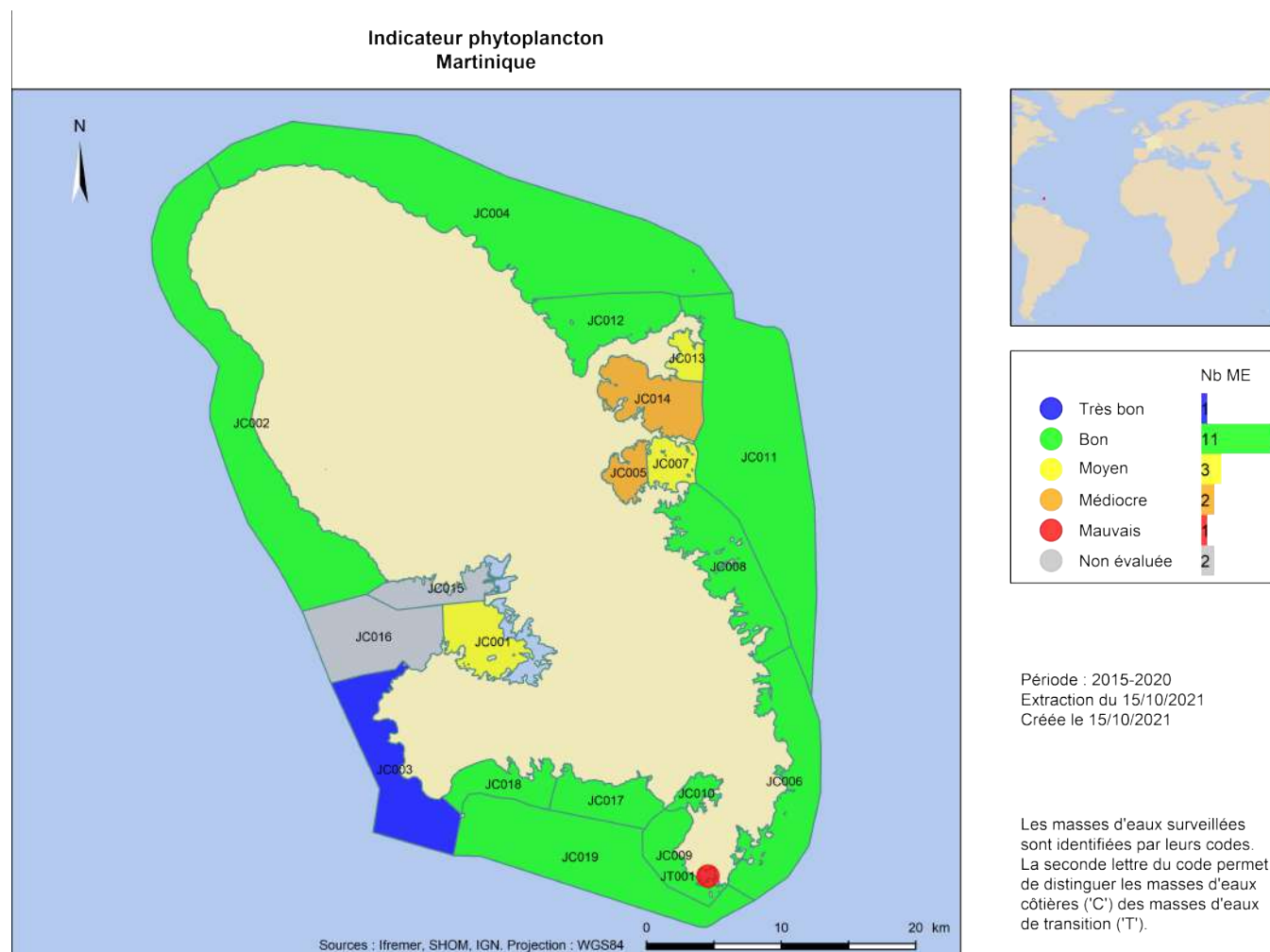


Figure 106 : Qualité des masses d'eau DCE au regard de l'indicateur phytoplancton, évalué selon la grille de qualité Belin & Lamoureux, 2015.

2.4 Qualité physico-chimique : Indicateur température

2.4.1 Protocole pour les paramètres physico-chimiques in situ

Depuis 2019, le suivi des paramètres *in situ* est bimestriel (6 fois/an : fév., avril, juin, août, oct., déc.), sauf sur deux sites où il est mensuel (Banc Gamelle et Pinsonnelle).

Des mesures *in situ* (température, salinité, pH, oxygène dissous et saturation en oxygène) sont réalisées à l'aide d'une sonde multiparamètres (YSI 6600), calibrée avant la prise de mesures. Les paramètres de calibration sont fournis dans le « Rapport de campagne » (Impact Mer, 2021). Les mesures sont réalisées de la sub-surface jusqu'à un mètre au-dessus fond.

Les détails des protocoles de suivi des paramètres *in situ* sont apportés dans le rapport de campagne complet de l'année 2020.

2.4.2 Bancarisation des données physico-chimiques

Les résultats des paramètres physico-chimiques sont intégrés à Quadrigé 2 *via* deux fichiers « Quadrilabo » : un pour les paramètres *in situ* et le second pour les nutriments et la turbidité.

En 2020, les données ont été intégrées par Impact Mer dans Quadrigé. La conformité du fichier Quadrilabo est d'abord testée via le site WEB de la cellule Q2, les erreurs (codes SANDRE, stratégies, PSFMU..) sont corrigées avec l'aide de l'assistance Quadrigé de l'Ifremer, puis le fichier est intégré dans Quadrigé.

Les données 2020 sont pré-qualifiées par Impact Mer, l'Ifremer et l'ODE afin d'éliminer les données aberrantes et donner des avis sur les valeurs douteuses. L'Ifremer procède par la suite à une qualification automatisée des données dans Quadrigé 2.

2.4.3 Evaluations, calcul des indicateurs

Les évaluations pour la température, l'oxygène dissous et la turbidité ont été réalisées :

- par le service VIGIES de l'Ifremer avec des scripts de portée nationale adaptés pour les Antilles
- à partir des résultats bancarisés et qualifiés dans la base nationale Quadrigé 2.

Pour les masses d'eau comportant plusieurs sites, c'est la valeur la plus pénalisante de chaque mois qui est conservée pour le calcul de l'indicateur.

Tous les mois sont pris en compte dans l'évaluation, et non plus que les mois théoriquement dédiés aux campagnes (février, avril, juin, août, octobre, décembre). En 2020, la campagne d'avril a dû être décalée en mai du fait du premier confinement lié au covid-19.

2.4.4 Résultats 2020 et comparaison historique

Les valeurs mesurées en 2020 (Figure 107) sont comparées aux valeurs des six dernières années (gauche) et présentées par mois (droite). Les valeurs de la masse d'eau de transition sont exclues pour ne pas influencer les médianes des masses d'eau côtières.

La médiane des données de température pour 2020 est légèrement inférieure à celle de 2019 et l'étendue des valeurs va de 26,5 à 30 °C. Les températures des mois de janvier à avril sont supérieures à la médiane, contrairement à ce qui a été observé en 2019. En 2020, le mois le plus frais est mars et les plus chauds sont août et septembre.

En 2020, aucune valeur n'a été mesurée au-delà de 30°C.

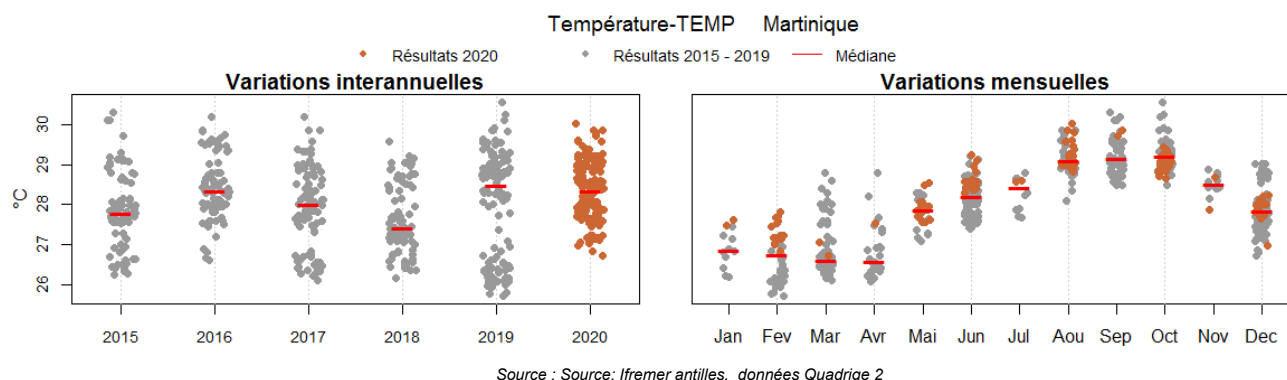


Figure 107 : Valeurs de température pour l'ensemble des sites DCE des masses d'eau côtières sur la période 2015-2020, variations interannuelles et mensuelles (points rouges : valeurs de 2020 ; traits rouges : médiane)

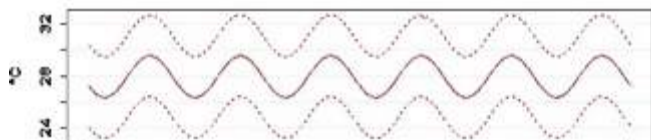
2.4.5 Evaluation DCE 2015-2020

2.4.5.1 Grilles de qualité

Pour la température, la sinusoïde de référence a été établie par l'Ifremer en 2018 à partir des données de sub-surface de masses d'eau côtières suivies en Martinique et en Guadeloupe sur la période antérieure au dernier état des lieux, soit les années 2007 à 2011.

Une évolution de la grille de qualité a également été proposée par Allenou et al. en 2019 afin que la meilleure qualité possible pour le paramètre température corresponde à Très Bon, plutôt que Bon comme inscrit dans les règles d'évaluation 2018 (MTES, 2018a).

Tableau 25 : Sinusoïde de référence pour les masses d'eau côtières proposée pour l'indicateur température en Martinique



Source Ifremer, 2018.

Tableau 26 : Grille de qualité pour l'indicateur température (écart à la sinusoïde en %)

Type de ME	Très Bon	Inf. à T.Bon
1 à 7	[0-5[	[5

Allenou et al., 2019.

Métrique : % de valeurs de surface mensuelles en dehors d'une enveloppe de référence, sur 6 années glissantes.

L'indicateur température est abouti pour les DOM, il n'y a plus d'évolution attendue

2.4.5.1 Indicateur température

L'indicateur température est utilisé pour l'évaluation DCE. Les valeurs de sub-surface qualifiées en « Bon » et « Non qualifié » sont utilisées pour l'évaluation. Un pourcentage de données en dehors de l'enveloppe de référence pour un mois donné est établi. Puis la qualité est évaluée à partir de la grille Allenou et al. 2019.

Le nombre de valeurs disponibles pour le calcul du pourcentage varie selon les masses d'eau (Tableau 27). Sur l'intervalle 2015-2020, il y a théoriquement :

- 28 valeurs attendues pour les masses d'eau au suivi trimestriel, puis bimestriel depuis 2019 ;
- 72 valeurs attendues pour les sites au suivi mensuel : Banc Gamelle et Pinsonnelle ;
- 27 valeurs attendues pour le site Caye d'Olbian ajouté en 2015 ;
- 20 valeurs attendues pour les sites ajoutés en 2017 : Pointe Catherine, Baie du Galion et Baie du Robert.

Le nombre de valeurs disponibles pour le calcul de l'indicateur peut varier du nombre de valeurs attendues en cas de données absentes ou qualifiées en FAUSSES ou DOUTEUSES.

Il n'y a pas de valeur manquante pour la température.

L'évaluation pour l'indicateur température classe toutes les masses d'eau en Très Bon (Figure 108).

Il n'y a pas d'évaluation pour la masse d'eau de transition, faute d'un nombre suffisant de données et de sinusoïde et grille de qualité adaptées.

Tableau 27 : Jeu de données température sub-surface utilisées pour l'évaluation des masses d'eau sur la période 2015-2020. (ME = Masse d'Eau)

Type	Code ME	Site	Campagne	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Nbre total valeurs		
1	FRJC013	Baie du Trésor	Février									
			Mars									
			Avril									
			Mai									
			Juin									
			août									
			Septembre									
			Octobre									
			Décembre									
												28
	FRJC007	Ilet à Rats	Février									
			Mars									
			Avril									
			Mai									
			Juin									
			août									
			Septembre									
			Octobre									
			Décembre									
											28	
FRJC001	Banc Gamelle	Janvier										
		Février										
		Mars										
		Avril										
		Mai										
		Juin										
		Juillet										
		août										
		Septembre										
		Octobre										
		Novembre										
		Décembre										
									72			
FRJC010	Baie du Marin	Février										
		Mars										
		Avril										
		Mai										
		Juin										
		août										
		Septembre										
		Octobre										
Décembre												
									28			
FRJC005	Baie du Robert	Février										
		Mars										
		Avril										
		Mai										
		Juin										
		août										
		Septembre										
		Octobre										
Décembre												
									20			
FRJC014	Baie du Galion	Février										
		Mars										
		Avril										
		Mai										
		Juin										
		août										
		Septembre										
		Octobre										
Décembre												
									20			
2	FRJC008	Pinsonnelle	Janvier									
			Février									
			Mars									
			Avril									
			Mai									
			Juin									
			Juillet									
			août									
			Septembre									
			Octobre									
	Novembre											
	Décembre											
									72			
FRJC006	Caye Pariadis	Février										
		Mars										
		Avril										
		Mai										
		Juin										
		août										
		Septembre										
		Octobre										
Décembre												
									28			
FRJC012	Loup Ministre	Février										
		Mars										
		Avril										
		Mai										
		Juin										
		août										
		Septembre										
		Octobre										
Décembre												
									28			
3	FRJC011	Loup Garou	Février									
			Mars									
			Avril									
			Mai									
			Juin									
			août									
			Septembre									
			Octobre									
			Décembre									
												28
	4	FRJC004	Loup Caravelle Cap Saint Martin	Février								
				Mars								
				Avril								
				Mai								
				Juin								
				août								
				Septembre								
				Octobre								
				Décembre								
												28
5	FRJC003	Cap Salomon	Février									
			Mars									
			Avril									
			Mai									
			Juin									
			août									
			Septembre									
			Octobre									
			Décembre									
												28
FRJC002	Fond Boucher	Février										
		Mars										
		Avril										
		Mai										
		Juin										
		août										
		Septembre										
		Octobre										
Décembre												
									28			
6	FRJC017	Corps de Garde Pointe Borgnesse	Février									
			Mars									
			Avril									
			Mai									
			Juin									
			août									
			Septembre									
			Octobre									
Décembre												
									28			
FRJC018	Caye d'Olbian	Février										
		Mars										
		Avril										
		Mai										
		Juin										
		août										
		Septembre										
		Octobre										
Décembre												
									27			
FRJC009	Pointe Catherine	Février										
		Mars										
		Avril										
		Mai										
		Juin										
		août										
		Septembre										
		Octobre										
Décembre												
									20			
7	FRJC019	Banc du Diamant	Février									
			Mars									
			Avril									
			Mai									
			Juin									
			août									
			Septembre									
			Octobre									
Décembre												
									27			
MET	FRJT001	Etang des Salines -	Février									
			Mars									
			Avril									
			Juin									
			août									
			Septembre									
			Octobre									
			Décembre									
									20			

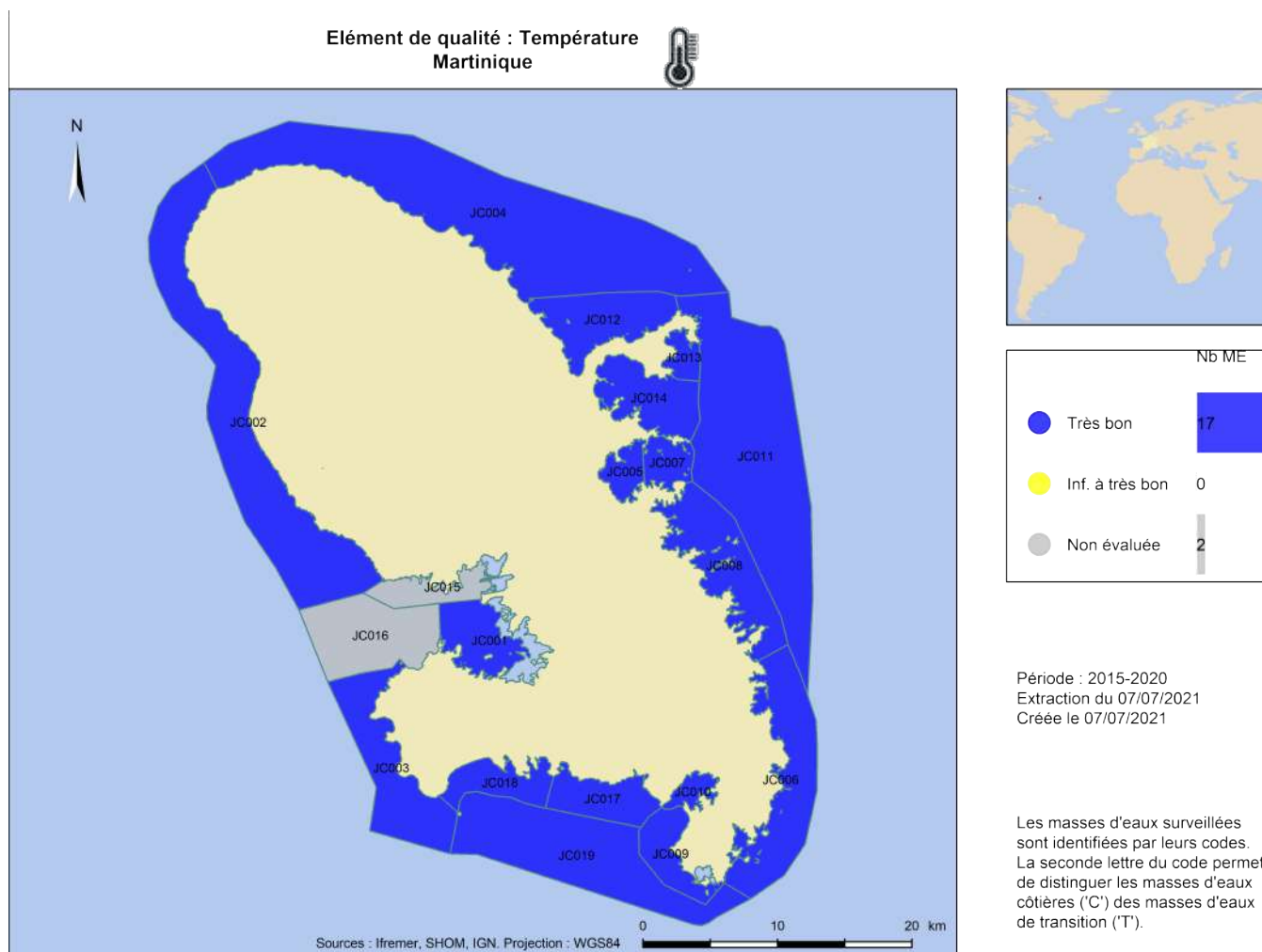


Figure 108 : Qualité des masses d'eau DCE au regard de l'indicateur température, évaluée selon la sinusoïde et la grille de qualité Allenou, 2019. (ME = Masse d'Eau)

2.5 Qualité physico-chimique : Indicateur oxygène

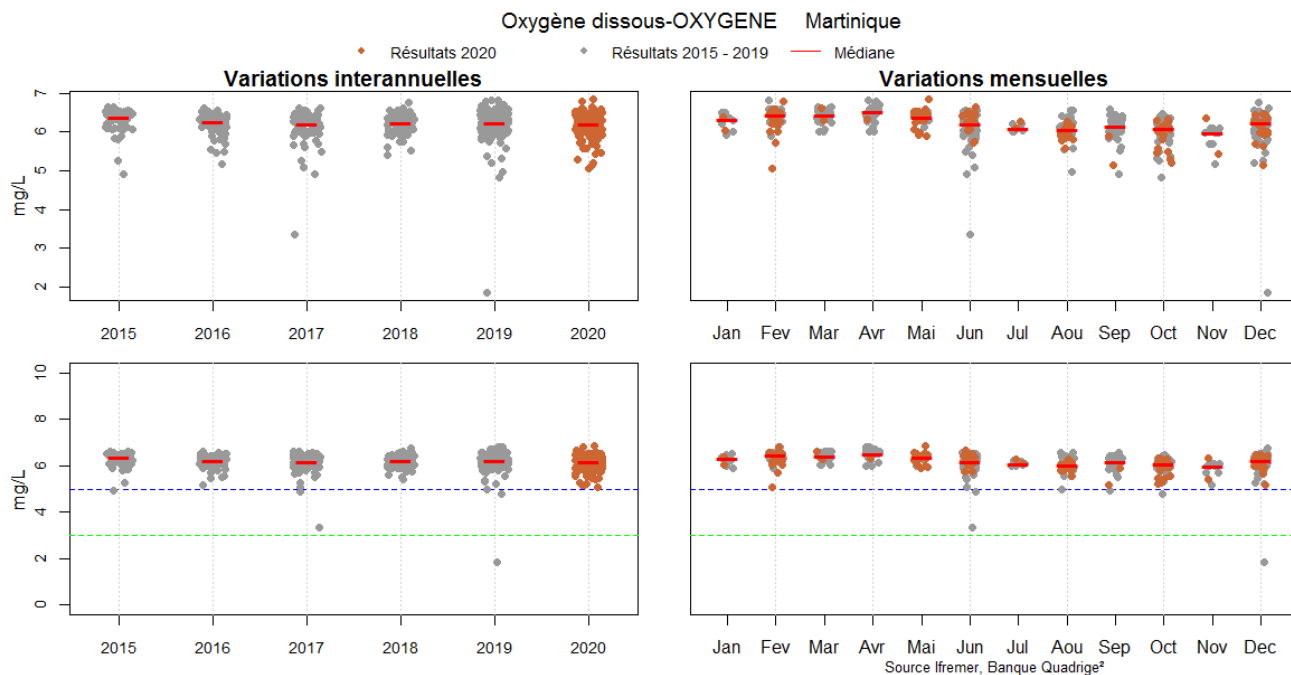
2.5.1 Protocole pour les paramètres physico-chimiques *in situ*

Pour l'oxygène, c'est la valeur d'oxygène dissous mesurée au fond qui est bancarisée.

2.5.2 Résultats 2020 et comparaison historique

Les valeurs mesurées en 2020 (Figure 109) sont comparées aux valeurs des années précédentes (gauche) et présentées par mois (droite). Les valeurs de la masse d'eau de transition sont exclues pour ne pas influencer les médianes des masses d'eau côtières. Les graphiques du haut comprennent les valeurs extrêmes et ceux du bas présentent les valeurs sans les extrêmes (s'il y en a) avec les seuils de la grille de qualité. La limite entre qualité Très Bonne et Bonne correspondent à la valeur de 5 mg/l.

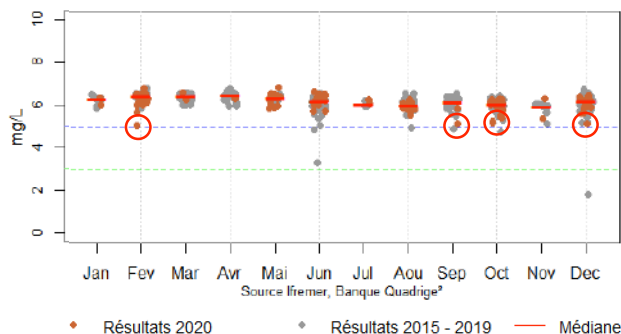
La médiane de 2020 est similaire à celles des cinq années précédentes. Les valeurs les plus faibles sont mesurées en février, septembre et décembre dans des masses d'eau de type Baie.



Source: Ifremer antilles, données Quadrigé 2

Figure 109 : Valeurs d'oxygène dissous (fond) pour l'ensemble des sites DCE des masses d'eau côtières sur la période 2015-2020, variations interannuelles et mensuelles (points rouges : valeurs de 2020 ; traits rouges : médianes ; pointillés couleur : seuil de la grille de qualité)

En vue de la qualification des données 2020 dans Quadrigé, les données ont été analysées afin d'identifier les valeurs proches ou inférieures à 5 mg/l. Une interprétation est proposée afin de juger de la qualité BONNE, DOUTEUSE ou MAUVAISE de la donnée.



Les valeurs les plus faibles ont été mesurées à :

Masse d'eau et site	Valeur 2019	Commentaire	Qualification
FRJC005 : Baie du Robert (type 1)	février (5,06 mg/l)	précipitations 72h nulles, conditions météo normales, pas de sargasses	BONNE
	octobre (5,29 mg/l)	précipitations 72h modérées, houle et vent faibles	
FRJC008 : Pinsonnelle (type 2)	septembre (5,12 mg/l)	précipitations 72h faible, houle et vent modérés	BONNE
	octobre (5,20 mg/l)	précipitations 72h modérées, houle et vent faibles	
FRJC014 : Baie du Galion (type 1)	décembre (5,15 mg/l)	précipitations 72h faible, houle et vent (NE) modérés	BONNE

Suite à cette analyse, aucune valeur d'oxygène n'a été écartée pour 2020.

2.5.3 Evaluation DCE 2015-2020

2.5.3.1 Grilles de qualité

L'indicateur oxygène est abouti pour les masses d'eau côtières des DOM, il n'y a plus d'évolution attendue.

Evolutions attendues en 2021 pour la masse d'eau de transition : la grille reste à valider

Deux paramètres sont mesurés lors des suivis DCE : l'oxygène dissous et le pourcentage de saturation en oxygène. Le paramètre retenu pour l'évaluation de l'indicateur oxygène est la **concentration en oxygène dissous du fond (mg/l)**.

Une grille commune est proposée, dans le guide d'évaluation (MTES, 2018), pour les masses d'eaux côtières et de transition de métropole et des DOM (Tableau 28). Les seuils sont basés sur une étude bibliographique considérant que quel que soit le milieu, un niveau minimum de 5 mg/L d'oxygène dissous est nécessaire pour la vie aquatique (Daniel et Lamoureux, 2015a ; Gao et Song, 2008). Lorsque la concentration baisse à 3 mg/L, la plupart des organismes sont stressés. Au-dessous de 2 mg/L, les espèces mobiles recherchent des zones à plus forte concentration d'oxygène pour survivre alors que la plupart des espèces immobiles périssent.

Comme les indicateurs physico-chimiques sont considérés comme des paramètres de soutien, ils ne peuvent pas déclasser une masse d'eau en-deçà de la classe « Moyen » (MTES, 2018).

Tableau 28 : Grille de qualité pour l'indicateur oxygène en Martinique (mg.l⁻¹)

Type de ME	Référence (mg/l)	Très bon	Bon	Moyen
1 à 7 (MEC)		5,0]	] 5,0-3,0]	] 3,0

MTES, 2018

Métrique : Percentile 10 des concentrations mensuelles en oxygène dissous au fond, sur 6 années glissantes

2.5.3.2 Indicateur oxygène

Il est utilisé pour l'évaluation DCE.

La qualité est évaluée à partir du percentile 10 des données de fond des mois pour lesquels il y a de données, qualifiées « Bon » et « Non qualifié » et de la grille MTES 2018.

Le nombre de valeurs disponibles pour le calcul du percentile 10 varie selon les masses d'eau (Tableau 29). Sur l'intervalle 2015-2020, il y a théoriquement :

- 28 valeurs attendues pour les masses d'eau au suivi trimestriel, puis bimestriel depuis 2019 ;
- 72 valeurs attendues pour les sites au suivi mensuel : Banc Gamelle et Pinsonnelle ;
- 27 valeurs attendues pour le site Caye d'Olbian ajouté en 2015 ;
- 20 valeurs attendues pour les sites ajoutés en 2017 : Pointe Catherine, Baie du Galion et Baie du Robert.

Le nombre de valeurs disponibles pour le calcul de l'indicateur peut varier du nombre de valeurs attendues en cas de données absentes ou qualifiées en FAUSSES ou DOUTEUSES.

Pour l'évaluation sur la période 2015-2020, la plupart des masses d'eau ont deux valeurs manquantes (problème du capteur oxygène), Banc Gamelle à quatre valeurs manquantes et Pinsonnelle en a sept manquantes.

L'indicateur oxygène classe les masses d'eau en Très Bon, sauf FRJC005- Baie du Robert qui est en Bon (Figure 110).

Les qualités obtenues pour l'indicateur oxygène dissous sont cohérentes dans la mesure où aucune masse d'eau ne démontre de signe d'eutrophisation pouvant induire une réduction de la disponibilité en oxygène. Les masses d'eau de type Baie peuvent avoir des zones réduites en oxygène au fond de la colonne d'eau en fond de baie. Souvent les baisses d'oxygène au fond sont dues à une surconsommation d'oxygène par les bactéries, liées i) à la dégradation de la matière organique (phytoplancton) et ii) à une stratification de la masse d'eau (saline ou thermique), qui limite les échanges gazeux.

Pour la masse d'eau de transition FRJT001 – Etang des Salines, l'indicateur oxygène donne une valeur de 5,66 mg/l, ce qui classe la masse d'eau en Très Bon. L'évaluation est satisfaisante avec cette grille, malgré qu'en métropole elle ne soit pas utilisée pour les lagunes.

Tableau 29 : Jeu de données oxygène fond utilisées pour l'évaluation des masses d'eau sur la période 2015-2020. (ME= Masse d'Eau)

Type	Code ME	Site	Campagne	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Nbre total valeurs		
1	FRJC013	Baie du Trésor	Février									
			Mars									
			Avril									
			Mai									
			Juin									
			Août									
			Septembre									
			Octobre									
			Décembre									
												27
	FRJC007	Ilet à Rats	Février									
			Mars									
			Avril									
			Mai									
			Juin									
			Août									
			Septembre									
			Octobre									
			Décembre									
											26	
FRJC001	Banc Gamelle	Janvier										
		Février										
		Mars										
		Avril										
		Mai										
		Juin										
		Juillet										
		Août										
		Septembre										
		Octobre										
		Novembre										
		Décembre										
											68	
FRJC010	Baie du Marin	Février										
		Mars										
		Avril										
		Mai										
		Juin										
		Août										
		Septembre										
		Octobre										
		Décembre										
											26	
FRJC005	Baie du Robert	Février										
		Mars										
		Avril										
		Mai										
		Juin										
		Août										
		Septembre										
		Octobre										
		Décembre										
											20	
FRJC014	Baie du Galion	Février										
		Mars										
		Avril										
		Mai										
		Juin										
		Août										
		Septembre										
		Octobre										
		Décembre										
											20	
2	FRJC008	Pinsonnelle	Janvier									
			Février									
			Mars									
			Avril									
			Mai									
			Juin									
			Juillet									
			Août									
			Septembre									
			Octobre									
	Novembre											
	Décembre											
										65		
FRJC006	Caye Pariadis	Février										
		Mars										
		Avril										
		Mai										
		Juin										
		Août										
		Septembre										
		Octobre										
		Décembre										
											26	
FRJC012	Loup Ministre	Février										
		Mars										
		Avril										
		Mai										
		Juin										
		Août										
		Septembre										
		Octobre										
		Décembre										
											26	
3	FRJC011	Loup Garou	Février									
			Mars									
			Avril									
			Mai									
			Juin									
			Août									
			Septembre									
			Octobre									
			Décembre									
												26
	4	FRJC004	Loup Caravelle Cap Saint Martin	Février								
				Mars								
				Avril								
				Mai								
				Juin								
				Août								
				Septembre								
				Octobre								
				Décembre								
												26
5	FRJC003	Cap Salomon	Février									
			Mars									
			Avril									
			Mai									
			Juin									
			Août									
			Septembre									
			Octobre									
			Décembre									
												27
	FRJC002	Fond Boucher	Février									
			Mars									
			Avril									
									27			
6	FRJC017	Corps de Garde Pointe Borgnesse	Février									
			Mars									
			Avril									
			Mai									
			Juin									
			Août									
			Septembre									
			Octobre									
			Décembre									
												26
7	FRJC018	Caye d'Olbian	Février									
			Mars									
			Avril									
			Mai									
			Juin									
			Août									
			Septembre									
			Octobre									
			Décembre									
												25
7	FRJC009	Pointe Catherine	Février									
			Mars									
			Avril									
			Mai									
			Juin									
			Août									
			Septembre									
			Octobre									
			Décembre									
												20
7	FRJC019	Banc du Diamant	Février									
			Mars									
			Avril									
			Mai									
			Juin									
			Août									
			Septembre									
			Octobre									
			Décembre									
												25
MET	FRJT001	Etang des Salines	Février									
			Mars									
			Avril									
			Juin									
			Août									
			Septembre									
			Octobre									
			Décembre									
												19

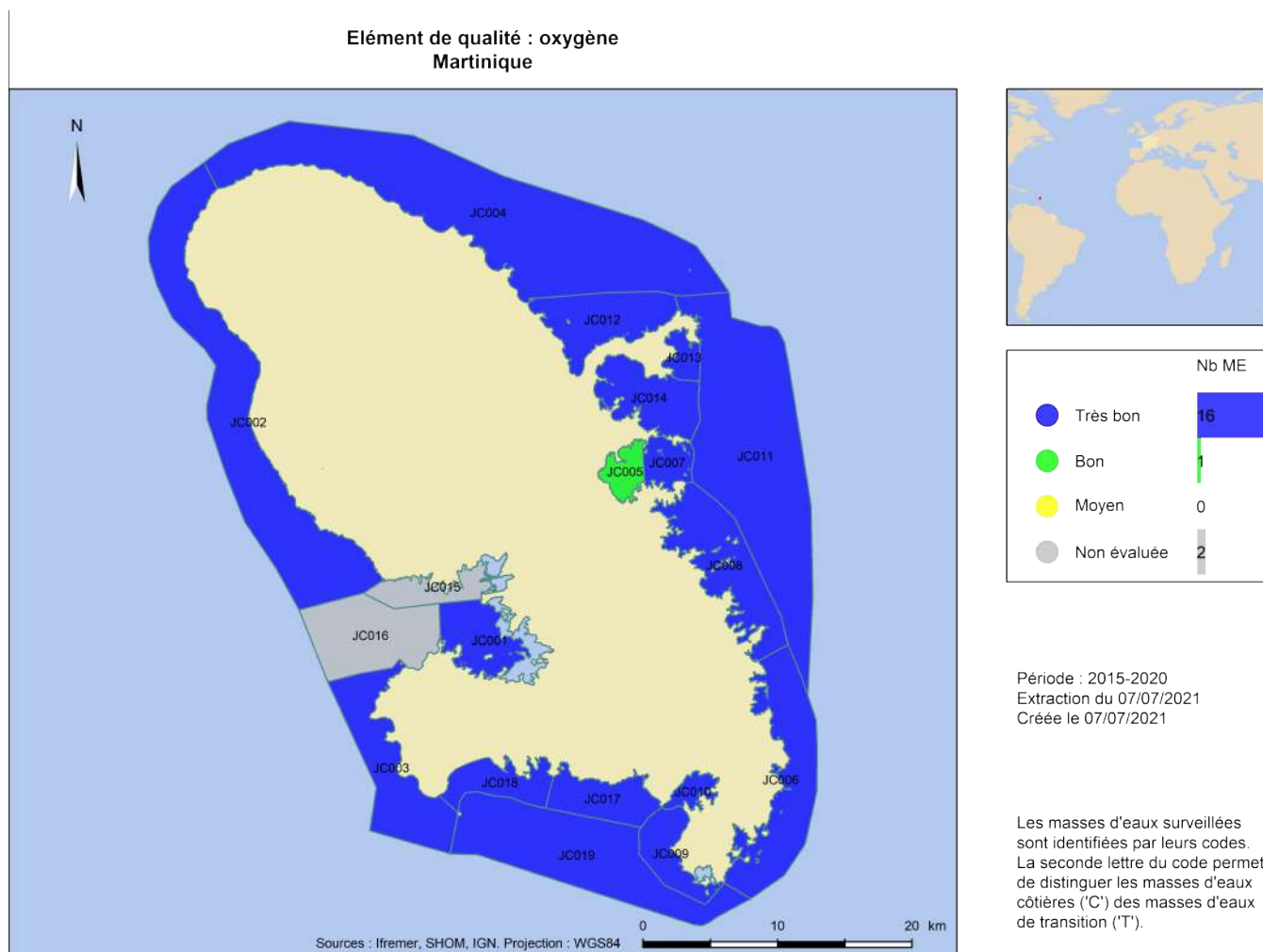


Figure 110 : Qualité des masses d'eau DCE au regard de l'indicateur oxygène, évaluée selon la grille de qualité MTES, 2018. (ME = Masse d'Eau)

2.6 Qualité physico-chimique : Indicateur transparence

2.6.1 Protocole pour le paramètre Turbidité

Depuis 2019, les mesures sont réalisées par Impact Mer sur un turbidimètre de paillasse étalonné mensuellement.

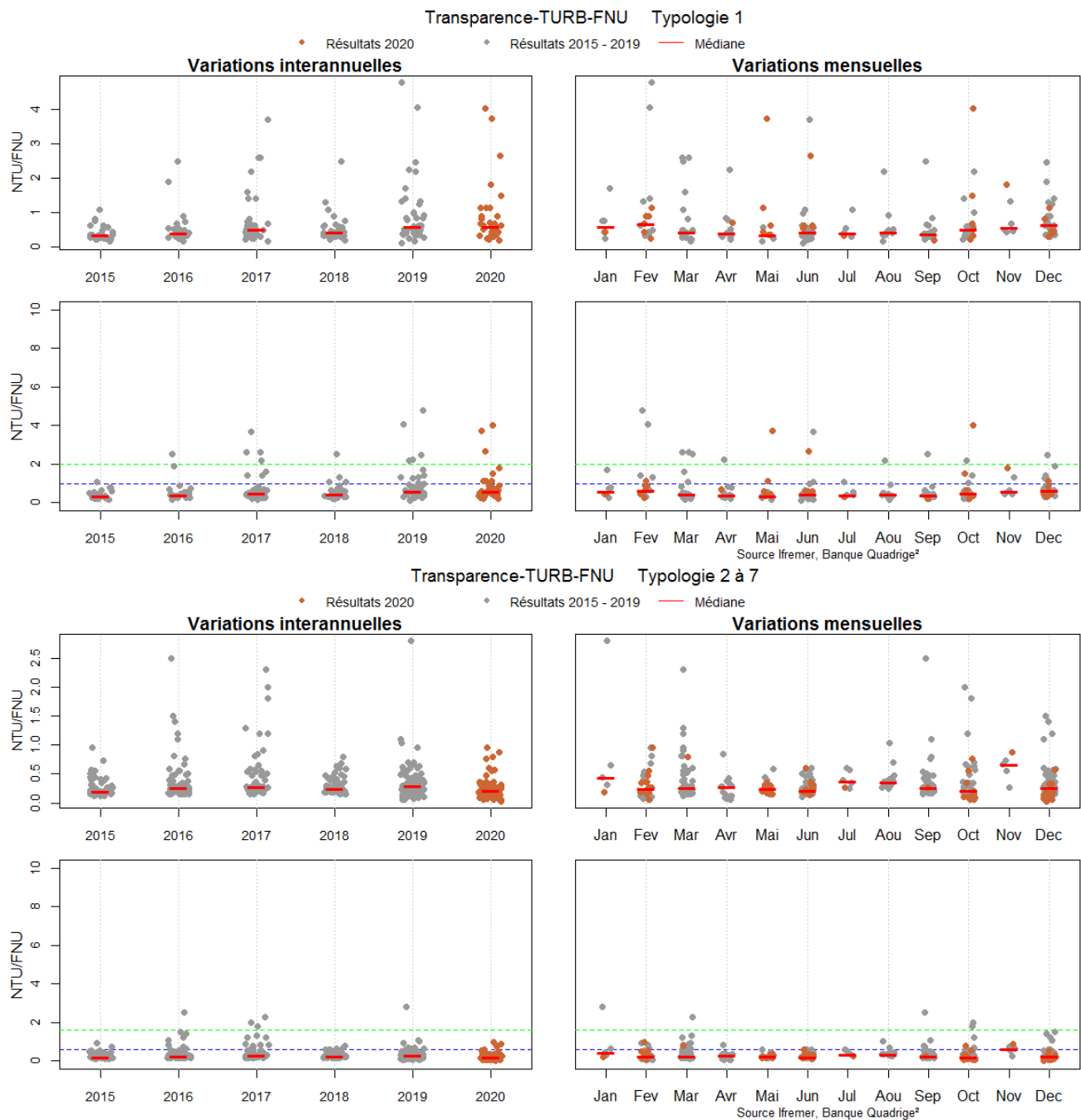
2.6.2 Résultats 2020 et comparaison historique

Les valeurs mesurées en 2020 (Figure 111) sont comparées aux valeurs des six dernières années (gauche) et présentées par mois (droite). Les valeurs de la masse d'eau de transition sont exclues pour ne pas influencer les médianes des masses d'eau côtières. Les graphiques du haut comprennent les valeurs extrêmes et ceux du bas présentent les valeurs sans les extrêmes (s'il y en a) avec les seuils de la grille de qualité.

Les résultats sont présentés en séparant les données des baies (Type 1) de celles des autres types, afin de permettre une comparaison avec les valeurs seuils différentes des grilles de qualité.

La médiane des données de 2020 pour la typologie 1 (baies) est similaire à celle de 2019. La médiane la plus basse correspond au mois de mai et la plus élevée au mois de février.

Pour les typologies 2 à 7, la médiane de 2020 est inférieure à celle de 2019. Les médianes les plus basses sont celles des mois de juin et octobre et la plus élevée celle du mois de novembre.

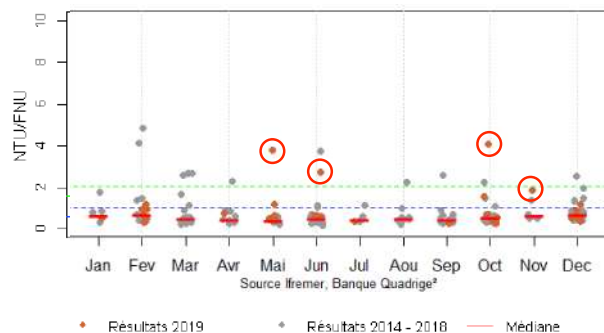


Source: Ifremer antilles, données Quadrigé 2

Figure 111 : Valeurs de transparence pour les sites DCE des masses d'eau côtières de type 1 (baies) et les sites des types 2 à 7, sur la période 2015-2020, variations interannuelles et mensuelles (points rouges : valeurs de 2020 ; traits rouges : médianes ; pointillés couleur : seuil de la grille de qualité)

En vue de la qualification des données 2020 dans Quadrigé, les données ont été analysées afin d'identifier les valeurs supérieures ou proches de 2 NTU. Une interprétation est proposée afin de juger de la qualité BONNE, DOUTEUSE ou MAUVAISE de la donnée (Figure 112). L'analyse et la qualification finale sont validées par l'ODE et l'Ifremer.

Suite à cette analyse, aucune valeur de turbidité n'a été écartée de l'évaluation pour 2020.



Masse d'eau et site	Valeur 2018	Commentaire	Qualification
FRJC014 : Baie du Galion (type 1)	mai (3,73 NTU) juin (2,65 NTU)	précipitations 72h faible, houle faible, vent modéré, concentration Chla >1 mg/l	BONNE
FRJC001 : Banc Gamelle (type 1)	octobre (4,04 NTU) novembre (1,81 NTU)	précipitations 72h fortes, eau très turbide (marron) et mousseuse précipitations 72h fortes, vent modéré	BONNE

Figure 112 : Commentaires sur les valeurs de turbidité pour l'année 2020

2.6.3 Evaluation DCE 2015-2020

2.6.3.1 Grilles de qualité

L'indicateur transparence est abouti pour les masses d'eau côtières des DOM, il n'y a plus d'évolution attendue.

Evolutions attendues en 2021 pour la masse d'eau de transition : la grille reste à valider

L'Ifremer Martinique a travaillé sur la métrique et la grille la plus pertinente à utiliser pour l'évaluation des données. Le percentile 90 a été retenu pour la métrique à utiliser, comme en France métropolitaine. Ce mode de calcul est plus pénalisant que la moyenne, qui était utilisée jusqu'en 2016 avec la grille Impact Mer. Sur la base des données de la Guadeloupe et de la Martinique, des grilles communes ont été proposées en conservant la distinction entre masse d'eau de type 1 (Baies) et les autres types (Tableau 30). Les valeurs de la station de référence Large Désirade ont été utilisées pour définir le seuil de référence.

Comme les indicateurs physico-chimiques sont considérés comme des paramètres de soutien, ils ne peuvent pas déclasser une masse d'eau en-deçà de la classe « Moyen » (MTES, 2018).

Tableau 30 : Grille de qualité pour l'indice turbidité

Type de ME	Référence (FNU)	Très bon	Bon	Moyen
1	0	[0-1[	[1-2[	>2
2 à 7	0	[0-0,6[	[0,6-1,6[	>1,6

Source MTES, 2018

Métrique : Percentile 90 des valeurs mensuelles de turbidité mesurées en surface (FNU), sur 6 années glissantes

2.6.3.2 Indicateur transparence

L'indice « turbidité » est utilisé pour l'évaluation DCE. La qualité est évaluée à partir du percentile 90 des données de sub-surface des mois pour lesquels il y a de données qualifiées « Bon » et de la grille MTES 2018.

Le nombre de valeurs disponibles pour le calcul du percentile 90 varie selon les masses d'eau (Tableau 31). Sur l'intervalle 2015-2020, il y a théoriquement :

- 28 valeurs attendues pour les masses d'eau au suivi trimestriel, puis bimestriel depuis 2019 ;
- 72 valeurs attendues pour les sites au suivi mensuel : Banc Gamelle et Pinsonnelle ;
- 27 valeurs attendues pour le site Caye d'Olbian ajouté en 2015 ;
- 20 valeurs attendues pour les sites ajoutés en 2017 : Pointe Catherine, Baie du Galion et Baie du Robert.

Le nombre de valeurs disponibles pour le calcul de l'indicateur peut varier du nombre de valeurs attendues en cas de données absentes ou qualifiées en FAUSSES ou DOUTEUSES.

Toutes les masses d'eau ont une valeur manquante en août 2020, Pinsonnelle en a trois manquantes et Banc Gamelle cinq manquantes.

Tableau 31 : Jeu de données transparence de surface utilisées pour l'évaluation des masses d'eau sur la période 2015-2020. (ME = Masse d'Eau)

Type	Code ME	Site	Campagne	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Nbre total valeurs
1	FRJC013	Baie du Trésor	Février							
			Mars							
			Avril							
			Mai							
			Juin							
			août							
			Septembre							
			Octobre							
			Décembre							
	FRJC007	Ilet à Rats	Février							
			Mars							
			Avril							
			Mai							
			Juin							
	FRJC001	Banc Gamelle	Février							
			Mars							
			Avril							
			Mai							
			Juin							
FRJC010	Baie du Marin	Février								
		Mars								
		Avril								
		Mai								
		Juin								
FRJC005	Baie du Robert	Février								
		Mars								
		Avril								
		Mai								
		Juin								
FRJC014	Baie du Galion	Février								
		Mars								
		Avril								
		Mai								
		Juin								
2	FRJC008	Pinsonnelle	Février							
			Mars							
			Avril							
			Mai							
			Juin							
			Juillet							
			août							
			Septembre							
			Octobre							
			Novembre							
			Décembre							
FRJC006	Caye Pariadis	Février								
		Mars								
		Avril								
		Mai								
		Juin								
FRJC012	Loup Ministre	Février								
		Mars								
		Avril								
		Mai								
		Juin								
3	FRJC011	Loup Garou	Février							
			Mars							
			Avril							
			Mai							
			Juin							
4	FRJC004	Loup Caravelle Cap Saint Martin	Février							
			Mars							
			Avril							
			Mai							
			Juin							
5	FRJC003	Cap Salomon	Février							
			Mars							
			Avril							
			Mai							
			Juin							
FRJC002	Fond Boucher	Février								
		Mars								
		Avril								
		Mai								
		Juin								
6	FRJC017	Corps de Garde Pointe Borgnesse	Février							
			Mars							
			Avril							
			Mai							
			Juin							
FRJC018	Caye d'Olbian	Février								
		Mars								
		Avril								
		Mai								
		Juin								
7	FRJC019	Banc du Diamant	Février							
			Mars							
			Avril							
			Mai							
			Juin							
MET	FRJT001	Etang des Salines	Février							
			Avril							
			Juin							
			août							
			Octobre							

L'indicateur turbidité (Figure 113) classe en :

- Très Bon presque toutes les masses d'eau de la côte caraïbes, la FRJC013-Baie du Trésor et la masse d'eau FRJC012-Baie de la Trinité,
- Bon presque toutes les masses d'eau de la côte Atlantique et FRJC017-Baie de St-Luce,
- Moyen les baies FRJC014-Baie du Galion et FRJC005-Baie du Robert.

La turbidité plus importante des masses d'eau de la côte Atlantique peut s'expliquer par l'agitation plus importante liée à l'exposition pour les zones sans barrière corallienne, et liée au confinement des apports terrigènes pour les zones protégées par une barrière corallienne.

La masse d'eau sud de la baie de Fort-de-France est classée en Très Bon, probablement grâce à la circulation des courants dans la baie permettant un bon renouvellement des eaux et en partie grâce au rôle de filtration exercé par la mangrove qui permet de maintenir une partie des sédiments. Le réseau de suivi de la baie de Fort-de-France démontre cependant de plus fortes turbidités en fond de baie par rapport à sa partie ouest.

La qualité de la masse d'eau de transition FRJT001 – Etang des Salines n'est pas donnée par le script car la grille d'évaluation n'est pas adaptée aux niveaux de turbidité mesurés qui peuvent aller au delà de 100 FNU.

Jusqu'en 2018, la transparence a été mesurée par le LTA972, qui possède une limite supérieure de quantification à 40 FNU. Ainsi plus de la moitié des données disponibles sont qualifiées en « DOUTEUX » ou « FAUX ».

A titre indicatif, l'indicateur transparence calculé à partir des 11 valeurs disponibles de 2020 donne une valeur de 107 FNU.

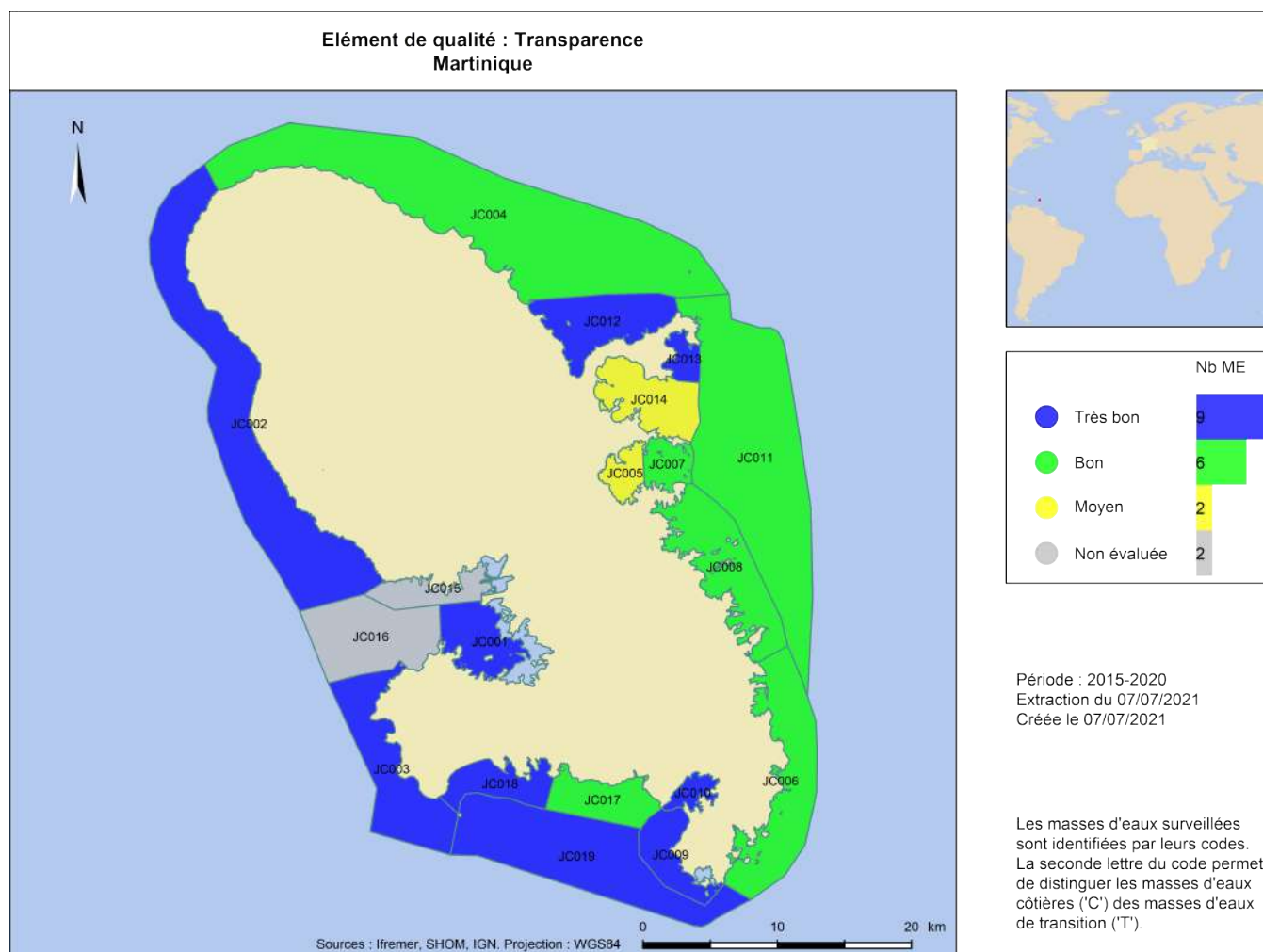


Figure 113 : Qualité des masses d'eau DCE au regard de l'indicateur transparence, évaluée selon la grille de qualité MTES, 2018. (ME = Masse d'Eau)

2.7 Qualité physico-chimique : Indicateur nutriments

2.7.1 Protocole pour les nutriments

Les méthodes de prélèvement, d'échantillonnage et d'analyse sont conformes aux préconisations de l'Ifremer (Aminot, 2004) et aux normes en vigueur (NF EN ISO 5667, FD T90 523-1, notamment).

En 2020, les échantillons ont été analysés par LABEO. En 2019, ils ont été analysés par l'Institut Pasteur de Guadeloupe (IPG) et par LABEO, tandis qu'avant 2019, les échantillons ont été analysés par le LTA Martinique. Les limites de quantification sont de 0,05 µmol/l pour les nitrates (LTA, IPG et LABEO), 0,03 µmol/l pour les nitrites (LTA, IPG et LABEO), 0,1 µmol/l (LTA et IPG) et 0,3 µmol/l (LABEO) pour l'ammonium et 0,05 µmol/l (LTA, IPG et LABEO).

Les détails des protocoles de suivi des paramètres nutriments sont apportés dans le rapport de campagne complet 2020.

L'indicateur « nutriments » est établi à partir des indices « orthophosphate » et « DIN », calculés à partir des résultats de chaque paramètre (calcul détaillé en Annexe 4). Il n'est pas utilisé pour l'évaluation DCE.

Evolutions par rapport à 2019 pour les paramètres nutriments

Protocole :

- proposition de choix de laboratoire pour l'analyse des nutriments : **l'Institut Pasteur de Guadeloupe n'assure plus les analyses, pas d'autre choix que le traitement par LABEO.**
- proposition de paramètres autres permettant de mesurer l'enrichissement du milieu : **non résolu, fiche projet Ifremer rejetée par l'OFB. Projet relancé sous une autre forme**

Traitement des données :

- proposition d'une grille pour l'indicateur nutriments à partir des données de Guadeloupe et de la bibliographie : **non résolu, fiche projet Ifremer rejetée par l'OFB. Projet relancé sous une autre forme**

Evolutions attendues pour le suivi et l'évaluation 2021 des paramètres nutriments

Protocole :

- étudier avec l'Ifremer la possibilité de prise en charge des analyses
- proposition de paramètres autres permettant de mesurer l'enrichissement du milieu

Traitement des données :

- proposition d'une grille pour l'indicateur nutriments à partir des données de Guadeloupe et de la bibliographie

2.7.2 Résultats 2020 et comparaison historique

Les résultats des prélèvements en doublons réalisés en 2017, pour permettre une analyse conjointe LTA-Ifremer, ont révélés que les valeurs du LTA étaient toujours supérieures de 0,5 µmol/l en moyenne à celles mesurées par le laboratoire Ifremer (méthode Technicon). Ces résultats font l'objet d'un rapport (Allenou et Le Merrer, 2018).

Du fait de ces résultats, l'ensemble des données nutriments antérieurs à 2017 a été qualifié en DOUTEUX ou FAUX dans Quadrigé. **Cette qualification rend les données inutilisables pour le calcul des indices « orthophosphates » et « DIN », et prive l'évaluation de l'indicateur « Nutriments ».**

Les valeurs mesurées en 2020 (Figure 114) sont représentées graphiquement à titre informatif. En l'absence d'historique de données et d'éléments de jugement sur la qualité des données, il a été décidé de laisser les données en « NON QUALIFIEES ». La comparaison des données de 2020 avec celles de 2019 et 2017 permet de relever les éléments suivants :

- pour les nitrites + nitrates, les résultats obtenus par LABEO et par l'IPG sont dans la même gamme de valeurs que ceux obtenus par l'Ifremer, avec une bonne performance pour les petites concentrations ;
- pour l'ammonium, les valeurs obtenues par LABEO sont plus élevées que celles de l'IPG et la limite de quantification trop élevée. Celles de l'IPG (2019) sont souvent du même ordre de grandeur que celles obtenues par l'Ifremer mais une partie sont plus élevées pour la même station à la même période
- pour les orthophosphates, les valeurs de LABEO et de l'IPG sont similaires entre elles et se situent globalement dans un ordre de grandeur au-dessus des valeurs obtenues par l'Ifremer.

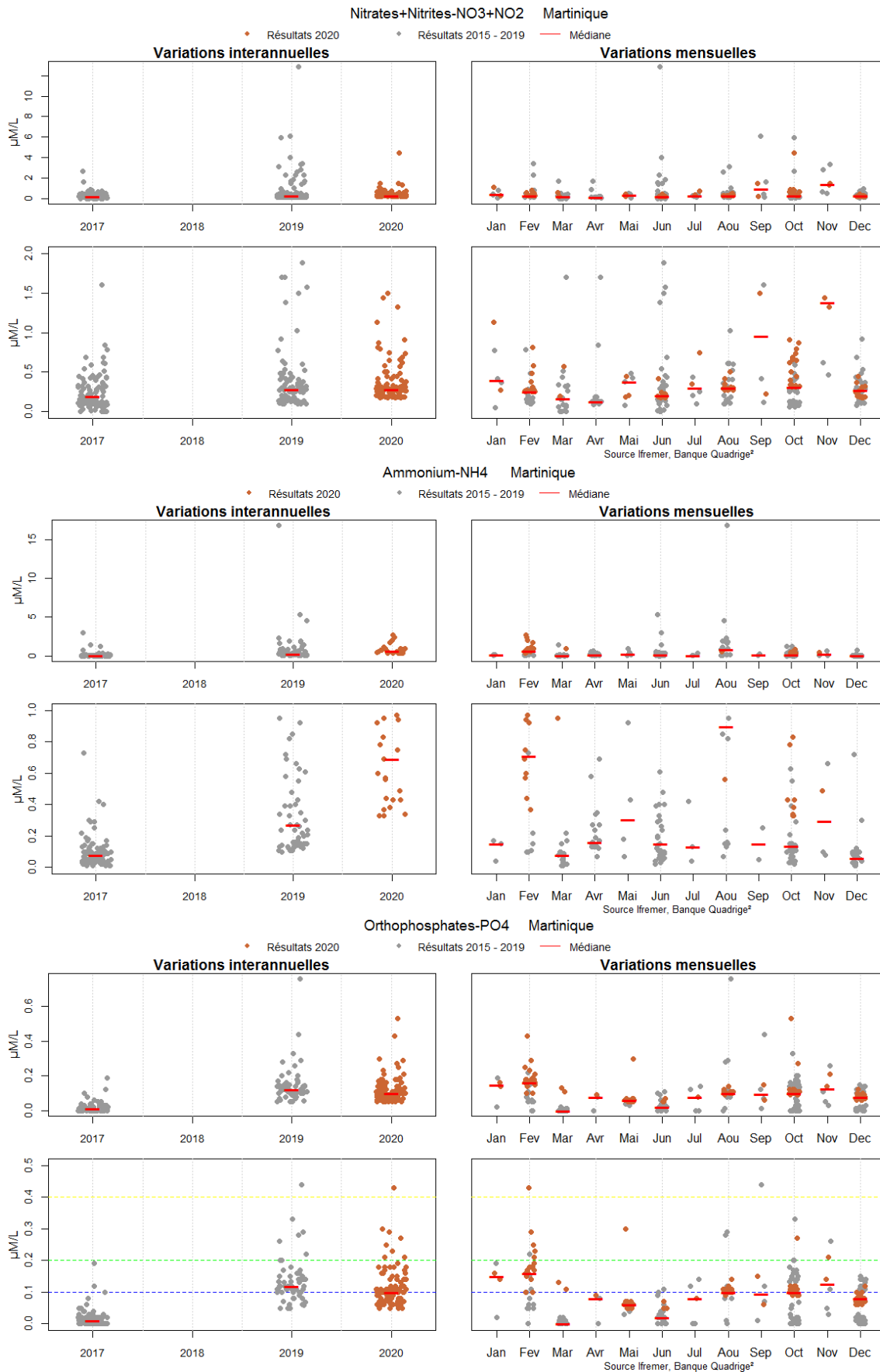


Figure 114 : Valeurs de nitrates + nitrites, ammonium et orthophosphates pour l'ensemble des sites DCE des masses d'eau côtières en 2017 (Ifremer), 2019 (IPG) et 2020 (LABEO) (gauche) et valeurs mensuelles (droite) (points rouges : valeurs de 2020 ; trait rouge : médiane)

2.8 Qualité physico-chimique : polluant spécifique de l'état écologique

2.8.1 Protocole pour le polluant spécifique de l'état écologique (PSEE)

Le Chlordécone est le seul polluant spécifique de l'état écologique pour la Martinique. Dans l'eau, il a été recherché par la méthode POCIS pour la première fois en 2017, puis en 2019.

Le chlordécone est également recherché dans le biote :

- dans les huitres de palétuvier deux fois par an dans le cadre du Réseau d'Observation de la Contamination Chimique (ROCCH) ;
- dans la chair de poisson dans le cadre du projet Chlohal qui s'est déroulé de 2009 à 2015.

2.8.2 Evaluation DCE

Il n'y a pas de nouvelles données depuis la campagne de 2019, l'évaluation reste donc identique à celle de 2019.

Selon l'arrêté d'évaluation et l'arrêté préfectoral qui en découle, le polluant spécifique chlordécone doit être suivi préférentiellement dans le biote, sinon dans l'eau à une fréquence trimestrielle sur une année pendant la période du SDAGE (extrait du Tableau 3 pour rappel ci-dessous).

L'arrêté précise que lorsque le suivi a été réalisé dans le biote, la norme biote s'applique et suffit à évaluer l'état. L'arrêté ne précise pas quelles données doivent être utilisées pour le calcul de la NQE.

En Martinique, le PSEE est suivi:

- dans l'eau, une fois tous les deux ans à partir de 2017, dans toutes les masses d'eau côtières et la masse d'eau de transition. Le dosage est réalisé par la méthode POCIS qui intègre la contamination sur 21 jours. La méthode n'est pas considérée DCE compatible car ne permet pas de faire une moyenne;
- dans le biote (mollusque) deux fois par an, pour quatre masses d'eau (suivi ROCCH). Ce suivi est réalisé dans la chair des huitres de palétuviers, prélevées sur les racines de palétuviers formant la mangrove à la limite terre/mer des masses d'eau. Les concentrations mesurées ne sont donc pas représentatives de l'ensemble de la masse d'eau ;
- dans le biote (chair de poisson) dans le cadre du projet Chlohal qui s'est déroulé de 2009 à 2015. Toutes les données de cette étude ne sont pas comprises dans la période d'évaluation 2014-2019. Cependant, elles sont conservées pour l'évaluation jusqu'à l'obtention des données de la prochaine campagne échantillonneurs passifs en 2021.

Arrêté du 17 octobre 2018 et Arrêté préfectoral n°R02-2016-11-28-02 du 28 novembre 2016				Effectivement réalisé pour la DCE Martinique			
Eléments chimiques	Paramètres	Matrice	fréquence SDAGE / année	Eléments physico-chimiques	Paramètres	Matrice	fréquence SDAGE / année
Polluant spécifique de l'état écologique	Chlordécone	biote en priorité ou eau	1/4	Polluant spécifique de l'état écologique		eau + biote	Biote: campagnes entre 2015-2017 Eau: 2/1

Pour l'évaluation des masses d'eau au regard du PSEE, il y a donc une adaptation des données utilisées par rapport aux éléments de l'arrêté préfectoral et de l'arrêté du 17 octobre 2018 :

- eau : une valeur intégrée tous les deux ans au lieu de quatre valeurs ponctuelles sur toute la période du sdage
- biote : deux valeurs par an (uniquement sur quelques masses d'eau) au lieu de quatre valeurs sur toute la période du sdage.

L'ensemble des données disponibles sont utilisées. La qualité physico-chimique de la masse d'eau est déclassée en MOYEN dès qu'une valeur (biote ou eau) dépasse la NQE fixée.

Les normes de qualité environnementales (NQE) données dans l'arrêté du 27 juillet 2018 (MTES, 2018) sont données en moyenne annuelle (NQE-MA) :

- 5×10^{-7} µg/l (soit 0,0005 ng/l) dans les eaux côtières et de transition. La méthode POCIS étant une méthode intégratrice, le résultat est considéré comme pouvant correspondre à une moyenne annuelle. Il est donc comparé à la NQE-MA de l'arrêté. La limite de quantification (LOQ) de la méthode est fixée à 22×10^{-7} µg/l (soit 0,022 ng/l). Cette LOQ étant supérieure à la NQE-MA, tout résultat inférieur à la LOQ ne peut donc être utilisé pour l'évaluation ;
- 3 µg/kg dans le biote. Une note Ifremer/INERIS (Allenou et Amouroux, 2019) précise que la NQE de 3 µg/kg s'applique aux poissons prédateurs supérieurs (niveau trophique 4) et préconise un seuil mollusque à 0,3 µg/kg de poids frais.

L'évaluation pour le polluant spécifique est réalisée en compilant les résultats sur eau et sur biote (Tableau 32). Pour le biote, les résultats utilisés sont ceux qui ont été traités et présentés dans le rapport Allenou et Amouroux (2019).

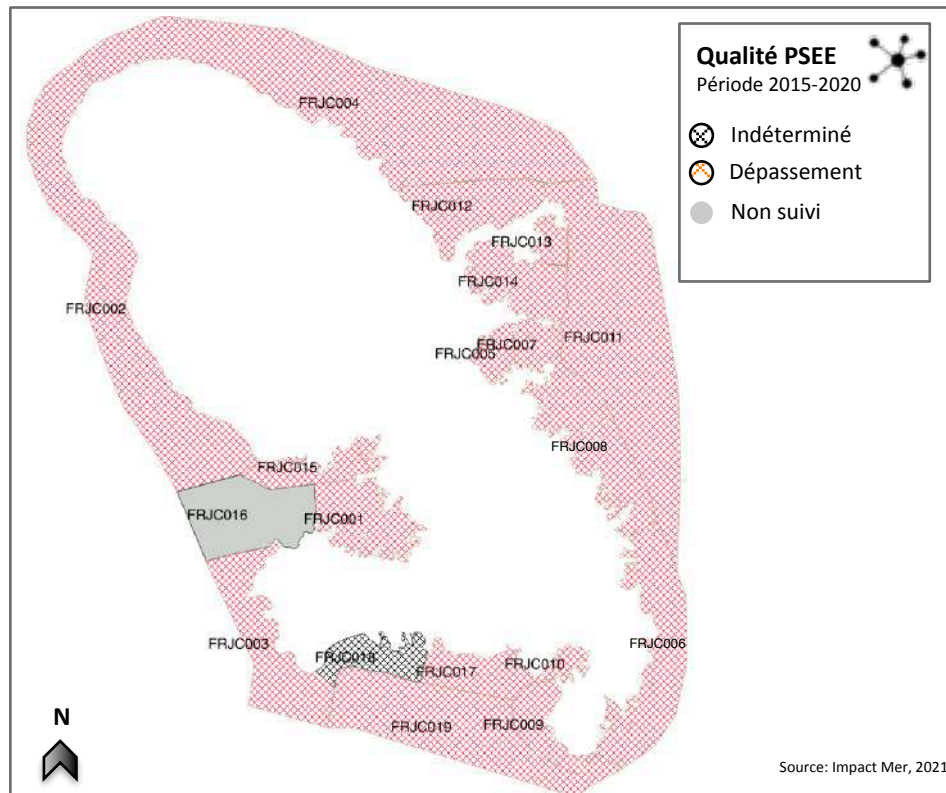
Le chlordécone est quantifié dans l'eau et/ou dans le biote pour l'ensemble des masses d'eau suivies de la DCE et il décline 19 masses d'eau en Moyen.

Pour la masse d'eau FRJC018-Caye d'Olbian, le dépassement de la NQE est indéterminé car la valeur pour la matrice « eau » est <LOQ, soit inférieur à 0,022 ng/l. La méthode ne permet pas de savoir si la valeur est supérieure ou inférieure à la NQE-MA à 0,0005 ng/l.

Bien que les résultats des mesures dans l'eau ne soient pas DCE compatibles, les résultats obtenus pour les poissons viennent confirmer la tendance d'une contamination des masses d'eau par la molécule. De ce fait, les résultats obtenus par la méthode des échantillonneurs passifs ont été retenus pour la révision de l'Etat des lieux 2019 du district de la Martinique (Allenou et al., 2019). Ils sont donc également retenus pour la définition de l'état écologique 2014-2019.

Tableau 32 : Qualité des masses d'eau DCE au regard du polluant spécifique de l'état écologique, mesuré sur l'eau et dans le biote (ME = Masse d'Eau). Données mollusque et poissons Allenuou et Amouroux, 2019. Valeur en rouge supérieure à la NQE-MA.

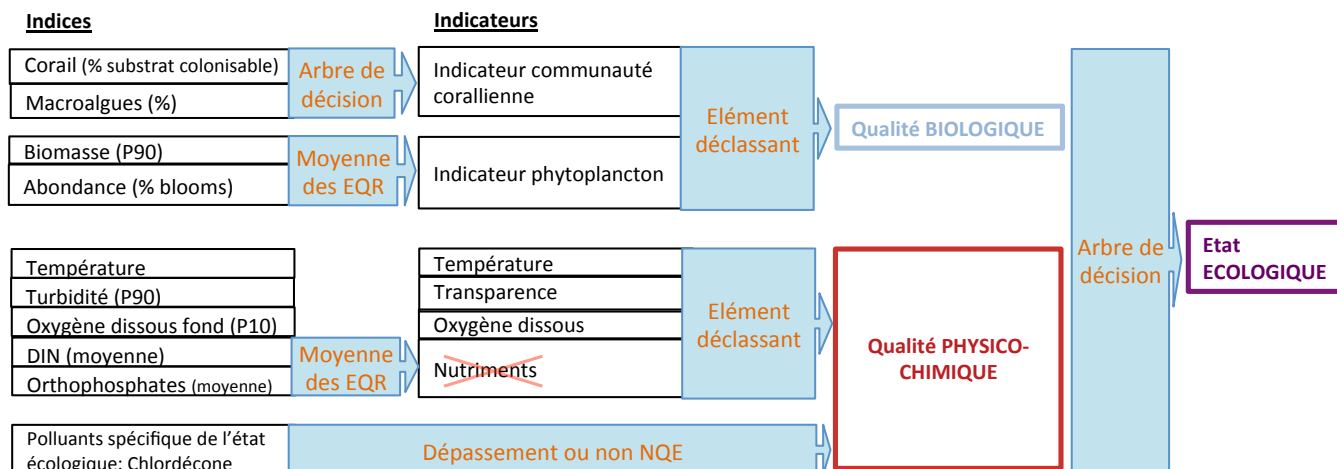
Type	Code ME	Site	Valeur 2019 eau	Valeur 2017 eau	Valeur moyenne 2015-2017 mollusques	Valeur moyenne 2009-2015 poissons	NQE dépassée	
1	FRJC013	Baie du Trésor	0,00091	0,00095	pas de donnée	pas de donnée	oui	
	FRJC007	Ilet à Rats	0,00030	0,00024	2,4	11,6	oui	
	FRJC001	Banc Gamelle	0,00103	0,00044	28	72,8	oui	
	FRJC015	Rivière Lézarde	pas de donnée	pas de donnée	144	52,6	oui	
	FRJC010	Baie du Marin	0,00003	<LOQ	1	pas de donnée	oui	
	FRJC005	Baie du Robert	0,00056	0,00023	pas de donnée	22,9	oui	
	FRJC014	Baie du Galion	0,00155	0,00034	pas de donnée	55,8	oui	
	2	FRJC008	Pinsonnelle	0,00022	0,00007	pas de donnée	32,8	oui
		FRJC006	Caye Pariadis	0,00007	0,00002	pas de donnée	2,7	oui
		FRJC012	Loup Ministre	0,00045	0,00022	pas de donnée	40,6	oui
	3	FRJC011	Loup Garou	0,00014	<LOQ	pas de donnée	9,4	oui
		FRJC004	Loup Caravelle / Cap St-Martin	0,00014	0,00005	pas de donnée	33,4	oui
	5	FRJC003	Cap Salomon	0,00004	0,00002	pas de donnée	6,6	oui
		FRJC002	Fond Boucher	0,00007	0,00007	pas de donnée	12,7	oui
6	FRJC017	Corps de Garde / Pointe Borgnesse	0,00009	0,00002	pas de donnée	2,1	oui	
	FRJC018	Caye d'Olbian	pas de donnée	<LOQ	pas de donnée	0,4	indéterminé	
	FRJC009	Pointe Catherine	0,00003	pas de donnée	pas de donnée	1,66	oui	
7	FRJC019	Banc du Diamant/Rocher Diamant	0,00003	<LOQ	pas de donnée	0,5	oui	
MET	FRJT001	Etang des Salines - Centre	<LOQ	0,00017	pas de donnée	pas de donnée	oui	
NQE					0,0000005 µg/L	0,3 µg/kg	3 µg/kg	



3 Etat des masses d'eau DCE sur la période 2015-2020

3.1 Etat écologique (partiel) des masses d'eau DCE sur la période 2015-2020

L'état écologique résulte d'un arbre de décision qui attribue les rôles respectifs des éléments de qualité et accorde plus d'importance à la qualité biologique alors que la qualité physico-chimique et la qualité hydromorphologique interviennent en tant qu'éléments déclassant. La qualité hydromorphologique peut uniquement déclasser les masses d'eau qui sont en Très bon état (Figure 115).



Etat écologique: arbre de décision de l'arrêté du 27 juillet 2015 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique

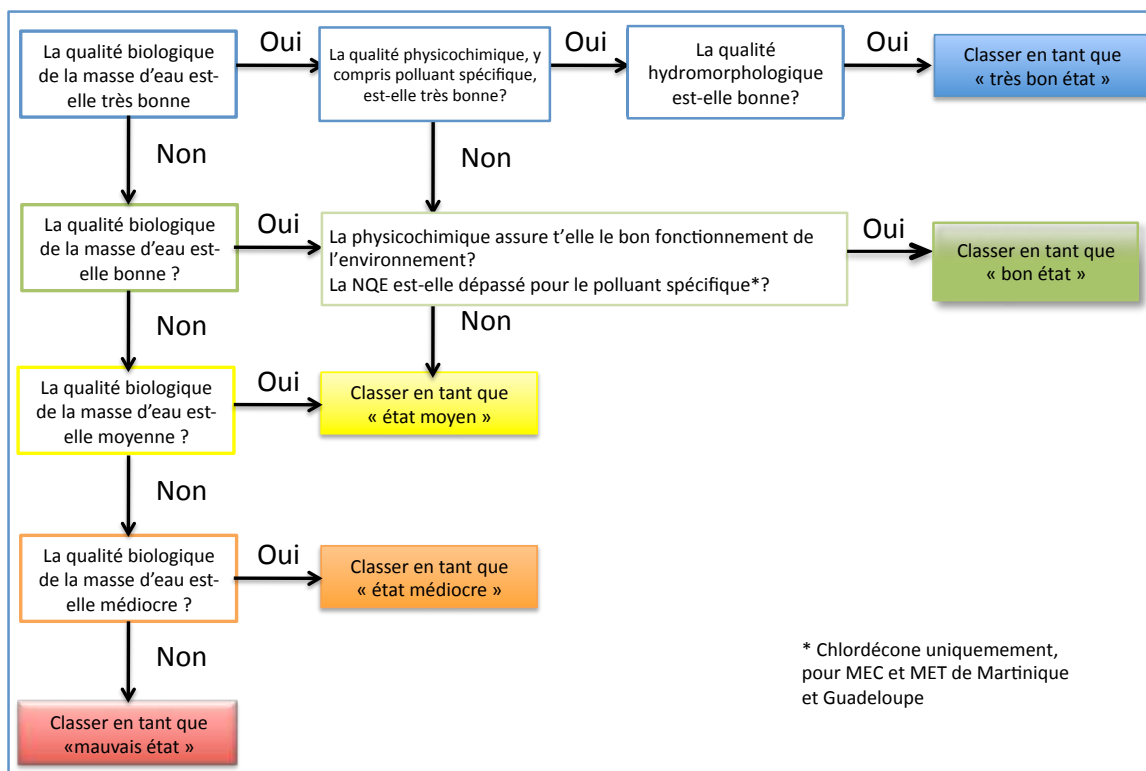


Figure 115 : Rappel des étapes pour définir l'état écologique des masses d'eau

3.1.1 La qualité biologique

La qualité biologique d'une masse d'eau se définit à partir de la qualité obtenue par l'indicateur « Phytoplancton » et de celle obtenue par l'indicateur « Communautés coralliennes », lorsque pertinent pour la masse d'eau considérée, selon le principe de l'élément déclassant.

Ces deux indicateurs sont toujours en cours de construction, avec la nécessité :

- pour le phytoplancton : d'intégrer les résultats du pico-nanoplancton ; de valider au niveau national la nouvelle valeur seuil à 25 000 cellules/l de microphytoplancton de l'indice abondance ;
- pour les communautés coralliennes : d'adapter et d'enrichir les indices « Corail » et « Macroalgues » actuels. Impact Mer propose des adaptations dans le présent rapport (cf.2.1.5.2) et le projet Score Reef commandé par l'OFB est en cours ;
- d'inclure à terme un indicateur « Herbier ». Le protocole de suivi de cet élément biologique est en cours de validation ainsi que les métriques à retenir pour l'indicateur (Fanny Kerninon).

La qualité biologique de certaines masses d'eau est évaluée à partir d'un seul indicateur biologique :

- phytoplancton (abondance et biomasse) uniquement : FRJC001-Banc Gamelle, FRJC005-Baie du Robert, FRJC014-Baie du Galion, FRJC008-Pinsonnelle, FRJC006-Caye Pariadis, FRJC009-Pointe Catherine, FRJC019-Banc du Diamant ;
- communautés coralliennes (corail et macroalgues) uniquement : FRJC016-Caye Grande Sèche.

Les qualités biologiques obtenues (Figure 116, Tableau 33) sont de niveau :

- **Médiocre pour deux masses d'eau de type baie (FRJC005 – Baie du Robert et FRJC014-Baie du Galion) ;**
- **Moyen sur les masses d'eau de la côte Atlantique (sauf FRJC008 et FRJC006), pour FRJC017 – Baie de St-Luce et pour les deux baies FRJC010 – Baie du Marin et FRJC001 – Banc Gamelle ;**
- **Bon sur les masses d'eau de la côte Caraïbe (sauf FRJC017) et les deux masses d'eau du Sud Atlantique FRJC008-Pinsonnelle et FRJC006 – Caye Pariadis.**

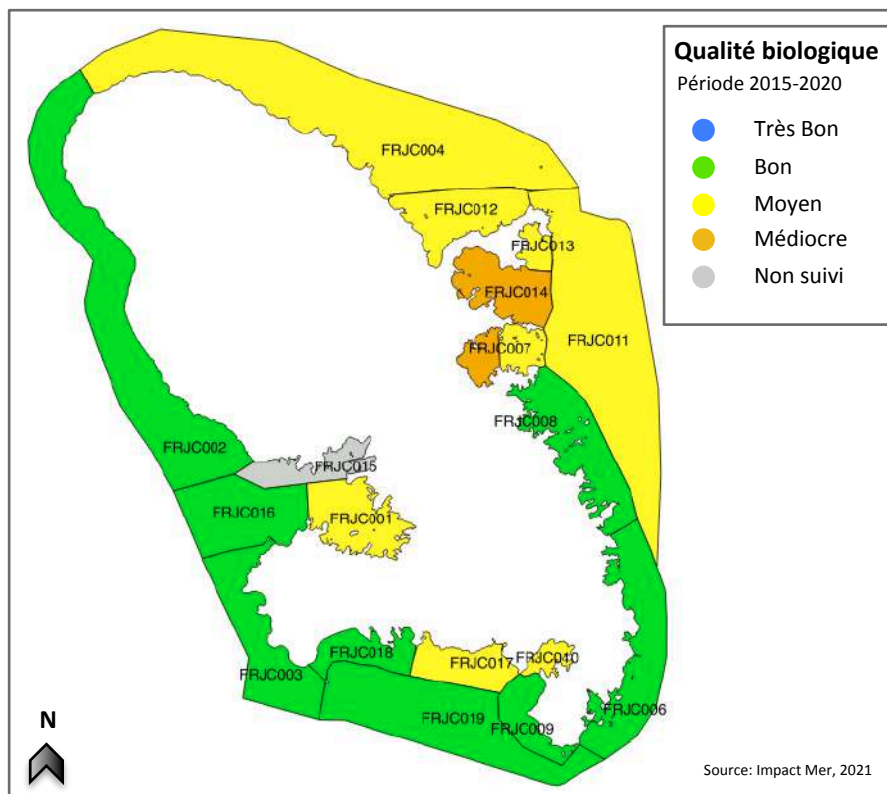


Figure 116 : Qualité biologique des masses d'eau DCE pour la période 2015 à 2020

Tableau 33 : Qualité biologique des masses d'eau DCE obtenue après agrégation des indicateurs « phytoplancton » et « communautés coralliennes » pour les données disponibles de 2015 à 2020. En rouge : les indicateurs actuellement utilisés pour l'évaluation de la qualité biologique

Type	Masse d'eau	Site	Indice/Indicateur	Qualité par ind.	Qualité biologique	Type	Masse d'eau	Site	Indice/Indicateur	Qualité par ind.	Qualité biologique
1	FRJC013	Baie du Trésor	Biomasse ($\mu\text{g/l}$)	Moyen	Moyen	5	FRJC003	Cap Salomon	Biomasse ($\mu\text{g/l}$)	Bon	Bon
			Abondance (cellules/l)	Moyen					Abondance (cellules/l)	Très Bon	
	Phytoplancton	Moyen	Phytoplancton	Très Bon							
	Corail	TB	Corail	Bon							
	FRJC007	Ilet à Rats	Macroalgues	TB	Moyen		FRJC002	Fond Boucher	Macroalgues	TB	Bon
	Communauté corallienne	TB	Communauté corallienne	Bon							
	Biomasse ($\mu\text{g/l}$)	Moyen	Biomasse ($\mu\text{g/l}$)	Bon							
	Abondance (cellules/l)	Médiocre	Abondance (cellules/l)	Bon							
	FRJC001	Banc Gamelle	Phytoplancton	Moyen	Moyen (phyto)		FRJC017	Corps de Garde / Jardin Tropical / Pointe Borgnesse	Phytoplancton	Bon	Moyen
	Corail	Bon	Corail	Bon							
Macroalgues	Bon	Macroalgues	Bon								
Communauté corallienne	Bon	Communauté corallienne	Bon								
FRJC016	Caye Grande Sèche	Biomasse ($\mu\text{g/l}$)		Bon (corail)	6	FRJC018	Caye d'Olbian	Biomasse ($\mu\text{g/l}$)	Bon	Bon	
Abondance (cellules/l)		Abondance (cellules/l)	Bon								
Phytoplancton		Phytoplancton	Bon								
Corail	Bon	Corail	TB								
FRJC010	Baie du Marin	Macroalgues	TB	Moyen	FRJC009	Pointe Catherine	Macroalgues	TB	Bon (phyto)		
Communauté corallienne	Bon	Communauté corallienne	TB								
Biomasse ($\mu\text{g/l}$)	Moyen	Biomasse ($\mu\text{g/l}$)	Bon								
Abondance (cellules/l)	Bon	Abondance (cellules/l)	Bon								
FRJC005	Baie du Robert	Phytoplancton	Moyen	Médiocre (phyto)	7	FRJC019	Banc du Diamant	Phytoplancton	Bon	Bon (phyto)	
Corail	Médiocre	Corail	Bon								
Macroalgues	Médiocre	Macroalgues	Bon								
Communauté corallienne	Médiocre	Communauté corallienne	Bon								
FRJC014	Baie du Galion	Biomasse ($\mu\text{g/l}$)	Médiocre	Médiocre (phyto)	MET	FRJT001	Etang des Salines	Biomasse ($\mu\text{g/l}$)		Non évalué	
Abondance (cellules/l)	Moyen	Abondance (cellules/l)									
Phytoplancton	Médiocre	Phytoplancton									
Corail	Médiocre	Corail									
2	FRJC008	Pinsonnelle	Macroalgues		Bon (phyto)	FRJC006	Caye Paradis	Biomasse ($\mu\text{g/l}$)	Bon	Bon (phyto)	
			Communauté corallienne					Abondance (cellules/l)	TB		
			Biomasse ($\mu\text{g/l}$)	Bon				Phytoplancton	Bon		
3	FRJC011	Loup Garou/Caye Pinsonnelle	Abondance (cellules/l)	Bon	Moyen	FRJC012	Loup Ministre	Corail	Bon	Moyen	
			Phytoplancton	Très Bon				Macroalgues	Moyen		
			Communauté corallienne	Moyen				Communauté corallienne	Moyen		
4	FRJC004	Loup Caravelle/Cap St-Martin	Biomasse ($\mu\text{g/l}$)	Moyen	Moyen	FRJC011	Loup Garou/Caye Pinsonnelle	Biomasse ($\mu\text{g/l}$)	Bon	Moyen	
			Abondance (cellules/l)	Bon				Abondance (cellules/l)	Très Bon		
			Phytoplancton	Bon				Phytoplancton	Bon		
			Communauté corallienne	Moyen				Communauté corallienne	Moyen		

En parallèle des qualités biologiques obtenues avec les indicateurs « classiques », les qualités biologiques incluant l'indice de vulnérabilité corallienne sont également présentées (Tableau 34). Ces qualités ne sont pas à retenir pour le rapportage officiel mais viennent donner plus de crédibilité à l'indicateur communautés coralliennes, démontré comme étant peu pertinent.

Pour les communautés coralliennes, l'application de l'indice vulnérabilité permet de mieux prendre en compte les observations réalisées sur le terrain, dans un contexte où les indicateurs utilisés pour l'évaluation des sites sont en cours d'évolution et ne prennent pas en compte tous les paramètres mesurés.

Les masses d'eau dont la qualité est modifiée par l'ajout de l'indice « vulnérabilité corallienne » sont (en gras dans le tableau) :

- FRJC016 – Caye Grande Sèche déclassée en Moyen (nombreuses colonies présentant des perturbations, notamment du recouvrement par la gorgone *Erythropodium caribaeorum*).
- FRJC012 – Loup Ministre déclassée en Médiocre (nombreuses colonies présentant des perturbations, notamment présence de maladie sur les colonies d'*Acropora palmata*).
- FRJC002 – Fond Boucher déclassée en Moyen (couverture importante en cyanophycées).

Ces évaluations à dire d'expert ne sont pas présentées graphiquement.

Tableau 34 : Qualité biologique des masses d'eau DCE avec prise en compte de l'indice « vulnérabilité » des communautés coralliennes, pour les données disponibles de 2015 à 2020. En rouge les indicateurs actuellement utilisés pour l'évaluation de la qualité biologique

Type	Masse d'eau	Site	Indice/Indicateur	Qualité par ind.	Qualité révisée par "vulnérabilité corallienne"	Qualité biologique
1	FRJC013	Baie du Trésor	Biomasse ($\mu\text{g/l}$)	Moyen		Moyen
			Abondance (cellules/l)	Moyen		
			Phytoplancton	Moyen		
	FRJC007	Ilet à Rats	Corail	TB		Moyen
			Macroalgues	TB		
			Communauté corallienne	TB		
	FRJC001	Banc Gamelle	Corail	TB		Moyen (phyto)
			Macroalgues	TB		
			Communauté corallienne	TB		
	FRJC016	Caye Grande Sèche	Biomasse ($\mu\text{g/l}$)	Moyen		Moyen (corail)
Abondance (cellules/l)			Bon			
Phytoplancton			Moyen			
FRJC010	Baie du Marin	Corail	Bon		Moyen	
		Macroalgues	Moyen			
		Communauté corallienne	Moyen			
FRJC005	Baie du Robert	Biomasse ($\mu\text{g/l}$)	Médiocre		Médiocre (phyto)	
		Abondance (cellules/l)	Médiocre			
		Phytoplancton	Médiocre			
FRJC014	Baie du Galion	Corail	TB		Médiocre (phyto)	
		Macroalgues	Moyen			
		Communauté corallienne	Médiocre			
2	FRJC008	Pinsonnelle	Biomasse ($\mu\text{g/l}$)	Moyen		Bon (phyto)
			Abondance (cellules/l)	Bon		
			Phytoplancton	Bon		
FRJC006	Caye Pariadis	Corail	Bon		Bon (phyto)	
		Macroalgues	TB			
		Communauté corallienne	Bon			
FRJC012	Loup Ministre	Biomasse ($\mu\text{g/l}$)	Moyen		Médiocre	
		Abondance (cellules/l)	Bon			
		Phytoplancton	Bon			
3	FRJC011	Loup Garou/Caye Pinsonnelle	Corail	Bon		Moyen
			Macroalgues	Très Bon		
			Communauté corallienne	Bon		
4	FRJC004	Loup Caravelle/Cap St-Martin	Biomasse ($\mu\text{g/l}$)	Moyen		Moyen
			Abondance (cellules/l)	Bon		
			Phytoplancton	Bon		
5	FRJC003	Cap Salomon	Biomasse ($\mu\text{g/l}$)	Bon		Bon
			Abondance (cellules/l)	Très Bon		
			Phytoplancton	Très Bon		
	FRJC002	Fond Boucher	Corail	Bon		Moyen
			Macroalgues	TB		
			Communauté corallienne	Bon		
	FRJC017	Corps de Garde / Jardin Tropical / Pointe Borgnesse	Biomasse ($\mu\text{g/l}$)	Bon		Moyen
			Abondance (cellules/l)	Bon		
			Phytoplancton	Bon		
	FRJC018	Caye d'Olbian	Corail	TB		Bon
Macroalgues			TB			
Communauté corallienne			TB			
FRJC009	Pointe Catherine	Biomasse ($\mu\text{g/l}$)	Bon		Bon (phyto)	
		Abondance (cellules/l)	Bon			
		Phytoplancton	Bon			
FRJC019	Banc du Diamant	Corail	Bon		Bon (phyto)	
		Macroalgues	Bon			
		Communauté corallienne	Bon			
MET	FRJT001	Etang des Salines	Biomasse ($\mu\text{g/l}$) Abondance (cellules/l) Phytoplancton Corail Macroalgues Communauté corallienne	Mauvais Mauvais Mauvais		Non évalué

3.1.2 Qualité physico-chimique (partiel)

La qualité physico-chimique d'une masse d'eau se définit théoriquement à partir de la qualité obtenue par les indicateurs « **Température** », « **Turbidité** », « **Oxygène dissous** » et « **Nutriments** », selon le principe de **l'élément déclassant**, ainsi que par le dépassement ou non de la NQE pour le polluant spécifique de l'état écologique (PSEE), le Chlordécone.

L'évaluation 2020, comme les précédentes, ne comporte pas d'indicateur **nutriments**. Tous les résultats avant 2017 ont été **qualifiés en douteux ou faux**, suite aux résultats de l'exercice d'inter-comparaison entre le LTA972 et le laboratoire Ifremer de Nantes (Allenou et Le Merrer, 2018).

Cependant, les **résultats des indices DIN et orthophosphates sont présentés en Annexe 3**.

La qualité physico-chimique est obtenue pour la période 2015-2020 à partir de l'élément le plus déclassant entre la température, la turbidité et l'oxygène dissous. Cette qualité est confrontée au résultat du chlordécone pour la masse d'eau, qui déclassé la masse d'eau en qualité Moyenne lorsque la valeur dépasse la NQE MA.

En l'absence d'évaluation pour l'indicateur nutriments, la qualité physico-chimique est PARTIELLE.

La qualité physico-chimique est donnée avec et sans PSEE.

La qualité avec PSEE est celle qui sera présentée lors du rapportage.

Cependant, comme le PSEE déclassé la plupart des masses d'eau en qualité moyenne, la présentation de la qualité sans PSEE permet de ne pas occulter - lors de l'agrégation avec la qualité biologique pour obtenir l'Etat Ecologique- les efforts fournis pour améliorer la qualité des paramètres biologiques.

Qualité Physico-chimique avec PSEE

En incluant le polluant spécifique de l'état écologique dans l'arbre de décision, **la qualité physico-chimique est équivalente à la qualité des masses d'eau évaluée pour le PSEE (Tableau 32), avec le niveau MOYEN lorsqu'il y a dépassement.**

Les masses d'eau FRJC015 et 016 sont en « non suivi » car il n'y a pas de suivi physico-chimique.

La masse d'eau FRJC018 reste en indéterminé comme sur la carte du PSEE.

La qualité est Moyenne pour l'ensemble des masses d'eau où le PSEE a été quantifié (Figure 117, Tableau 35).

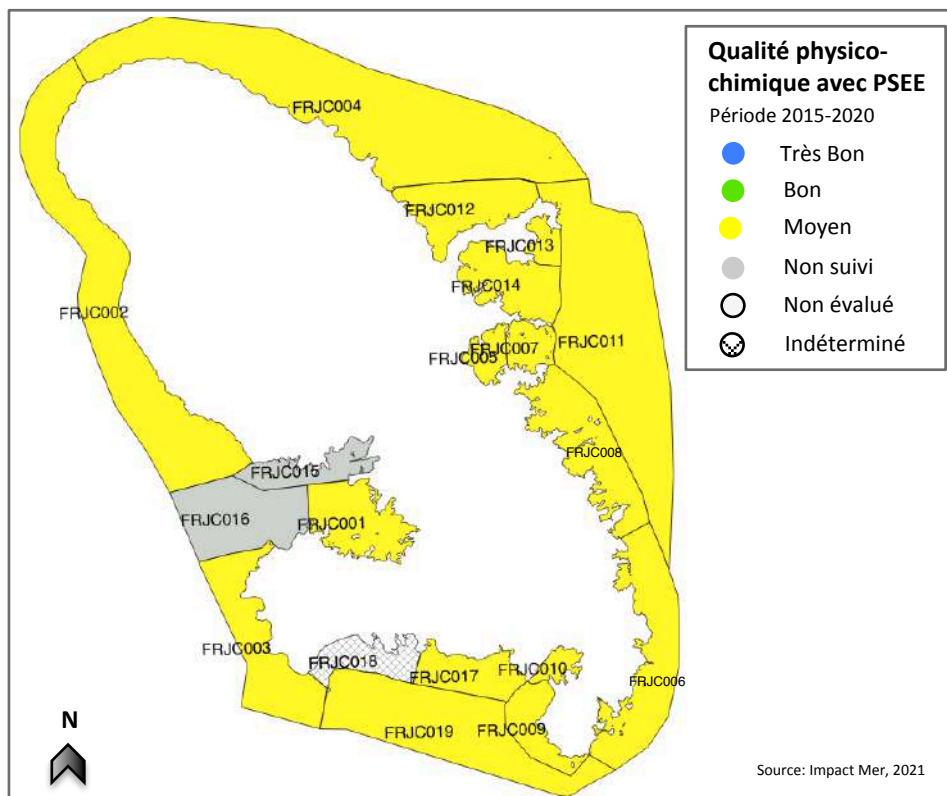


Figure 117 : Qualité physico-chimique calculée des masses d'eau DCE pour la période 2015 à 2020, avec polluant spécifique de l'état écologique

Tableau 35 : Qualité physico-chimique des masses d'eau DCE issues des indicateurs « température », « turbidité », « oxygène dissous » et « polluant spécifique chlrodécone » pour les données disponibles de 2015 à 2020. En rouge : indicateurs utilisés pour l'évaluation de la qualité physico-chimique ; N.e. pour Non évalué

Type	Masse d'eau	Site	Indice/Indicateur	Données			Type	Masse d'eau	Site	Indice/Indicateur	Données				
				Qualité par ind.	Qualité sans PSEE	Qualité avec PSEE eau + biote					Qualité par ind.	Qualité sans PSEE	Qualité avec PSEE eau + biote		
1	FRJC013	Baie du Trésor	Température Turbidité (FNU) Oxygène dissous (mg/l) DIN (µM) Phosphates (µM) Nutriments Poll.spé: Chlrodécone	TB TB TB - - - Moyen	-	Très Bon	Moyen	5	FRJC003	Cap Salomon	Température Turbidité (FNU) Oxygène dissous (mg/l) DIN (µM) Phosphates (µM) Nutriments Poll.spé: Chlrodécone	TB TB TB - - - Moyen	-	Très Bon	Moyen
	FRJC007	Ilet à Rats	Température Turbidité (FNU) Oxygène dissous (mg/l) DIN (µM) Phosphates (µM) Nutriments Poll.spé: Chlrodécone	TB Bon TB - - - Moyen	-	Bon	Moyen		FRJC002	Fond Boucher	Température Turbidité (FNU) Oxygène dissous (mg/l) DIN (µM) Phosphates (µM) Nutriments Poll.spé: Chlrodécone	TB TB TB - - - Moyen	-	Très Bon	Moyen
	FRJC001	Banc Gamelle	Température Turbidité (FNU) Oxygène dissous (mg/l) DIN (µM) Phosphates (µM) Nutriments Poll.spé: Chlrodécone	TB TB TB - - - Moyen	-	Très Bon	Moyen	6	FRJC017	Corps de Garde/Pte Borgnesse	Température Turbidité (FNU) Oxygène dissous (mg/l) DIN (µM) Phosphates (µM) Nutriments Poll.spé: Chlrodécone	TB Bon TB - - - Moyen	-	Bon	Moyen
	FRJC010	Baie du Marin	Température Turbidité (FNU) Oxygène dissous (mg/l) DIN (µM) Phosphates (µM) Nutriments Poll.spé: Chlrodécone	TB TB TB - - - N.e.	-	Très Bon	Moyen		FRJC018	Caye d'Olbian	Température Turbidité (FNU) Oxygène dissous (mg/l) DIN (µM) Phosphates (µM) Nutriments Poll.spé: Chlrodécone	TB TB TB - - - N.e.	-	Très Bon	Indéterminé
	FRJC005	Baie du Robert	Température Turbidité (FNU) Oxygène dissous (mg/l) DIN (µM) Phosphates (µM) Nutriments Poll.spé: Chlrodécone	TB Moyen Bon - - - Moyen	-	Moyen	Moyen		FRJC009	Pointe Catherine	Température Turbidité (FNU) Oxygène dissous (mg/l) DIN (µM) Phosphates (µM) Nutriments Poll.spé: Chlrodécone	TB TB TB - - - N.e.	-	Très Bon	Moyen
	FRJC014	Baie du Galion	Température Turbidité (FNU) Oxygène dissous (mg/l) DIN (µM) Phosphates (µM) Nutriments Poll.spé: Chlrodécone	TB Moyen TB - - - Moyen	-	Moyen	Moyen	7	FRJC019	Banc du Diamant	Température Turbidité (FNU) Oxygène dissous (mg/l) DIN (µM) Phosphates (µM) Nutriments Poll.spé: Chlrodécone	TB TB TB - - - Moyen	-	Très Bon	Moyen
2	FRJC008	Pinsonnelle	Température Turbidité (FNU) Oxygène dissous (mg/l) DIN (µM) Phosphates (µM) Nutriments Poll.spé: Chlrodécone	TB Bon TB - - - Moyen	-	Bon	Moyen	MET	FRJT001	Etang des Salines	Température Turbidité (FNU) Oxygène dissous (mg/l) DIN (µM) Phosphates (µM) Nutriments Poll.spé: Chlrodécone	N.e. N.e. TB - - - Moyen	-	N.e.	Moyen
	FRJC006	Caye Pariadis	Température Turbidité (FNU) Oxygène dissous (mg/l) DIN (µM) Phosphates (µM) Nutriments Poll.spé: Chlrodécone	TB Bon TB - - - Moyen	-	Bon	Moyen								
	FRJC012	Loup Ministre	Température Turbidité (FNU) Oxygène dissous (mg/l) DIN (µM) Phosphates (µM) Nutriments Poll.spé: Chlrodécone	TB TB TB - - - Moyen	-	Très Bon	Moyen								
3	FRJC011	Loup Garou	Température Turbidité (FNU) Oxygène dissous (mg/l) DIN (µM) Phosphates (µM) Nutriments Poll.spé: Chlrodécone	TB Bon TB - - - N.e.	-	Bon	Moyen								
4	FRJC004	Loup Caravelle/Cap St-Martin	Température Turbidité (FNU) Oxygène dissous (mg/l) DIN (µM) Phosphates (µM) Nutriments Poll.spé: Chlrodécone	TB Bon TB - - - Moyen	-	Bon	Moyen								

Qualité Physico-chimique sans PSEE

La qualité physico-chimique sans polluant spécifique de l'état écologique classe en (Figure 118) :

- **Très Bon** les masses d'eau de la côte Caraïbe sauf FRJC017 – Corps de Garde/Pointe Borgnesse classée en Bon ;
- **Bon** les masses d'eau de la côte Atlantique sauf FRJC012 – Loup Ministre et FRJC013 – Baie du Trésor qui sont en Très Bon ;
- **Moyen** les baies FRJC014 –Baie du Galion et FRJC005 – Baie du Robert.

Pour toutes les masses d'eau, l'élément déclassant est l'indicateur transparence (Tableau 36).

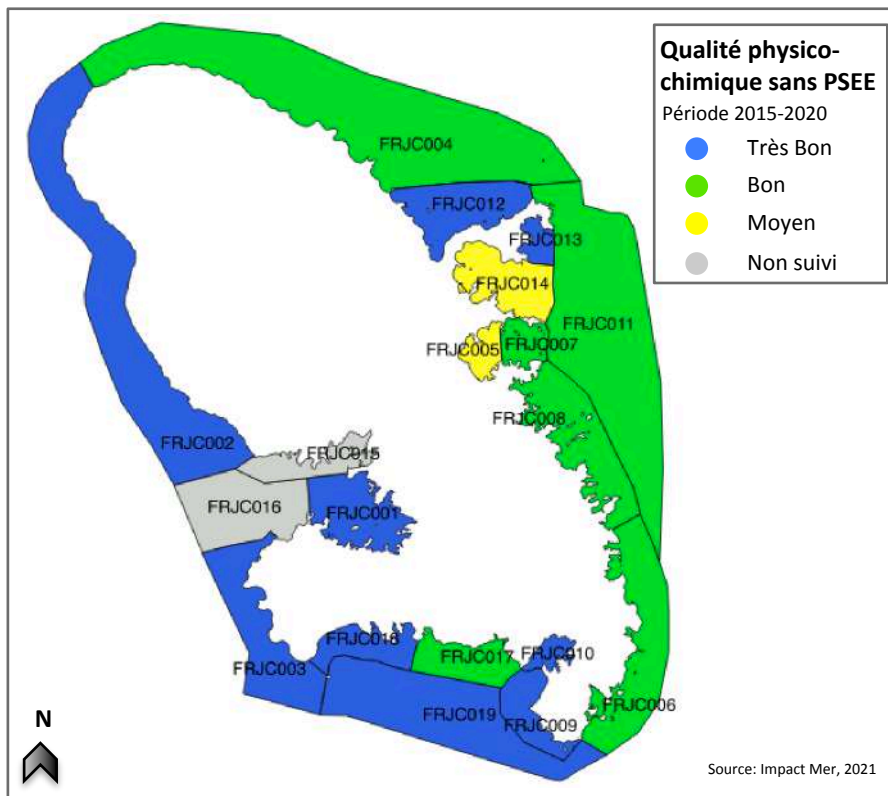


Figure 118 : Qualité physico-chimique calculée des masses d'eau DCE, sans polluant spécifique de l'état écologique, période 2015 à 2020

3.1.3 Qualité hydromorphologique

La qualité hydromorphologique des masses d'eau littorales de la Martinique a été définie initialement par le BRGM en 2012 (Brivois, 2012). Une actualisation a été réalisée en 2018 suite à une réunion du groupe de travail.

En Martinique, sur les 19 masses d'eau côtières, **14 masses d'eau sont classées en Très Bon** et **5 masses d'eau sont classées en Non Très Bon**. La masse d'eau de transition est en Non Très Bon (Tableau 38).

Tableau 36 : Synthèse de la qualité hydromorphologique des masses d'eau côtières et de transition de Martinique (source ODE Martinique, 2019)

Code masse d'eau	Nom de la masse d'eau	Etat Hydromorphologique	Code masse d'eau	Nom de la masse d'eau	Etat Hydromorphologique
FRJC001	Baie de Génipa	non Très Bon état	FRJC011	Récif Barrière Atlantique	Très Bon
FRJC002	Nord Caraïbes	Très Bon	FRJC012	Baie de la Trinité	Très Bon
FRJC003	Anses d'Ariet	Très Bon	FRJC013	Baie du Trésor	Très Bon
FRJC004	Nord Atlantique, plateau insulaire	Très Bon	FRJC014	Baie du Galion	non Très Bon état
FRJC005	Fond Ouest de la baie du Robert	non Très Bon état	FRJC015	Nord Baie de Fort-de-France	non Très Bon état
FRJC006	Littoral du Vauclin à Sainte-Anne	Très Bon	FRJC016	Ouest Baie de Fort-de-France	Très Bon
FRJC007	Est de la Baie du Robert	Très Bon	FRJC017	Baie de Sainte-Luce	Très Bon
FRJC008	Littoral du François au Vauclin	Très Bon	FRJC018	Baie du Diamant	Très Bon
FRJC009	Baie de Sainte-Anne	Très Bon	FRJC019	Eaux côtières du Sud et Rocher du Diamant	Très Bon
FRJC010	Baie du Marin	non Très Bon état	FRJT001	Etang des Salines	non Très Bon état

La qualité hydromorphologique est déclassante uniquement pour les masses d'eau à la fois en Très bonne qualité biologique ET en Très bonne qualité physico-chimique. Tel que présenté à la Figure 120., aucune masse d'eau ne répond à ce critère, de ce fait **aucune ne peut être déclassée du point de vue de l'hydromorphologie**.

3.1.4 Etat écologique

L'état écologique des masses d'eau est obtenu à partir de la qualité Biologique, de la qualité Physico-chimique et de la qualité Hydromorphologique, selon le principe de l'élément déclassant.

Pour les masses d'eau de Martinique, l'état Ecologique est qualifié de partiel du fait de l'absence de l'indicateur nutriments pour la définition de la qualité physico-chimique, et/ou de l'absence d'un indicateur benthique pour la définition de la qualité biologique.

L'état écologique est donné AVEC et SANS prise en compte du polluant spécifique de l'état écologique (PSEE), le chlordécone.

La qualité avec PSEE est celle qui sera présentée lors du rapportage.

Cependant, comme le PSEE déclasse la plupart des masses d'eau en qualité moyenne, la présentation de la qualité sans PSEE permet de ne pas occulter les efforts fournis pour améliorer la qualité des paramètres suivis.

L'état écologique AVEC PSEE est (Figure 120) :

- Médiocre pour FRJC005 – Baie du Robert et FRJC0104 – Baie du Galion, déclassées par la qualité biologique (phytoplancton).
- Moyen pour 14 masses d'eau
- Indéterminé pour FRJC018 – Baie du Diamant, du fait d'un résultat inférieur à la limite de quantification pour le PSEE;

La masse d'eau **FRJC016 – Ouest baie de Fort-de-France** n'est pas évaluée, du fait de l'absence de qualité physico-chimique et la masse d'eau **FRJC015 – Nord baie de Fort-de-France** n'est pas suivie. Il avait été convenu jusqu'à l'évaluation de 2017 de considérer comme homogène l'ensemble des masses d'eau de la baie de Fort-de-France. Une expertise réalisée dans le cadre de l'état des lieux 2019 a mis en évidence des différences de qualité physico-chimique entre les trois masses d'eau, et préconise de ne pas faire une évaluation groupée. **Une modélisation de la dispersion des pressions dans la baie est en cours par le BRGM, dans façon a positionner au mieux la station de suivi de chacune des masses d'eau de la baie.**

La masse d'eau de transition n'est pas évaluée faute de grilles de qualité adaptées.

L'état écologique avec PSEE est celui qu'il convient de retenir du fait de la contamination réelle du milieu. Du point de vue des objectifs d'atteinte du Bon Etat du SDAGE, la prise en compte du PSEE dans l'évaluation de l'état écologique est problématique : la molécule chlordécone est extrêmement stable et très peu biodégradable dans l'environnement (INERIS, 2013). De ce fait, l'objectif de Bon Etat sera assurément Non Atteint. De plus, les efforts qui pourront être fournis pour améliorer la qualité des autres paramètres (physico-chimie et biologie) seront masqués.

Niveau de confiance

Le niveau de confiance de l'état écologique se détermine de façon globale, tous éléments de qualité confondus et non par regroupement du niveau de confiance attribué à chaque élément de qualité. Trois niveaux de confiance sont possibles : 3 (élevé), 2 (moyen), 1 (faible). (Annexe 11 de l'arrêté évaluation du 27 juillet 2015 (MEDDE, 2015)) (Figure 119).

Pour la Martinique, plusieurs éléments de qualité utilisés pour la détermination de l'état écologique sont en cours d'évolution, basés sur des données collectées.

Le niveau de confiance est donc de 2 pour toutes les masses d'eau.

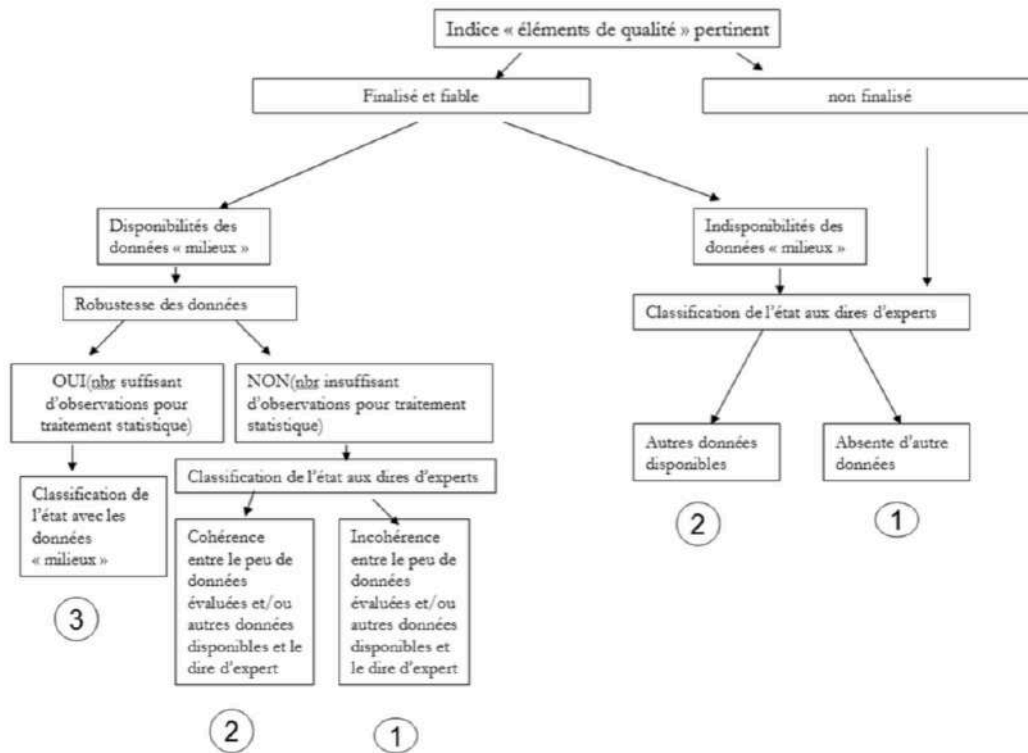
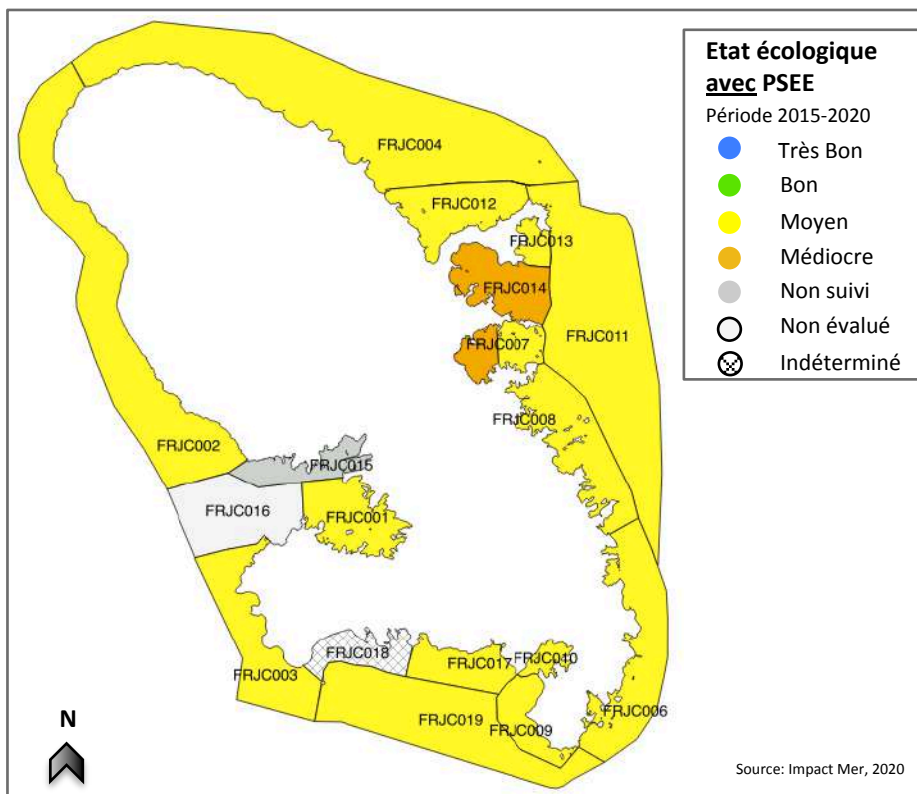


Figure 119 : Arbre de décision pour établir le niveau de confiance de l'état écologique (MEDDE, 2015).



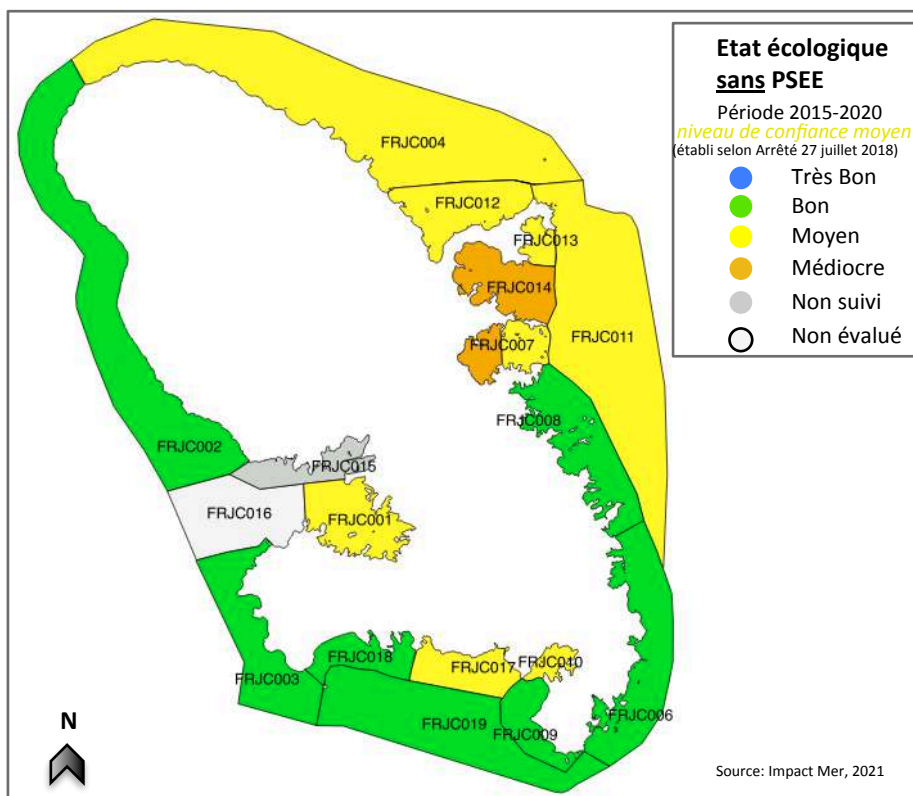
Type	Masse d'eau	Site	Qualité Biologique	Qualité Physico-Chimique (partielle) AVEC PSEE	Qualité hydro-morphologique 2018	Etat écologique (partiel) AVEC PSEE	Effet de la prise en compte du chlordécone sur l'état écologique
1	FRJC013	Baie du Trésor	Moyen	Moyen	TBE	Moyen	Sans effet
	FRJC007	Ilet à Rats	Moyen	Moyen	TBE	Moyen	Sans effet
	FRJC001	Banc Gamelle	Moyen (phyto)	Moyen	Non TBE	Moyen	Sans effet
	FRJC016	Caye Grande Sèche	Bon (corail)	Non suivi	TBE	N.e.	ne s'applique pas
	FRJC010	Baie du Marin	Moyen	Moyen	Non TBE	Moyen	Sans effet
	FRJC005	Baie du Robert	Médiocre (phyto)	Moyen	Non TBE	Médiocre	Sans effet
2	FRJC014	Baie du Galion	Médiocre (phyto)	Moyen	Non TBE	Médiocre	Sans effet
	FRJC008	Pinsonnelle	Bon (phyto)	Moyen	TBE	Moyen	Passe de Bon à Moyen
	FRJC006	Caye Pariadis	Bon (phyto)	Moyen	TBE	Moyen	Passe de Bon à Moyen
3	FRJC012	Loup Ministre	Moyen	Moyen	TBE	Moyen	Sans effet
3	FRJC011	Loup Garou / Caye Pinsonnelle	Moyen	Moyen	TBE	Moyen	Sans effet
4	FRJC004	Loup Caravelle / Cap St Martin	Moyen	Moyen	TBE	Moyen	Sans effet
5	FRJC003	Cap Salomon	Bon	Moyen	TBE	Moyen	Passe de Bon à Moyen
	FRJC002	Fond Boucher	Bon	Moyen	TBE	Moyen	Passe de Bon à Moyen
6	FRJC017	Corps de Garde/Jardin Tropical/Pointe Borgnesse	Moyen	Moyen	TBE	Moyen	Sans effet
	FRJC018	Caye d'Olbian	Bon	Indéterminé	TBE	Indéterminé	Indéterminé
	FRJC009	Pointe Catherine	Bon (phyto)	Moyen	TBE	Moyen	Passe de Bon à Moyen
7	FRJC019	Banc du Diamant	Bon (phyto)	Moyen	TBE	Moyen	Passe de Bon à Moyen
MET	FRJT001	Etang des Salines -Centre	N.e.	Moyen	Non TBE	N.e.	ne s'applique pas

Figure 120 : Etat écologique (partiel) calculé des masses d'eau pour les données disponibles de 2015 à 2020, en prenant en compte l'état physico-chimique avec le polluant spécifique de l'état écologique

L'état écologique SANS PSEE est (Figure 121):

- Médiocre pour FRJC005 – Baie du Robert et FRJC0104 – Baie du Galion, déclassées par la qualité biologique (phytoplancton);
- Moyen pour huit masses d'eau, celles du centre et du nord Atlantique, les baies du Marin (FRJC010) et de Génipa (FRJC001), et la baie de St-Luce (FRJC017) ;
- Bon pour sept masses d'eau, celles de la côte Caraïbes (sauf ME FRJC017 et 010) et du sud Atlantique (FRJC006 et 008) ;

Ainsi, l'état écologique (partiel) calculé, sans PSEE, des masses d'eau pour la période 2015-2020 place deux masses d'eau en état Médiocre, huit masses d'eau en état Moyen et sept masses d'eau en état Bon. Il n'y a pas de masse d'eau en état Très Bon ni en état Mauvais.



Type	Masse d'eau	Site	Qualité Biologique	Qualité Physico-Chimique (partielle) SANS PSEE	Qualité hydro-morphologique 2018	Etat écologique (partiel) SANS PSEE
1	FRJC013	Baie du Trésor	Moyen	Très Bon	TBE	Moyen
	FRJC007	Ilet à Rats	Moyen	Bon	TBE	Moyen
	FRJC001	Banc Gamelle	Moyen (phyto)	Très Bon	Non TBE	Moyen
	FRJC016	Caye Grande Sèche	Bon (corail)	Non suivi	TBE	N.e.
	FRJC010	Baie du Marin	Moyen	Très Bon	Non TBE	Moyen
	FRJC005	Baie du Robert	Médiocre (phyto)	Moyen	Non TBE	Médiocre
2	FRJC014	Baie du Galion	Médiocre (phyto)	Moyen	Non TBE	Médiocre
	FRJC008	Pinsonnelle	Bon (phyto)	Bon	TBE	Bon
	FRJC006	Caye Pariadis	Bon (phyto)	Bon	TBE	Bon
3	FRJC012	Loup Ministre	Moyen	Très Bon	TBE	Moyen
3	FRJC011	Loup Garou / Caye Pinsonnelle	Moyen	Bon	TBE	Moyen
4	FRJC004	Loup Caravelle / Cap St Martin	Moyen	Bon	TBE	Moyen
5	FRJC003	Cap Salomon	Bon	Très Bon	TBE	Bon
	FRJC002	Fond Boucher	Bon	Très Bon	TBE	Bon
6	FRJC017	Corps de Garde/Jardin Tropical/Pointe Borgnesse	Moyen	Bon	TBE	Moyen
	FRJC018	Caye d'Olbian	Bon	Très Bon	TBE	Bon
	FRJC009	Pointe Catherine	Bon (phyto)	Très Bon	TBE	Bon
7	FRJC019	Banc du Diamant	Bon (phyto)	Très Bon	TBE	Bon
MET	FRJT001	Etang des Salines -Centre	N.e.	N.e.	Non TBE	N.e.

Figure 121 : Etat écologique (partiel) calculé des masses d'eau pour les données disponibles de 2015 à 2020, en prenant en compte l'état physico-chimique SANS le polluant spécifique de l'état écologique

L'état écologique obtenu à partir de la qualité biologique modifié par l'indice de « vulnérabilité corallienne » (Tableau 37) est formulé à titre indicatif dans la mesure où l'indicateur communauté corallienne est amené à évoluer. Le travail du projet Score Reef en cours a pour objectif d'établir un indicateur communauté corallienne plus complet.

La prise en compte de la vulnérabilité corallienne modifie l'état écologique de deux masses d'eau :

- **FRJC012 – Loup Ministre: qui passe de Moyen à Médiocre ;**
- **FRJC002 – Fond Boucher, qui passe de Bon à Moyen.**

Tableau 37 : Etat écologique (partiel) des masses d'eau établi avec la qualité biologique modifié par l'indice « vulnérabilité » pour les données disponibles de 2015 à 2020, en prenant en compte l'état physico-chimique SANS le polluant spécifique de l'état écologique

Type	Masse d'eau	Site	Qualité Biologique avec indice "vulnérabilité"	Qualité Physico-Chimique (partielle) SANS PSEE	Qualité hydro morphologique 2018	Etat écologique (partiel) SANS PSEE
1	FRJC013	Baie du Trésor	Moyen	Très Bon	TBE	Moyen
	FRJC007	Ilet à Rats	Moyen	Bon	TBE	Moyen
	FRJC001	Banc Gamelle	Moyen (phyto)	Très Bon	Non TBE	Moyen
	FRJC016	Caye Grande Sèche	Moyen (corail)	Non suivi	TBE	N.e.
	FRJC010	Baie du Marin	Moyen	Très Bon	Non TBE	Moyen
	FRJC005	Baie du Robert	Médiocre (phyto)	Moyen	Non TBE	Médiocre
	FRJC014	Baie du Galion	Médiocre (phyto)	Moyen	Non TBE	Médiocre
2	FRJC008	Pinsonnelle	Bon (phyto)	Bon	TBE	Bon
	FRJC006	Caye Pariadis	Bon (phyto)	Bon	TBE	Bon
	FRJC012	Loup Ministre	Médiocre	Très Bon	TBE	Médiocre
3	FRJC011	Loup Garou / Caye Pinsonnelle	Moyen	Bon	TBE	Moyen
4	FRJC004	Loup Caravelle / Cap St Martin	Moyen	Bon	TBE	Moyen
5	FRJC003	Cap Salomon	Bon	Très Bon	TBE	Bon
	FRJC002	Fond Boucher	Moyen	Très Bon	TBE	Moyen
6	FRJC017	Corps de Garde/Jardin Tropical/Pointe Borgnesse	Moyen	Bon	TBE	Moyen
	FRJC018	Caye d'Olbian	Bon	Très Bon	TBE	Bon
	FRJC009	Pointe Catherine	Bon (phyto)	Très Bon	TBE	Bon
7	FRJC019	Banc du Diamant	Bon (phyto)	Très Bon	TBE	Bon
MET	FRJT001	Etang des Salines -Centre	N.e.	N.e.	Non TBE	N.e.

3.2 Etat chimique (partiel) des masses d'eau DCE sur la période 2015-2020 à partir des données de 2019

Il n'y a pas de nouvelles données depuis la campagne de 2019, l'évaluation reste donc identique à celle de 2019.

En Martinique, les substances de l'état chimique sont suivies uniquement dans l'eau, une fois tous les deux ans à partir de 2017, dans toutes les masses d'eau côtières et la masse d'eau de transition. La mesure est réalisée par les méthodes intégratrices POCIS et DGT, et la méthode de mesure directe SBSE.

Arrêté du 17 octobre 2018 et Arrêté préfectoral n°R02-2016-11-28-02 du 28 novembre 2016				Effectivement réalisé pour la DCE Martinique			
Eléments chimiques	Paramètres	Matrice	fréquence SDAGE / année	Eléments physico-chimiques	Paramètres	Matrice	fréquence SDAGE / année
Substances de l'état chimique (Annexe II)	Tableau 23	biote	non imposé	Substances de l'état chimique (Annexe II)	pas tous	biote	6/2
		eau	1/12		pas tous	eau	2/1
	substances 2, 5, 6, 7, 12, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 26, 28, 30, 34, 35, 36, 37, 43 et 44 de l'annexe X directive 2000/60/CE	sédiments	2/1				

Pour l'évaluation de l'état chimique des masses d'eau, il y a donc une adaptation des données utilisées par rapport aux éléments de l'arrêté préfectoral et de l'arrêté du 17 octobre 2018 :

- eau : une valeur intégrée ou ponctuelle tous les deux ans au lieu de 12 valeurs ponctuelles sur une année de la période du sdage
- sédiment : pas de suivi.

Les données de la dernière année sont utilisées pour l'évaluation. L'état chimique de la masse d'eau est déclassée en MOINS QUE BON dès qu'un paramètre dépasse la NQE fixée.

Les trois techniques d'échantillonnage passif ont permis de rechercher en tout 208 molécules, sur les quatre campagnes réalisées entre 2014 et 2019. Cette liste couvre 23 des 45 molécules de la liste des polluants concernés par l'évaluation de l'état chimique (MTES, 2018b).

Il s'agit donc d'une **évaluation chimique partielle**, puisque l'ensemble des molécules pouvant potentiellement déclasser la masse d'eau ne sont pas recherchées.

Entre 2014 et 2019, il y a eu un total de 86 molécules quantifiées sur la totalité des masses d'eau. Parmi ces molécules, 19 sont sur la liste des polluants pris en compte pour l'évaluation de l'état chimique et possèdent une valeur norme de qualité environnementale (NQE).

En fonction de la technique utilisée, le résultat obtenu est comparé à la valeur de la norme correspondant à la moyenne annuelle (NQE-MA), ou à la norme correspondant à la concentration maximale admissible (NQE-CMA). La masse d'eau FRJC008 est la seule présentant une molécule qui dépasse la norme de qualité environnementale : le **benzo(ghi)pérylène** mesuré en 2015 à Pinsonnelle (Tableau 41). La molécule dosée par la technique SBSE dépasse la NQE-CMA (Concentration Maximale Admissible) avec une valeur de 0,0014 µg/l pour une NQE à 0,00082 µg/l. Cependant, cette molécule fait partie du groupe des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) (n°28 de la liste). L'arrêté précise que seul le benzo(a)pyrène, en tant que marqueur des autres HAP, doit faire l'objet d'une surveillance aux fins de la comparaison avec la NQE pour le biote et la NQE-MA dans l'eau. Il n'est rien précisé concernant la NQE-CMA, et le benzo(ghi)pérylène possède sa propre valeur de NQE-CMA. En conclusion, cette molécule apparaît obligatoire pour l'évaluation. La masse d'eau **FRJC008** est déclassée en **Mauvais Etat** au regard de la chimie de l'eau.

Deux molécules dosées par la méthode des SBSE présentent des valeurs entre la NQE-MA et la NQE-CMA, il s'agit du **benzo(a)pyrène** dans la masse d'eau FRJC004 et du **Fluoranthène** dans la masse d'eau FRJC003. Il y a donc une alerte sur le **risque de Mauvais Etat** pour ces deux masses d'eau.

L'analyse complète des résultats du suivi chimique des masses d'eau est présentée dans le rapport « Impact Mer. 2021. Suivi chimique des eaux littorales de la Martinique- Année 2019 ».

Niveau de confiance

Selon l'annexe 11 de l'arrêté du 27 juillet 2018 modifiant celui du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface (MTES, 2018b), le niveau de confiance associé au bon état dépend du nombre de molécules recherchées et incluant les polluants benzo+indeno et DEHP.

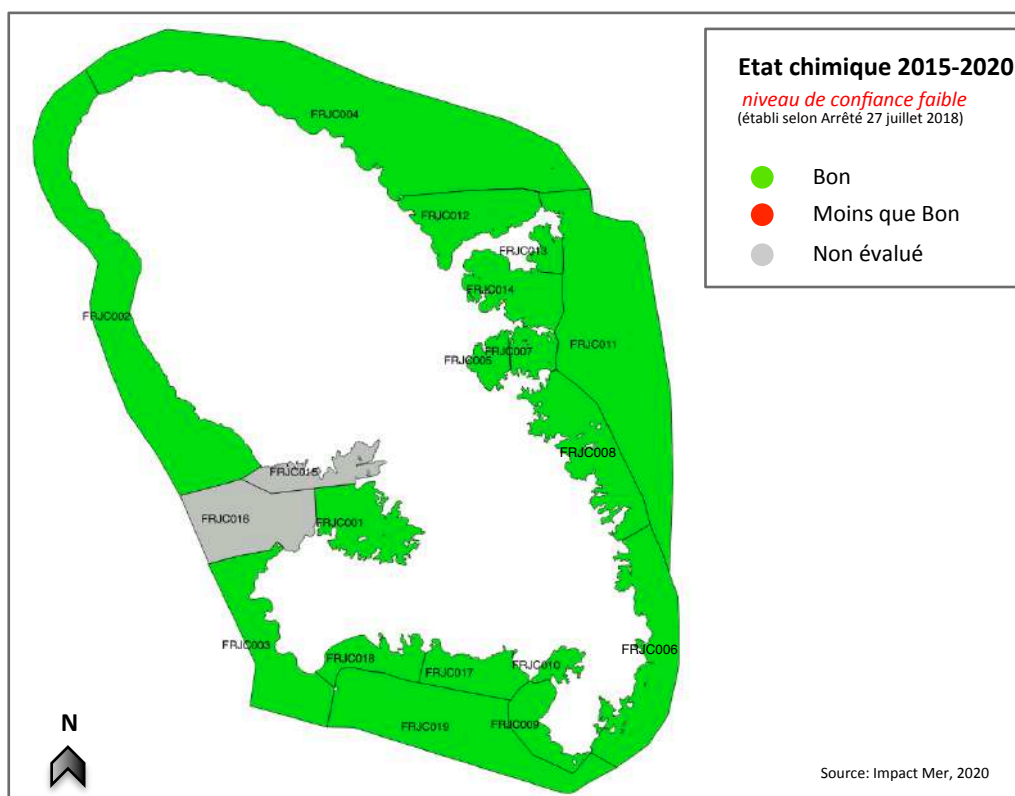
Le nombre de polluants ou de groupe de polluants recherchés est de 19 sur un total de 45, soit 42% des polluants de la liste. En dessous de 50% de molécules pour lesquelles la valeur correspond au bon état, **le niveau de confiance associé est faible**.

Bilan de l'évaluation chimique (Tableau 38) :

- pas de masse d'eau déclassée en Moins que Bon en considérant uniquement les résultats du dernier suivi
- sur les 6 dernières années, FRJC008 Littoral du François au Vauclin en Moins que Bon pour la molécule benzo(ghi)pérylène, mesurée en 2015.
- 19 molécules ou groupe de molécules recherchées / 45 molécules de la liste (ou 30/59 molécules et dérivés) (Annexe 8, liste 1.2 de l'arrêté du 27 juillet 2018 relatif aux méthodes et aux critères d'évaluation de l'état écologique), soit un niveau de confiance faible associé à l'évaluation.

Tableau 38 : Etat chimique des masses d'eau DCE basé sur le dosage des polluants par échantillonnage passif, années 2014 à 2019 et année 2019

Type	Code ME	Site	Dépassement NQE	Etat 2014-2019	Etat 2019	Niveau de confiance	Commentaire
1	FRJC013	Baie du Trésor		Bon	Bon	Faible	
	FRJC007	Ilet à Rats		Bon	Bon	Faible	
	FRJC001	Banc Gamelle		Bon	Bon	Faible	
	FRJC010	Baie du Marin		Bon	Bon	Faible	
	FRJC005	Baie du Robert		Bon	Bon	Faible	
	FRJC014	Baie du Galion		Bon	Bon	Faible	
2	FRJC008	Pinsonnelle	Benzo[ghi]pérylène	Moins que Bon	Bon	Faible	
	FRJC006	Caye Pariadis		Bon	Bon	Faible	
	FRJC012	Loup Ministre		Bon	Bon	Faible	
3	FRJC011	Loup Garou		Bon	Bon	Faible	
4	FRJC004	Loup Caravelle / Cap St-Martin		Bon	Bon	Faible	A risque Benzo(a)pyrène
5	FRJC003	Cap Salomon		Bon	Bon	Faible	A risque Fluoranthène
	FRJC002	Fond Boucher		Bon	Bon	Faible	
6	FRJC017	Corps de Garde / Pointe Borgnesse		Bon	Bon	Faible	
	FRJC018	Caye d'Olbian		Bon	Bon	Faible	
	FRJC009	Pointe Catherine		Bon	Bon	Faible	
7	FRJC019	Banc du Diamant/Rocher Diamant		Bon	Bon	Faible	
MET	FRJT001	Etang des Salines - Centre		Bon	Bon	Faible	



3.3 Etat global (partiel) des masses d'eau DCE sur la période 2015-2020

L'état global des masses d'eau est obtenu selon le principe de l'élément déclassant entre l'état écologique et l'état chimique.

L'état chimique n'étant déclassant pour aucune masse d'eau, **l'état global correspond donc à l'état écologique.**

L'état global calculé, sans PSEE, est donc Médiocre pour deux masses d'eau, Moyen pour huit masses d'eau et Bon pour sept masses d'eau (Figure 122).

L'état global ne peut être donné pour la masse d'eau de transition, faute de grilles de qualité adaptées.

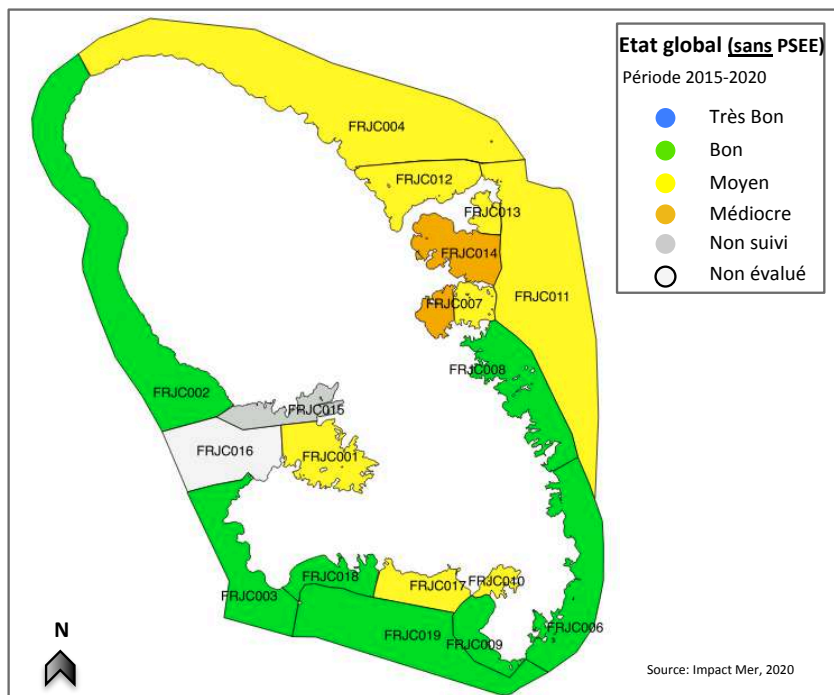


Figure 122 : Etat global (partiel) sans PSEE des masses d'eau côtières de la Martinique

Enfin, l'état global calculé avec PSEE est Médiocre pour deux masses d'eau, Moyen pour quatorze masses d'eau et Indéterminé pour une masses d'eau (Figure 123).

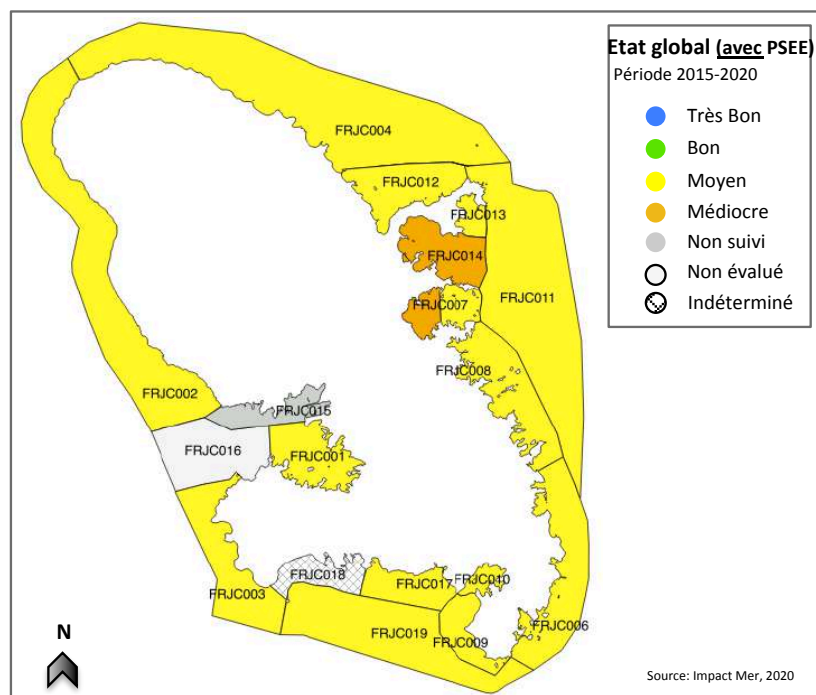


Figure 123 : Etat global (partiel) avec PSEE des masses d'eau côtières de la Martinique

4 Comparaison des états écologiques sur les cinq dernières périodes et comparaison avec les objectifs SDAGE 2016-2021

4.1 Comparaison des états écologiques

Une comparaison des qualités et états calculés sur les sept périodes glissantes 2009-2014, 2010-2015 et 2011-2016 par site puis 2012-2017, 2013-2018, 2014-2019 et 2015-2020 par masse d'eau est présentée au Tableau 39.

Toutefois, la comparaison peut être biaisée :

- pour l'évaluation 2013-2018 par i) des modifications dans les méthodes de calcul des indices/indicateurs, notamment l'automatisation des calculs avec mois spécifiques retenus (mars, juin, septembre, décembre), ii) un changement de seuil de bloom pour l'indice abondance du phytoplancton ;
- pour l'évaluation 2014-2019 par le changement de l'opérateur pour la détermination des abondances microphytoplanctoniques.

Les qualités obtenues sur 2015-2020 sont comparées avec celles de 2014-2019.

La qualité biologique est :

- **améliorée** pour FRJC017 – Baie de St-Luce (macroalgues) ;
- **dégradée** pour FRJC001 – Banc Gamelle, FRJC014 – Baie du Galion, FRJC006 – Caye Pariadis et FRJC019 – Banc du Diamant.

La qualité **physico-chimique sans PSEE** est :

- **améliorée** pour FRJC019 – Banc du Diamant (turbidité);

Par conséquent, l'état écologique évalué pour la période 2015-2020 est amélioré pour une masses d'eau – FRJC017- et dégradé pour deux masses d'eau – FRJC001 et FRJC014.

Decryptage :

- FRJC017 : la note de l'indice macroalgues de Pointe Borgnesse s'est amélioré de 2%, passant de la catégorie « Médiocre » de la grille à la catégorie « Moyen » ;
- FRJC001 : les indices phytoplanctoniques biomasse et abondance donnent chacun la même qualité entre 2014-2019 et 2015-2020, soit « Moyen » pour la biomasse et « Bon » pour l'abondance. Cependant la note de l'indicateur phytoplancton a régressé en 2015-2020 car la moyenne des EQR des deux indices est plus faible, faisant passer l'indicateur dans la catégorie « Moyen » ;
- FRJC014 : les indices phytoplanctoniques biomasse et abondance donnent chacun la même qualité entre 2014-2019 et 2015-2020, soit « Médiocre » pour la biomasse et « Moyen » pour l'abondance. Cependant la note de l'indicateur phytoplancton a régressé en 2015-2020 car la moyenne des EQR des deux indices est plus faible, faisant passer l'indicateur dans la catégorie « Médiocre ». Le suivi de cette masses d'eau a débuté en 2017, ainsi le note de l'indicateur s'affine avec l'accroissement du nombre de valeurs (4 années en 2020) ;
- FRJC006 : les indices phytoplanctoniques biomasse et abondance donnent chacun la même qualité entre 2014-2019 et 2015-2020, soit « Bon » pour la biomasse et « Très Bon » pour l'abondance. Cependant la note de l'indicateur phytoplancton a régressé en 2015-2020 car la moyenne des EQR des deux indices est plus faible, faisant passer l'indicateur dans la catégorie « Bon ». La déclassement de la qualité biologique en « Bon » n'entraîne pas de déclassement de l'état écologique puisque la qualité physico-chimie est en « Bon ». Il n'y a donc pas de modification de l'état écologique par rapport à 2014-2019 ;
- FRJC019 : l'indice phytoplanctonique abondance s'est dégradé, passant de la catégorie « Très Bon » à la catégorie « Bon ». L'indicateur s'en trouve déclassé à l'identique. La déclassement de la qualité biologique en « Bon » n'entraîne pas de déclassement de l'état écologique puisque la qualité physico-chimie est en « Bon ». Il n'y a donc pas de modification de l'état écologique par rapport à 2014-2019.

Tableau 39 : Evolution des qualités biologiques, qualité physico-chimique et états écologiques partiels des sites/masses d'eau DCE calculés sur les périodes 2009-2014, 2010-2015, 2011-2016, 2012-2017, 2013-2018 et 2014-2019

			Qualité Biologique						
						Nouveau seuil de bloom		Nouveau sous-traitant comptages microphytopla	
Type	Masse d'eau	Site	2009-2014	2010-2015	2011-2016	2012-2017	2013-2018	2014-2019	2015-2020
1	FRJC013	Baie du Trésor	Bon	Moyen	Moyen	Moyen	Bon	Moyen	Moyen
	FRJC007	Ilet à Rats	Moyen	Moyen	Moyen	Médiocre	Moyen	Moyen	Moyen
	FRJC001	Banc Gamelle	Moyen (ph)	Moyen (ph)	Moyen (ph)	Moyen (ph)	Bon (ph)	Bon (ph)	Moyen (phyto)
	FRJC016	Caye Grande Sèche	Bon (co)	Bon (co)	Bon (co)	Bon (co)	Bon (co)	Bon (co)	Bon (corail)
	FRJC010	Baie du Marin	Mauvais	Médiocre	Médiocre	Médiocre	Médiocre	Moyen (ph)	Moyen
	FRJC005	Baie du Robert				Moyen (ph)	Moyen (ph)	Médiocre (ph)	Médiocre (phyto)
	FRJC014	Baie du Galion				Médiocre (ph)	Moyen (ph)	Moyen (ph)	Médiocre (phyto)
2	FRJC008	Pinsonnelle	Bon (ph)	Moyen (ph)	Moyen (ph)	Moyen (ph)	Moyen (ph)	Bon (ph)	Bon (phyto)
	FRJC006	Caye Pariadis	Bon	Très Bon (ph)	Très Bon (ph)	Bon (ph)	Très Bon (ph)	Très Bon (ph)	Bon (phyto)
	FRJC012	Loup Ministre	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen
3	FRJC011	Loup Garou	Bon	Moyen	Bon	Médiocre	Moyen	Moyen	Moyen
		Caye Pinsonnelle	Médiocre (ph)	Médiocre (ph)	Médiocre (ph)				
4	FRJC004	Loup Caravelle	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen
		Cap Saint Martin	Moyen	Moyen	Moyen				
5	FRJC003	Cap Salomon	Moyen	Bon	Bon	Bon	Bon	Bon	Bon
	FRJC002	Fond Boucher	Moyen	Moyen	Moyen	Bon	Bon	Bon	Bon
6		Corps de Garde	Bon	Bon	Bon				
	FRJC017	Jardin Tropical		Bon (ph)	Bon (ph)	Médiocre	Médiocre	Médiocre	Moyen
		Pointe Borgnesse	Médiocre	Moyen	Moyen				
	FRJC018	Caye d'Olbian		Bon	Bon	Bon	Bon	Bon	Bon
7	FRJC009	Pointe Catherine				Moyen (ph)	Très Bon (ph)	Bon (ph)	Bon (phyto)
	FRJC019	Banc du Diamant		Moyen (ph)	Bon (ph)	Bon (ph)	Très Bon (ph)	Très Bon (ph)	Bon (phyto)
MET	FRJT001	Etang des Salines				N.e.	N.e.	N.e.	N.e.

			Qualité Physico-Chimique SANS PSEE						
						Nouvelle métrique transparence			
Type	Masse d'eau	Site	2009-2014	2010-2015	2011-2016	2012-2017	2013-2018	2014-2019	2015-2020
1	FRJC013	Baie du Trésor	Bon	Bon	Bon	Bon	Très Bon	Très Bon	Très Bon
	FRJC007	Ilet à Rats	Moyen	Moyen	Moyen	Bon	Bon	Bon	Bon
	FRJC001	Banc Gamelle	Moyen	Bon	Bon	Bon	Bon	Très Bon	Très Bon
	FRJC016	Caye Grande Sèche							Non suivi
	FRJC010	Baie du Marin	Bon	Bon	Bon	Bon	Très Bon	Très Bon	Très Bon
	FRJC005	Baie du Robert				Moyen	Bon	Moyen	Moyen
	FRJC014	Baie du Galion				Moyen	Moyen	Moyen	Moyen
2	FRJC008	Pinsonnelle	Bon	Bon	Moyen	Bon	Bon	Bon	Bon
	FRJC006	Caye Pariadis	Bon	Bon	Moyen	Bon	Bon	Bon	Bon
	FRJC012	Loup Ministre	Bon	Bon	Bon	Bon	Bon	Très Bon	Très Bon
3	FRJC011	Loup Garou	Bon	Bon	Bon	Bon	Très Bon	Bon	Bon
		Caye Pinsonnelle							
4	FRJC004	Loup Caravelle	Bon	Bon	Bon	Bon	Bon	Bon	Bon
		Cap Saint Martin	Bon	Moyen	Moyen				
5	FRJC003	Cap Salomon	Bon	Bon	Bon	Bon	Très Bon	Très Bon	Très Bon
	FRJC002	Fond Boucher	Bon	Bon	Bon	Bon	Très Bon	Très Bon	Très Bon
6		Corps de Garde	Bon	Bon	Bon				
	FRJC017	Jardin Tropical				Bon	Très Bon	Bon	Bon
		Pointe Borgnesse	Bon	Bon	Bon				
	FRJC018	Caye d'Olbian		Bon	Bon	Bon	Très Bon	Très Bon	Très Bon
7	FRJC009	Pointe Catherine				Très Bon	Très Bon	Très Bon	Très Bon
	FRJC019	Banc du Diamant		Bon	Bon	Bon	Bon	Bon	Très Bon
MET	FRJT001	Etang des Salines				N.e.	N.e.	N.e.	N.e.

		Etat écologique partiel							
		Remarque							
		évaluation							
Type	Masse d'eau	Site	2009-2014	2010-2015	2011-2016	2012-2017	2013-2018	2014-2019	2015-2020
1	FRJC013	Baie du Trésor	Bon	Moyen	Moyen	Moyen	Bon	Moyen	Moyen
	FRJC007	Ilet à Rats	Moyen	Moyen	Moyen	Médiocre	Moyen	Moyen	Moyen
	FRJC001	Banc Gamelle	Moyen	Moyen	Moyen		Bon (ph)	Bon (ph)	Moyen
	FRJC016	Caye Grande Sèche				Moyen	N.e.	N.e.	N.e.
	FRJC010	Baie du Marin	Mauvais	Médiocre	Médiocre	Médiocre	Médiocre	Moyen	Moyen
	FRJC005	Baie du Robert				Moyen	Moyen (ph)	Médiocre (ph)	Médiocre
	FRJC014	Baie du Galion				Médiocre	Moyen (ph)	Moyen (ph)	Médiocre
2	FRJC008	Pinsonnelle	Bon	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen (ph)	Bon (ph)	Bon
	FRJC006	Caye Pariadis	Bon	Bon	Moyen	Moyen	Bon (ph)	Bon (ph)	Bon
	FRJC012	Loup Ministre	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen
3	FRJC011	Loup Garou Caye Pinsonnelle	Bon	Moyen	Bon	Médiocre	Moyen	Moyen	Moyen
4	FRJC004	Loup Caravelle Cap Saint Martin	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen
5	FRJC003	Cap Salomon	Moyen	Bon	Bon	Moyen	Bon	Bon	Bon
	FRJC002	Fond Boucher	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Bon	Bon	Bon
6		Corps de Garde	Bon	Bon	Bon				
	FRJC017	Jardin Tropical				Médiocre	Médiocre	Médiocre	Moyen
		Pointe Borgnesse	Médiocre	Moyen	Moyen				
	FRJC018	Caye d'Olbian		Bon	Bon	Bon	Bon	Bon	Bon
	FRJC009	Pointe Catherine				Moyen	Très Bon (ph)	Bon (ph)	Bon
7	FRJC019	Banc du Diamant		Moyen	Bon	Moyen	Bon	Bon	Bon
MET	FRJT001	Etang des Salines				N.e.	N.e.	N.e.	N.e.

4.2 Comparaison des états écologiques 2015-2020 avec les objectifs du SDAGE

Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) fixe des objectifs de qualité des masses d'eau littorales. Une année d'atteinte de Bon Etat est fixée, ainsi qu'un avis (Non Risque, Doute, Risque) sur le risque de non atteinte du Bon état (RNABE) à l'année fixée.

L'évaluation de l'état écologique, sans prise en compte du polluant spécifique de l'état écologique, pour la période 2015-2020, donne sept masses d'eau en Bon état (Tableau 40).

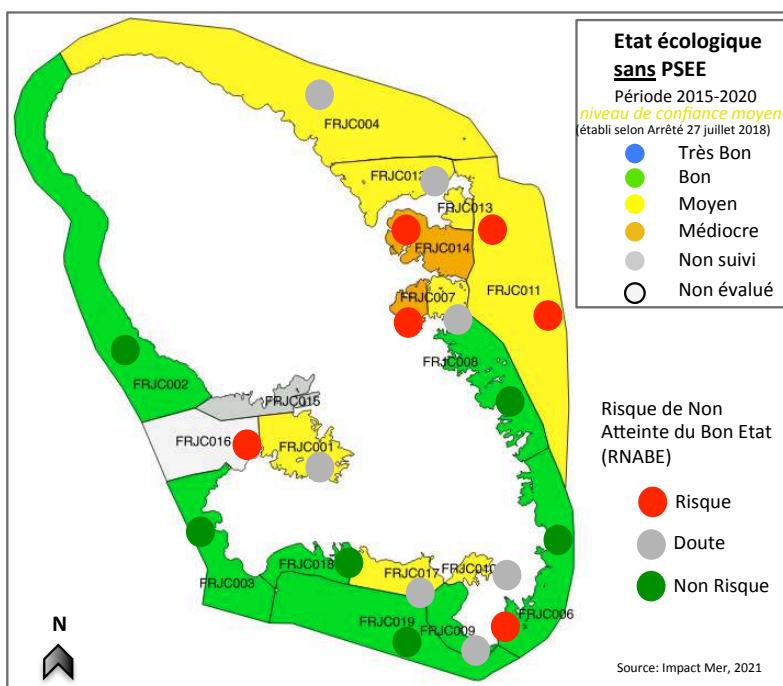
Ce résultat signifie que théoriquement pour sept masses d'eau, l'objectif SDAGE a été atteint en 2020, sans prise en compte du PSEE. En réalité, seules six masses d'eau ont été placées en Non Risque. La masse d'eau FRJC009 a été placée en Doute car sa qualité a régressée de Très Bon à Bon entre 2018 et 2019 et l'évaluation n'est basée que sur quatre ans (site récent).

Pour les masses d'eau dont l'état est inférieur à Bon, un avis Doute ou Risque est donné en fonction de l'évolution par rapport à la précédente évaluation et de l'année d'objectif de Bon état.

Lorsque le PSEE (Chlordécone) est pris en compte dans l'état écologique, toutes les masses d'eau à objectif 2021 sont placées en Risque de Non Atteinte du Bon Etat et toutes les masses d'eau à objectif 2027 sont placées en Doute de Non Atteinte du Bon Etat.

Tableau 40 : Comparaison de l'état écologique sans PSEE 2015-2021 et des objectifs SDAGE 2016-2021

Type	Masse d'eau	Site	Etat écologique (partiel) SANS PSEE	Objectif Bon Etat SDAGE 2016-2021	RNABE en 2018 SANS PSEE	RNABE en 2019 SANS PSEE	RNABE en 2020 SANS PSEE
1	FRJC013	Baie du Trésor	Moyen	2015	Non Risque	Risque	Risque
	FRJC007	Ilet à Rats	Moyen	2027	Doute	Doute	Doute
	FRJC001	Banc Gamelle	Moyen	2027	Non Risque	Non Risque	Doute
	FRJC016	Caye Grande Sèche	N.e.	2027	Risque	Risque	Risque
	FRJC010	Baie du Marin	Moyen	2027	Risque	Doute	Doute
	FRJC005	Baie du Robert	Médiocre	2027	Risque	Risque	Risque
	FRJC014	Baie du Galion	Médiocre	2027	Risque	Risque	Risque
2	FRJC008	Pinsonnelle	Bon	2027	Risque	Non Risque	Non Risque
	FRJC006	Caye Paradiis	Bon	2021	Non Risque	Non Risque	Non Risque
	FRJC012	Loup Ministre	Moyen	2027	Doute	Doute	Doute
3	FRJC011	Loup Garou / Caye Pinsonnelle	Moyen	2021	Doute	Risque	Risque
4	FRJC004	Loup Caravelle / Cap St Martin	Moyen	2027	Doute	Doute	Doute
5	FRJC003	Cap Salomon	Bon	2027	Non Risque	Non Risque	Non Risque
	FRJC002	Fond Boucher	Bon	2027	Non Risque	Non Risque	Non Risque
6	FRJC017	Corps de Garde/Jardin Tropical/Pointe Borgnesse	Moyen	2027	Risque	Risque	Doute
	FRJC018	Caye d'Olbian	Bon	2027	Non Risque	Non Risque	Non Risque
	FRJC009	Pointe Catherine	Bon	2021	Non Risque	Doute	Doute
7	FRJC019	Banc du Diamant	Bon	2021	Non Risque	Non Risque	Non Risque
MET	FRJT001	Étang des Salines -Centre	N.e.	2027	Risque	Risque	Risque



5 Discussion et recommandations

Cette partie présente les évolutions, effectives en 2020 ou attendues (Tableau 41), sur les points de discussion abordés dans le rapport annuel 2017 (Impact Mer, 2017).

Tableau 41 : Bilan du suivi 2020 et objectifs pour les futurs suivis

Thème	Action	Echéance
Réseau		
l'EDL 2019 déconseille l'évaluation par regroupement des trois masses d'eau de la Baie de Fort-de-France	Création de nouveaux lieux de surveillance pour FRJC015 et FRJC016	2022
Masse d'eau de transition Etang des Salines	Nécessité d'élaborer des grilles de qualité adaptées pour les divers paramètres basées sur la bibliographie, à tester avec les données en cours d'acquisition	non définie, résultats Ifremer/OFB traités en 2020
Technique		
Matérialisation surface des points de suivi « communauté corallienne » / « hydrologie »	pas envisagée pour les sites « communauté corallienne », prélèvements sans ancrage sur les points « hydrologie »	abandonné/ résolu 2019
Entretien des sites IFRECOR	Pas d'entretien nécessaire pour le suivi vidéo de l'Ifremer. Possibilité de matérialiser comme les autres sites DCE	progressif à partir de 2019
Elément de qualité « communauté corallienne »		
Réflexion sur un indicateur adapté et complet + test d'une grille de qualité	Annulation du projet de Groupe de travail qui devait être créé à l'issue du séminaire 2017. Lancement du projet SCORE Reef par l'AFB	2022 ?
Eléments turfs, oursins, algues calcaires encroûtantes,... notés mais non exploités	Annulation du projet de Groupe de travail pour la création d'un indice multifacteurs complémentaire à l'indice corail. Eléments intégrés à SCORE Reef ?	2022 ?
Elément de qualité « macroalgues »		
Indice à valider / tester un indice basé sur les groupes fonctionnels	Attribuer un critère sensibilité/tolérance à l'eutrophisation aux taxons. Travail préliminaire pour le développement d'un indicateur macroalgue suite à Madibenthos (Olive, 2017)	suite non définie
Elément de qualité « herbier »		
Indices/indicateurs à définir	Post-doc de F.Kerninon, phase de test à réaliser. Mise au point de l'indicateur (Kerninon, 2020)	effectué en 2021 2022
Elément de qualité « phytoplancton »		
Pico nanoplancton analysé mais non exploité	Accumuler de la donnée afin de pouvoir proposer une grille	non définie
Evaluation du microphytoplancton	Seuil à 25 000 c/l à valider au niveau national Exploitation des assemblages de taxons	2022 ? abandonné
Elément de qualité « physico-chimie »		
Calcul automatisé des indicateurs basé sur des mois fixes	Modifier les critères pour tenir compte des campagnes bi-mensuelles	résolu
Indicateur enrichissement du milieu / indicateur nutriments	Projet sur le thème de l'eutrophisation, piloté par Anne Daniel (Ifremer) en coopération avec La Réunion. Démarrage en 2022.	non définie
Elément de qualité « chimie »		
Elargir la liste des paramètres analysés par les EP pour répondre aux exigences DCE (liste Annexe 8)	Etude Aquaref en cours	non définie
Adapter les NQE aux techniques d'EP	Etude Aquaref en cours	non définie

Les thèmes présentés dans le tableau sont discutés dans les parties suivantes.

5.1 Réseau

Le réseau de suivi établi en 2017 permet l'acquisition de données pour 18 masses d'eau côtières sur 19 et pour la masse d'eau de transition.

Les masses d'eau de la baie de Fort-de-France

La baie de Fort-de-France est découpée en trois masses d'eau : FRJC015 au Nord, FRJC001 au Sud et FRJC016 à l'Ouest (Figure 124).

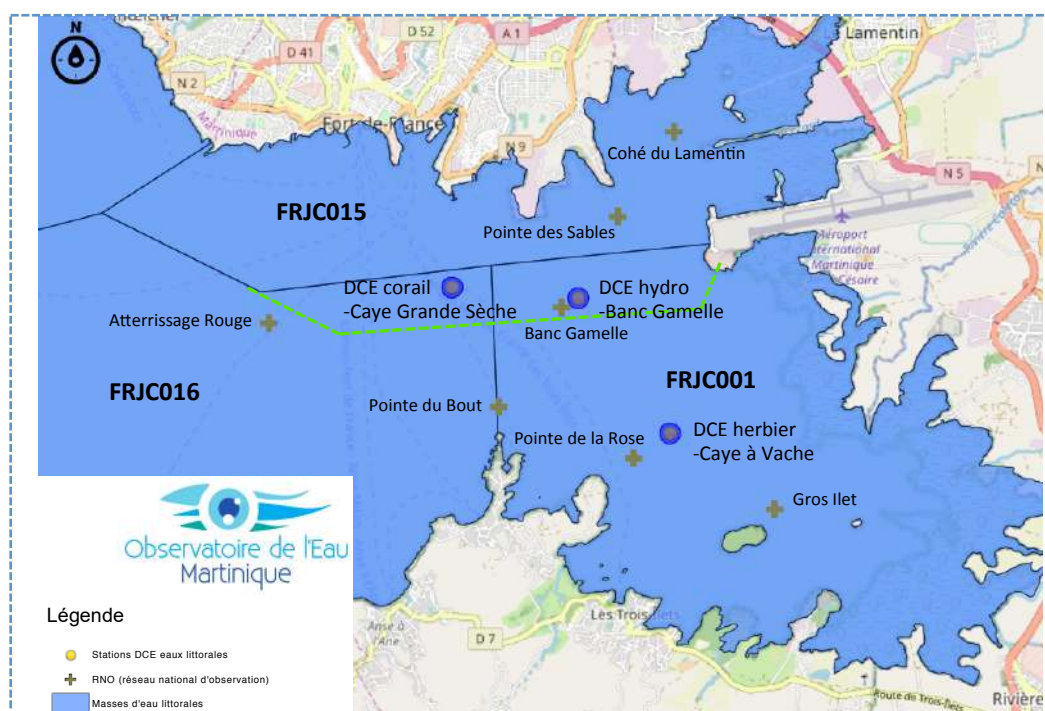
Depuis le début du suivi DCE, il y a un site de suivi « hydrologie » (physico-chimie et phytoplancton) et de suivi « Herbière » au niveau de FRJC001 et un site de suivi « Communautés coralliennes » au niveau de FRJC016. Les sites « hydrologie » et « communautés coralliennes » se situent à proximité de l'intersection des trois masses d'eau (Figure 124). Historiquement, le site de suivi des communautés coralliennes a été décalé par rapport au site « hydrologie » car il s'agissait du seul site propice au suivi avec une position au plus près du site « hydrologie ». Lors du comité de pilotage de l'étude sur le repositionnement des stations du réseau en 2016 (Impact Mer, 2016), il avait été discuté de la possibilité de changer les limites des masses d'eau (trait vert sur la Figure 124). Ceci aurait permis d'avoir les deux sites dans la même masse d'eau. Cette option a été rejetée par la DEAL et l'AFB, la procédure de modification des masses d'eau étant relativement complexe.

L'arrêté d'évaluation du 27 juillet 2015 (MEDDE, 2015) et le Guide d'évaluation 2018 (MTES, 2018) précisent les règles concernant l'extrapolation spatiale des résultats : dans le cas d'un groupe homogène de masses d'eau présentant un contexte similaire du point de vue de la typologie des milieux et des pressions, l'état de la masse d'eau peut être estimé par rapprochement à des masses d'eau évaluées à partir des données de suivi. A l'issue du comité de pilotage 2016, il avait été convenu de regrouper les résultats des sites « hydrologie » et « communauté corallienne » pour évaluer l'état des trois masses d'eau de la baie.

Il existe également en baie de Fort-de-France sept sites suivis dans le cadre du Réseau National d'Observation (RNO), pour les paramètres physico-chimie et chlorophylle *a* (spectrophotométrie) uniquement.

Dans le cadre de l'Etat des lieux 2019, l'Ifremer a soumis une expertise concernant les évaluations pour la baie de Fort-de-France (Allenou *et al.*, 2019). Une comparaison des résultats de température, oxygène, turbidité et chlorophylle *a* a conclu que les masses d'eau étaient différentes, en particulier pour la chlorophylle *a*.

Cette expertise vient donc annuler le traitement par regroupement et pose le problème du suivi complet des masses d'eau FRJC015 et FRJC016.



(source Observatoire de l'Eau, modifié par Impact Mer)

Figure 124 Masses d'eau et sites de suivi de la baie de Fort-de-France

Pour le suivi physico-chimique, une solution serait d'utiliser les données de la station Pointe des Sables pour FRJC015 et Atterrissage Rouge pour FRJC016. Avec cependant un bémol pour Pointe des Sables qui n'est pas forcément représentative de l'ensemble de la masse d'eau, puisqu'elle se trouve à proximité de l'embouchure de la rivière Lézarde.

En ce qui concerne le suivi biologique, il n'y a pas de données disponibles pour l'instant. Les données chlorophylle *a* ne pourront être utilisées qu'à partir de 2019, année de transition vers la méthodologie HPLC. Concernant les communautés coralliennes, une prospection serait nécessaire pour trouver d'éventuels sites DCE compatibles (communauté en continue sur 60m à une profondeur d'environ 10 m) dans FRJC001 et FRJC015.

Une fiche de travail rédigée conjointement avec l'Ifremer a été présentée à l'ODE en 2020 pour argumenter l'ajout de points de suivi ou l'ajout de paramètres sur des sites existants.

En complément du document de travail préparé en 2020 par Impact Mer et Ifremer, une modélisation de la dispersion des nutriments et polluants a été demandée au BRGM à partir de leur modèle de courantologie de la baie de Fort-de-France. Les type d'intrants, leur quantités et leur localisation ont été choisis au préalable pour bien intégrer toutes les pressions qui influencent les masses d'eau.

Le choix des sites pourra se faire à l'issue de la modélisation et le suivi démarrera sur une année pleine.

Cas de la masse d'eau de transition

Cette masse d'eau ne peut être actuellement évaluée qu'au regard de l'élément oxygène. Il n'existe de grille pour aucun autre élément de qualité suivi. La priorité est l'acquisition de données afin de couvrir la variabilité temporelle très forte sur cette masse d'eau et permettre la réalisation de statistiques.

En complément de la DCE, un suivi mensuel sur un an a été réalisé par l'Ifremer en 2018.

Matérialisation des sites DCE

Le suivi des communautés coralliennes utilise des transects pérennes matérialisés par des piquets qui doivent être changés ou doublés chaque année car partiellement corrodés ou perdus. En 2020 le site Pinsonnelle, qui est le plus exposé à la houle, a pu être rebalisé avec des piquets plus résistants.

D'autre part pour les sites IFRECOR, les transects matérialisés par une corde présentent des signes de dégradation de plus en plus importants depuis plusieurs années (corde détachée, coupée voire incorporée...). Le suivi Ifrecor par vidéo ne nécessite pas que les transects soient remis en état. Impact Mer procédera donc, au fur et à mesure des campagnes, à l'ajout de piquets pour matérialiser le début de chaque transect, si nécessaire.

La mise en place d'une bouée de mouillage sur les sites de suivi « hydrologique » avait été évoqué les années précédentes. Cependant la modification de la fréquence de suivi en 2019, avec un prélèvement tous les deux mois, a induit un changement dans le protocole. Les prélèvements se font désormais à deux opérateurs et sans ancrage, pour éviter la destruction des fonds et pour un gain de temps.

L'ancrage est toujours pratiqué une fois par an sur les site de suivi « communautés corallienne », sauf à Caye d'Olbian où un mouillage est présent.

5.2 Critères de sélection des données pour les évaluations DCE

A partir de 2020, soit pour l'évaluation des données de 2014-2019, une valeur par masse d'eau par mois est retenue pour l'évaluation.

Etant donné qu'à partir de 2019 le suivi est bimestriel, le filtre sur des mois spécifiques a été retiré. Ceci permet d'exploiter les données d'une campagne qui a dû être dans sa totalité repoussée à un autre mois (pour cause de conditions météorologiques par exemple).

5.3 Élément de qualité phytoplancton

5.3.1 Indice biomasse : Chlorophylle *a*

Une étude a été menée sur les données de biomasse planctonique, température et turbidité obtenues par les satellites MODIS et VIIRS au moyen de capteurs haute résolution, à l'échelle de la Martinique et de la Guadeloupe (Huguet, 2020). L'objectif était de valider les grilles de qualité mises en place à partir des mesures *in situ* du suivi des masses d'eau côtières. La méthodologie appliquée a été la comparaison d'évaluations sur l'indice biomasse, l'une effectuée à partir des données *in situ* disponibles, l'autre à partir des données satellite sélectionnées sur le même lieu de surveillance (Figure 125).



Figure 125 Comparaison des évaluations Martinique indice Biomasse in situ (gauche) vs satellite (droite) (Huguet, 2020)

Les différences observées entre les deux évaluations proviennent de la fréquence des données satellites et du positionnement de la zone tampon autour du lieu de surveillance in situ. Les données du capteur MODIS ont été utilisées du fait de la longue série temporelle disponible et de la fréquence journalière des données. Cependant, les eaux très côtières n'ont pu être analysées du fait de sa résolution au kilomètre. De plus, l'algorithme utilisé surestime les faibles valeurs de chlorophylle.

Pour le futur, l'utilisation du capteur VIIRS pourrait être une bonne option car l'étude montre une amélioration significative en terme de résolution. Il n'est cependant pas établi que l'on puisse reconstituer des séries sur tous les points.

5.3.2 Indice abondance : Flore totale

Comme préconisé en 2016, la liste des taxons à prendre en compte dans le calcul de l'indice (taxons > 20 µm) a été précisée par la cellule REPHY et révisée en 2021 pour la réalisation de l'évaluation 2015-2020.

Le seuil de bloom a été fixé à 25 000 cellules/l en 2019, suite aux nouveaux tests réalisés en prenant en compte uniquement les taxons de la liste, avec les valeurs de bloom à 10 000, 25 000, 50 000 et 100 000 cellules/litre (De Rock *et al.*, 2019). Le nouveau seuil à 25 000 cellules/litres nécessite une validation au niveau national, afin de pouvoir être intégré à la prochaine version du Guide relatif aux règles d'évaluation de l'état des eaux littorales. Pour l'évaluation 2013-2018 de la Martinique, ce seuil à 25 000 cellules/l était optimiste et améliorait la qualité de sept masses d'eau sur 18 par rapport à l'évaluation 2012-2017. Pour l'évaluation de 2014-2019, les abondances de 2019 ont été fournies par un nouveau prestataire, Sylvain Coulon. Ce prestataire assure également les comptages pour la DCE Guadeloupe. Les abondances obtenues pour certains taxons sont largement supérieures à celles fournies par Hydrô Réunion jusqu'en 2018.

Il en découle donc une baisse de la qualité pour dix masses d'eau par rapport à l'évaluation 2013-2018.

Vu ces résultats, il semble que la problématique du niveau à fixer pour le seuil de bloom serait lié à la méthode de comptage pratiquée par l'opérateur plutôt qu'à des différences d'abondances et de peuplement entre les deux îles.

Une démarche pour préciser à l'opérateur des comptages les éléments décrits dans le document de méthode REPHY de 2016 (Neaud-Masson, 2016) a été mise en place en 2020. Le résultat de l'expertise est en cours de finalisation.

5.3.3 Indice abondance : Pico-nanophytoplancton

Les grilles existantes pour la Méditerranée avaient été testées sur les résultats de la période 2014-2016. Les valeurs seuils ne semblent pas adaptés à la Martinique. Un traitement des données adapté aux DOM concernant cet élément de qualité biologique est à envisager.

5.4 Élément de qualité communautés coralliennes

Le présent rapport comporte des pistes de développement d'indices et d'indicateurs, et des éléments de discussion spécifiques (§2.1.5).

Ces réflexions seront à prendre en compte par les experts du projet SCORE-Reef.

5.5 Élément de qualité herbier

La thèse (IFRECOR/DCE) de F. Kerninon sur le développement de l'indicateur herbier est finalisée (Kerninon, 2020). Une campagne de test et de validation était prévue en 2020 mais a dû être reportée du fait de la crise COVID. Elle a été réalisée en 2021.

La thèse a permis de tester 61 métriques dont sept se distinguent pour leur capacité de bioindication. Certaines métriques ont été identifiées comme étant des indicateurs précoces d'alertes, tel que l'isotope N15, l'azote et le carbone dans les feuilles et racines d'herbier, ainsi que le zinc et le plomb dans les feuilles. Les paramètres structuraux que sont la densité de plants et le taux de recouvrement en herbier du substrat semblent également bien traduire l'état de santé de l'herbier. Ces paramètres seront testés avec les résultats de la campagne 2021, pour une validation finale des métriques à retenir pour l'indicateur.

5.6 Élément de qualité « physico-chimie »

5.6.1 Indicateur Turbidité

A partir de l'évaluation 2013-2018, le percentile 90 est utilisé pour le calcul de l'indice (plutôt que la moyenne) et la qualité déterminée à partir d'une grille commune à la Martinique et Guadeloupe. Cette grille a été élaborée par l'Ifremer suite à des tests statistiques sur les données des deux îles.

5.6.2 Indicateur Nutriments

Suite aux résultats de l'analyse conjointe LTA-Ifremer (Allenou et Le Merrer, 2018), l'ensemble des données nutriments a été qualifié en DOUTEUX ou FAUX dans Quadrigé. Cette qualification rend les données du LTA inutilisables pour le calcul des indices « orthophosphates » et « DIN », et prive l'évaluation de l'indicateur « Nutriments ».

A partir de 2019, les analyses ont été confiées à l'Institut Pasteur de Guadeloupe. L'évaluation des données 2019 montre que les résultats semblent cohérents. En 2020, les analyses ont été sous-traitées par l'IPG à LABEO. Une évaluation à partir des données 2017 (Ifremer), 2019 (IPG) et 2020 (LABEO Manche) a été réalisée et les qualités incluant l'indicateur nutriments sont présentées en Annexe 3.

Cependant, ces problèmes analytiques posent la question de la pertinence du suivi des nutriments. Les eaux côtières de la Martinique sont oligotrophes, ces éléments sont alors consommés très rapidement dans le milieu. Il y a donc plusieurs arguments à ce questionnement :

- la représentativité des prélèvements : un prélèvement ponctuel aura très peu de chance de capter un éventuel apport d'origine anthropique ;
- leurs très faibles concentrations : les limites de quantification (LQ) proposées par les laboratoires sont souvent supérieures aux concentrations dans les échantillons. Les laboratoires qui pratiquent ces LQ sont rares et, soit la fiabilité des résultats fournis est remise en cause, soit l'expédition des échantillons vers un laboratoire hors département ajoute un risque de dégradation de l'échantillon.
- les risques de contamination : plusieurs facteurs de contamination peuvent faire augmenter fortement les concentrations en nutriments des échantillons. Les étapes de préparation du matériel et de prélèvements doivent suivre strictement les consignes, au risque d'obtenir des valeurs anormalement élevées.

Toutes ces contraintes amènent à ouvrir la réflexion sur d'autres paramètres pouvant permettre de suivre l'enrichissement en nutriments du milieu, tels que le phosphore total, l'azote organique total, les isotopes...

La fiche projet présentée par l'Ifremer à l'OFB ayant été rejetée, il n'y a pas de recherche en cours sur cet aspect. Un nouveau projet a été accepté et sera mené par Anne Daniel à partir de 2022.

5.7 Qualité chimique et polluant spécifique de la qualité écologique

Le polluant spécifique de l'état écologique (PSEE), le chlordécone, est quantifié par la méthode des échantillonneurs passifs. Cette méthode n'est pas considérée comme « DCE compatible ». La méthode est en phase d'amélioration pour abaisser la limite de quantification, qui est pour l'instant supérieure à la NQE-MA utilisée pour évaluer les résultats.

Le PSEE a été intégré dans l'évaluation de la qualité physico-chimique pour la première fois en 2017. En 2019, l'évaluation avec et sans PSEE est présentée. En effet, le chlordécone entraînent le déclassement de la physico-chimie de toutes les masses d'eau en qualité Moyen.

Du point de vue des objectifs d'atteinte du Bon Etat du SDAGE, la prise en compte du PSEE dans l'évaluation de l'état écologique est problématique : la molécule chlordécone est extrêmement stable et très peu biodégradable dans l'environnement (INERIS, 2013). De ce fait, l'objectif de Bon Etat sera assurément Non Atteint. De plus, les efforts qui pourront être fournis pour améliorer la qualité des autres paramètres (physico-chimie et biologie) seront masqués.

En ce qui concerne la qualité chimique, elle reste partielle étant donné le nombre limité de molécules recherchées par rapport à la liste de polluants de l'arrêté d'évaluation.

Des travaux sont en cours par les laboratoires en charge de développer les échantillonneurs passifs.

5.8 Paramètres complémentaires d'aide à l'interprétation des données et la compréhension des pressions

L'étude Carib-Coast lancée en 2019 dans le cadre du projet Interreg menée par le BRGM, porte sur la courantologie fine (résolution 500 m) sur le pourtour de la Martinique et de la Guadeloupe. Elle devrait apporter des informations importantes pour l'interprétation des données de suivi et des pressions. Des données sont disponibles pour la baie de Fort-de-France suite à une étude du BRGM (Lecacheux *et al.*, 2019).

Les échouages de sargasses, de plus en plus importants au fil des ans, peuvent influencer épisodiquement la qualité physico-chimique de l'eau. Il s'agit d'une source de pression « externe » qui a été prise en compte lors de la qualification des données. Cependant, en l'absence de données sur les échouages (volume) et de connaissances sur la dynamique de diffusion dans les masses d'eau, il sera difficile d'intégrer l'effet des sargasses sur la qualité de ces dernières. La thèse de Mathilde Teyssier va débuter fin 2021 sur le thème de l'impact des échouages de sargasses sur les milieux littoraux.

La brume de sable pourrait également être un facteur « externe » de modification des valeurs mesurées. Des informations sur la densité de la brume sont collectées à chaque campagne de mesure. Une étude portant sur l'analyse de ces données serait nécessaire pour comprendre si les poussières de sable du Sahara ont un impact sur l'enrichissement des eaux.

6 Conclusion générale

Sur l'ensemble des éléments de qualité suivis pour réaliser l'évaluation des masses d'eau, quatre sont validés et ne demandent plus d'évolution : l'indice biomasse du phytoplancton, l'indicateur température, l'indicateur oxygène et l'indicateur transparence.

L'indice abondance du phytoplancton a évolué et doit être validé. Le changement d'opérateur entre 2018 et 2019 pour les comptages a mis en avant des différences importantes dans les abondances. Une analyse des résultats doit être réalisée avant validation du seuil d'abondance à 25 000 cellules/l.

Depuis 2018, les évaluations des masses d'eau pour les paramètres physico-chimie et phytoplancton sont réalisées par le service VIGIES de l'Ifremer avec des scripts de portée nationale adaptés pour les Antilles. Un rendu cartographique présente les résultats des évaluations par indice.

Pour les autres éléments, les métriques et/ou les grilles doivent être développées ou améliorées :

- **nutriments** : l'obtention de résultats qualifiés en « BON » conditionne la création de grille de qualité pour l'indice. Des problèmes de laboratoire ne permettent pas pour le moment l'exploitation des données.
- **benthos corallien** : les évaluations des indices corail et macroalgues ne sont pour l'instant pas automatisées. Ces indices sont encore en cours de réflexion et d'amélioration, avec des métriques susceptibles d'évoluer d'une année sur l'autre. Cependant, la totalité des données est regroupée dans BDRécif, ce qui simplifiera l'automatisation du calcul au moment voulu.
- **Herbiers** : les travaux de Fanny Kerninon sont achevés et l'indicateur et les grilles de qualité sont en cours de validation.

L'état écologique des masses d'eau obtenu par l'ensemble des indicateurs physico-chimiques et biologiques a beaucoup gagné en fiabilité depuis 2016.

Depuis 2017, l'évaluation prend en compte le polluant spécifique de l'état écologique (PSEE), le chlordécone. Le dosage de ce polluant est maintenant opérationnel par la technique des échantillonneurs passifs, avec toutefois une limite de quantification supérieure à la valeur de la norme de qualité donnée dans les textes réglementaires.

Dans la mesure où le polluant chlordécone est omniprésent dans l'environnement, celui-ci vient dégrader l'état écologique de la plupart des masses d'eau.

Enfin de pouvoir mesurer l'évolution par rapport aux objectifs SDAGE des différents éléments de qualité biologiques et physico-chimique, il apparaît intéressant de conserver une présentation de l'état écologique sans prise en compte du PSEE.

Étant donné l'ampleur de la contamination de l'environnement par cette molécule, il paraît nécessaire i) de poursuivre les travaux de développement de la technique de dosage permettant une prise en compte adéquate de la molécule dans l'évaluation DCE et en ajoutant des mesures dans le biotope ; ii) de repousser les objectifs SDAGE de bon état étant donné la rémanence de la molécule OU de basculer le chlordécone dans l'état chimique afin qu'il ne masque pas l'évolution des autres paramètres de l'état écologique.

Enfin, un travail doit être fait pour réaliser l'évaluation de :

- deux masses d'eau côtières : FRJC015 et FRJC016. En effet jusqu'en 2017, les masses d'eau de la baie de Fort-de-France étaient considérées comme homogènes et de ce fait, les résultats des différents éléments de qualité agrégés pour fournir une évaluation globale. Une expertise réalisée dans le cadre de l'état des lieux 2019 a mis en évidence des différences de qualité physico-chimique entre les trois masses d'eau, et préconise de ne plus faire une évaluation groupée. Cela entraîne la nécessité de mettre en place un suivi physico-chimique et phytoplanctonique dans les deux masses d'eau pré-citées. La démarche de positionnement de nouveaux sites de suivi est en cours ;
- la masse d'eau de transition : un travail sur l'élaboration de grilles de qualité physico-chimiques et phytoplanctoniques est à réaliser et l'acquisition progressive de données permettra de tester et à terme valider ces grilles.

7 Bilan Pression / Etat des masses d'eau : Fiches synthèse

Des fiches de synthèse par masse d'eau sont réalisées afin de mettre en relation les pressions répertoriées et le résultat des évaluations réalisées à partir des mesures *in situ*.

Chaque fiche présente les résultats des évaluations DCE pour les différents indicateurs et reprend les données pressions des fiches de synthèse par masse d'eau de l'état des lieux 2019 (OFB, 2020).

Pour ne pas alourdir le document, ces fiches constituent un document complémentaire au présent rapport final.

8 Glossaire

Autotrophe : Un organisme autotrophe est un organisme capable de générer sa propre matière organique à partir d'éléments minéraux.

Bloom planctonique : efflorescence algale soudaine et rapide

Cytométrie en flux : technique permettant de faire défiler des particules, molécules ou cellules à grande vitesse dans le faisceau d'un laser, en les comptant et en les caractérisant.

Epibiose : type d'association entre deux espèces dans laquelle l'une (l'épibionte) utilise l'autre (l'hôte) comme support

Eucaryotes : domaine regroupant tous les organismes, unicellulaires ou pluricellulaires, qui se caractérisent par la présence d'un noyau

Fluorimétrie : méthode de dosage utilisant la propriété de certaines molécules d'être fluorescente

Glutaraldéhyde : substance utilisée pour la fixation des protéines et la stérilisation mais aussi dans certains processus industriels.

HPLC : L'HPLC est l'une des techniques les plus employées dans les laboratoires d'analyse chimiques. Elle permet l'identification, la séparation et le dosage de composés chimiques dans un mélange. Sa grande précision permet la recherche de traces et il est possible de la coupler à un spectromètre de masse.

Microplancton : est une classe de taille écologique du plancton qui est comprise entre 20µm et 200µm.

Nanoplancton : est une classe de taille écologique du plancton qui est comprise entre 2µm et 20µm.

Oligotrophe : (du grec oligo : « peu » et trophein : « nourrir ») est un terme caractérisant les milieux particulièrement pauvres en nutriment

Phanérogame : plante ayant des organes de reproduction apparents dans le cône ou dans la fleur. La dissémination est assurée par des graines.

Picoplancton : est une classe de taille écologique du plancton qui est comprise entre 0,2 et 2 µm.

Polype : forme benthique et sessile des cnidaires. Le corail est constitué d'une colonie de polypes qui participe à la fabrication de son squelette

Zooxanthelle : algue unicellulaire du genre *Symbiodinium* pouvant vivre en symbiose notamment avec le corail

9 Sigles & Abréviations

DEAL	Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
DIN	Dissolved Inorganic Nitrogen
DOM	Départements d'Outre Mer
EP	Echantillonneur passif
EQR	Ecological Quality Ratio
FNU	Formazin Nephelometric Unit
GPS	Global Positioning System
HPLC	Chromatographie en phase liquide à haute performance
IFRECOR	Initiative Française pour les REcifs CORalliens
IFREMER	Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer
IM	Impact Mer
IPG	Institut Pasteur de Guadeloupe
LD	Limite de détection
LIT	Line Intercept
LQ	Limite de quantification
LTA	Laboratoire Territorial d'Analyse
ME	Masse d'Eau
MEC	Masse d'Eau Côtière
MEDD	Ministère de l'Écologie et du Développement Durable
MEDDE	Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer
MEDDTL	Ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement
MEEDDAT	Ministère de l'Écologie de l'Energie du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire
MEEDDM	Ministère de l'Écologie de l'Energie du Développement Durable et de la Mer en charge des technologies vertes et des négociations sur le climat
MET	Masse d'Eau de transition
MNHN	Muséum National d'Histoire Naturelle
NF	Norme Française
NFU	ou FNU pour Formazine Néphélométric Unit
NQE	Norme de Qualité Environnementale
NQE-MA	Norme de Qualité Environnementale – concentration Moyenne Annuelle
NQE-CMA	Norme de Qualité Environnementale – Concentration Maximale Admissible
NR	Non Renseigné
NTU	Nephelometric Turbidity Unit
ODE	Office De l'Eau
OFB	Office Français de la Biodiversité
ONEMA	Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques
PIT	Point Intercept
PSEE	Polluant spécifique de l'état écologique
Q2	Quadrigé 2
RCS	Réseau de Contrôle de Surveillance
REPHY	réseau de surveillance du phytoplancton et des phycotoxines
RNABE	Risque de Non Atteinte du Bon Etat
RNO	Réseau National d'Observation
ROCCH	Réseau d'observation de la contamination chimique
SANDRE	Service d'Administration Nationale des Données et Référentiels sur l'Eau
SDAGE	Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux
UA	Université des Antilles
UTM	Universal Transverse Mercator
WFD	Water Framework Directive

- Bibliographie

- Airoidi L, 1998. Roles of disturbance, sediment stress, and substratum retention on spatial dominance in algal turf. *Ecology*, 79: 2759-2770.
- AFB, ODE Martinique, Ifremer. a paraître. Analyses des données échantillonneurs passifs sur la Martinique, années 2012 à 2016.
- AFB, Ifremer, ODE Martinique. 2017. Séminaire science et gestion DCE-IFRECOR: compte rendu du groupe de travail récifs coralliens, Antilles Françaises. Schoelcher, Martinique, 4-10 avril 2017, 43 pp.
- Allenou J.P., Sechaud, A. 2021. Règles de traitements pour les évaluations DCE Phytoplancton et Physico-Chimique pour les Antilles – Période 2014-2019.
- Allenou J.P., Sechaud, A. 2021. Règles de traitements pour les évaluations DCE Communautés Benthiques Coralliennes pour les Antilles – Période 2014-2019.
- Allenou, J.P., Cimiterra, N., Batailler, C., Desrosiers, C. 2020. Zone Antilles, Masses d'eaux côtières. Communautés benthiques coralliennes. 6 pp
- Allenou, J.P., Cimiterra, N., De Rock, P. 2019. Rapport d'expertise et d'accompagnement à l'analyse de l'état des masses d'eau littorales, pour la réalisation de l'Etat des lieux Martinique de 2019, pp 25.
- Allenou, J.P., Amouroux, I. 2019. Expertise N°4: Evaluation PSEE Chlordécone. Ifremer, pp 8.
- Allenou, J.P., Huguet, A. 2019. Expertise N°10: Influence des grands fleuves Amazone et Orénoque sur l'enrichissement des masses d'eau côtières de la Martinique et de la Guadeloupe.
- Allenou, J.P., Le Merrer, Y. 2018. Résultats de l'étude de suivi des concentrations de nutriments dans les eaux côtières de Martinique en 2017. Rapport d'étude ODE972.
- Aminot, A., Kérouel, R., 2004. Hydrologie des écosystèmes marins. Paramètres et analyses. Editions IFREMER, Plouzané (France), 336-336 pp.
- Bec, B., Leruste, A., Malet, N., Derolez, V. 2016. Trajectoires d'évolution du phytoplancton dans les lagunes palavasiennes. Présentation Journée Eau & Connaissance, Lagunes Méditerranéennes. 26 mai 2016, Montpellier.
- Belin, C., Lamoureux, A., 2015. Evaluation de la qualité des masses d'eaux pour l'indicateur Phytoplancton en Martinique, selon les exigences de la DCE. Ifremer, 25 pp.
- Bouchon, C., Bouchon-Navaro, Y. 2017. Maladies et agressions affectant les coraux, gorgones et éponges de la Martinique: impacts sur les communautés récifales. Université des Antilles, UMR BOREA. 72 pp.
- Bouchon, C., Bouchon-Navaro, Y., Louis, M., Portillo, P., 2003. Manuel technique d'étude des récifs coralliens de la région Caraïbe. Université des Antilles et de la Guyane, 56 pp.
- Bouchon, C., Bouchon-Navaro, Y., Louis, M., 2004. Critères d'évaluation de la dégradation des communautés coralliennes dans la région Caraïbe. *Revue d'Ecologie (la Terre et la Vie)*, 59 (1-2): 113-121.
- Brivois, O., Fontaine, M., 2012. Résultats du classement de l'état hydromorphologique des masses d'eau littorales DCE dans deux DOM : Mayotte et la Martinique. BRGM, 139 pp.
- Brocke, H.J., Polerecky, L., deBeer, D., Weber, M., Claudet, J., Nugues, M.M. 2015. Organic matter degradation drives benthic cyanobacterial mat abundance on Caribbean coral reefs. *PLoS ONE*, 10 (5): 1-19.
- Bruckner, A. Com.pers. Recognizing and describing lesions in the field: Module 3. Caribbean coral diseases. The Kaled bin Sultan Living Oceans Foundation. 86 pp.
- Bruno, J.F., Sweatman, H., Precht, W.F., Selig, E.R., Schutte, V.G.W., 2009. Assessing evidence of phase shifts from coral to macroalgal dominance on coral reefs. *Ecology*, 90 (6): 1478-1484.
- Buchet, R., 2014. Mise en oeuvre de la surveillance pour la directive cadre européenne sur l'eau dans les départements d'outre-mer. Volet littoral. ONEMA, 135 pp.
- Carruthers, T., Jacome, G.E., Barbes, P., 2003. Seagrass habitats of Bocas del Toro province: a balance between river, mangrove and coral influences 31st Scientific Meeting of the Association of Marine Laboratories of the Caribbean, July 14-18, 2003, Crowne Plaza Hotel Port of Spain, Trinidad: Poster.
- Cheroske AG, Williams SL, RC, C., 2000. Effects of physical and biological disturbances on algal turfs in Kaneohe Bay, Hawaii. *J Exp Mar Biol Ecol*, 248: 1-34.

- Comité de Bassin Martinique, 2016. Fiches de synthèse qualité et pressions par masse d'eau, SDAGE 2016-2021. District hydrographique de la Martinique, pp 64.
- Cooper, T. and Fabricius, K. E. 2007. Coral-based indicators of changes in water quality on nearshore coral reefs of the Great Barrier Reef. Unpublished report to Marine and Tropical Sciences Research Facility. Reef and Rainforest Research Centre Limited, Cairns, 31pp.
- CREOCEAN, 2015. Suivi physico-chimique et phytoplancton des eaux de Martinique au titre de la Directive Cadre sur l'Eau – Année 2013-2014. 95 pp.
- Raymundo, L.J., Couch, C.S., Bruckner, A.W., Harvell, C.D., Work, T.M., Weil, E., Woodley, C.M., Jordan-Dahlgren, E., Willis, B.L., Sato, Y., Aeby, G.S. 2008. Coral Disease Handbook: Guidelines for assessment, monitoring and mangement. Coral Reef Targeted Research and Capacity Building for management program. 124 pp.
- Daniel, A., Lamoureux, A., 2015a. Evaluation DCE 2009-2014 de la qualité des masses d'eaux côtières de Martinique. Elément de qualité : oxygène dissous. Ifremer, 25 pp.
- Daniel, A., Lamoureux, A., 2015b. Evaluation DCE 2009-2014 de la qualité des masses d'eaux côtières de Martinique. Elément de qualité : température. Ifremer, 25 pp.
- Daniel, A., Lamoureux, A., 2015c. Evaluation DCE 2009-2014 de la qualité des masses d'eaux côtières de Martinique. Elément de qualité : transparence. Ifremer, 26 pp.
- DEAL, 2012. Cahier des charges pour le suivi physico-chimie et phytoplancton des eaux littorales de Martinique au titre de la Directive Cadre sur l'Eau. DEAL.
- DEAL, 2016. Programme de surveillance de l'état des eaux du Bassin de la Martinique - 2016/2021. Version du 10 novembre 2016. Approuvé par Arrêté préfectoral n°R02-2016-11-28-02 du 28 novembre 2016, 51 pp.
- De Bakker, D.M., van Duyl, F.C., Bak, R.P.M., Nugues, M.M., Nieuwland, G., Meesters, E.H. 2017. 40 years of benthic community change on the Caribbean reefs of Curaçao and Bonaire: the rise of slimy cyanobacterial mats. *Coral Reefs*, 36: 355-367.
- De Rock, P., Brun, M., Neaud-Masson, N., Allenou, J.P. 2019. Expertise n°2: Indice Abondance, pp 13.
- Delmas, D., Siano, R. 2014. Acquisition de données complémentaires aux dénombrements, avec les techniques d'analyses pigmentaires et de diversité génétique. Etat d'avancement et premiers résultats. Action 3.Indice composition. Livrable n°A IV. Ifremer, 30 pp.
- Derolez, V., Fiandrino, A., Munaron, D. 2014. Bilan sur les principales pressions pesant sur les lagunes méditerranéennes et leurs liens avec l'état DCE. Ifremer, 46 pp.
- Diaz-Pulido G, JL, M., 2002. The fate of bleached corals: patterns and dynamics of algal recruitment. *Mar Ecol Prog Ser*, 232: 115-128.
- Gailhard-Rocher, I., Artigas, L.F., Belin, C., Lamoureux, A., 2012. Traitement des données phytoplanctoniques et pigmentaires disponibles dans les DOMs. Analyse complémentaire des nouvelles données acquises et proposition de nouvelles acquisitions et approches complémentaires. Livrable 2 : rapport sur l'application de possibles indices phytoplanctoniques dans les DOMs à partir de l'analyse des données disponibles ; proposition de métriques et seuils. Rapport final. Ifremer, 31 pp.
- Goffart, A., 2013. Méthodes de bio-indication en eaux littorales. Indicateur phytoplancton et physico-chimie. Livrable A4 : Validation de l'indice de composition phytoplanctonique IC Medit dans des masses d'eau côtières méditerranéennes caractérisées par un gradient croissant d'eutrophisation. Rapport intermédiaire d'avancement au 31 décembre 2012. ONEMA, 14 pp.
- GTN Herbiers IFRECOR-DCE, 2017. Compte-rendu de l'atelier national « Herbiers » IFRECOR-DCE. Séminaire Science-gestion, 6,7 & 10 avril 2017, Schoelcher, Martinique. Rapport UBO, 26 pp + annexes.
- Harris, J.L., 2015. The Ecology of Turf Algae on Coral Reefs. UC San Diego (PhD).
- Hay, M., 1981. The functional morphology of turf- forming seaweeds: persistence in stressful marine habitats. *Ecology*, 62: 739-750.
- Heyward, A.J., Negri, A.P., 1999. Natural inducers for coral larval metamorphosis. *Coral Reefs*, 18: 273-279.
- Huguet, A. 2020. Utilisation des données satellite pour la surveillance marine dans les Antilles. Rapport final août 2020. ODE/VIGIES/20-12, 123 pp.

- Ifremer, 2021. Mise en œuvre de l'action ESMAMA (Mise en œuvre de la DCE dans l'Etang des Salines en MARTINIQUE : diagnostic MACrophytes et première application de grilles de qualité « lagunes méditerranéennes »). Action AFB/Ifremer n°27
- Ifremer, 2017. Reflexion et rapport d'expertise relative aux évaluations DCE phytoplancton et physico-chimique pour les Antilles, période 2011-2016. Rapport interne, 19 pp
- Impact Mer, 2021. Directive Cadre européenne sur l'Eau. Suivi physico-chimique et biologique des eaux littorales de la Martinique au titre de la DCE pour l'année 2020. Rapport de campagne complet. 51 pp.
- Impact Mer, 2021. Qualification des données physico-chimiques DCE 2020. Présentation en réunion du 25 mai 2021. 38 pp.
- Impact Mer, 2018. Qualification des données physico-chimiques DCE 2017. Présentation orale en comité de pilotage DCE, 31 mai 2018. 19 pp
- Impact Mer, 2016. Directive Cadre Européenne sur l'Eau: Reflexions et propositions sur le repositionnement des stations du réseau de suivi des MEC en Martinique. Rapport pour : DEAL Martinique.
- Impact Mer, 2016. Directive Cadre européenne sur l'Eau: Réflexions et propositions sur le repositionnement des stations du réseau DCE marin en Martinique. Rapport pour la DEAL Martinique. 28 (annexe incluse) pp.
- Impact Mer, 2015. Suivi chimique et biologique des stations des réseaux de référence et de surveillance des Masses d'Eau Côtières au titre de l'année 2014. Etat écologique partiel. Rapport de synthèse. Impact Mer, 218 pp.
- Impact Mer, 2006. Directive Cadre Européenne sur l'Eau. Définition du réseau de surveillance des masses d'eau littorales de la Martinique. Rapport pour: DIREN Martinique, 76 (+ Annexes) pp.
- Impact Mer, Pareto, Equilibre, 2011. Directive Cadre européenne sur l'Eau. Suivi des Stations des Réseaux de Référence et de Surveillance des Masses d'Eau côtières et de Transition au titre de l'année 2010. Volet Biologie. Rapport de synthèse : Réseau de surveillance. Rapport pour: DEAL Martinique, 159 (Annexes incluses) pp.
- Impact Mer, Pareto, Equilibre, 2012. Directive Cadre sur l'eau : Suivi des stations des réseaux de référence et de surveillance des masses d'eau côtières et de transition au titre de l'année 2011. - Volet Biologie. Rapport pour: DEAL Martinique, ODE Martinique.
- Impact Mer, Pareto Ecoconsult, Equilibre, 2010. Directive Cadre européenne sur l'Eau. Suivi des Stations des Réseaux de Référence et de Surveillance des Masses d'Eau côtières et de Transition au titre de l'année 2009. Volet Biologie. Rapport de synthèse : Réseau de référence. Rapport pour: DIREN Martinique, 166 (Annexes incluses) pp.
- INERIS, 2013. Fiche valeur guide environnementale. Chlordecone - n°CAS:143-50-0, pp 19.
- Jackson, J.B.C, Donovan, M.K., Cramer, K.L., Lam, W. 2014. Status and trends of Caribbean coral reefs: 1970-2012. Global Coral Reef Monitoring Network, IUCN, Gland, Switzerland. pp 306.
- Jameson, S.C., R.A. Kely, 2004. A review of indicators of land-based pollution on coral reefs. EPA/NOAA/USGA/DOI Workshop: Assessing pollution stress on coral reefs. August 31-September 2, 2004 Honolulu, Hawaii
- Kerninon, 2020. Développement d'outils méthodologiques pour le suivi et l'évaluation de l'état de santé des herbiers d'outre-mer français et de leur environnement, dans un contexte de perturbations multiples. Thèse de doctorat, Université de Bretagne Occidentale. 450 pp.
- Kerninon, F., Hily, C., 2015. Compte-rendu technique de la mission Resobs herbiers de l'IFRECOR en Nouvelle-Calédonie du 20 novembre au 5 décembre. TIT Réseau Herbiers. IFRECOR, 46 (+Annexes) pp.
- Knowlton, N., 1992. Thresholds and multiple stable states in coral reef community dynamics. *American Zoologist*, 32: 674-982.
- Lassus, P., Chomérat, N., Hess, P., Nézan, E. 2016. Toxic and harmful microalgae of the World Ocean. Micro-algues toxiques et nuisibles de l'océan mondial. Denmark, International Society for the study of harmful algae. Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO. IOC Manuals and Guides, 68 pp.

- Lecacheux, S., Arpaia, L., Pedreros, R., Idier, D., Louisor, J. 2019. Projet HYDROSEDMAR: Modélisation des états de mer et de la courantologie 3D dans la baie de Fort-de-France. Rapport final. BRGM/RP-69025-FR, 108 pp.
- Lecacheux, S., Desmaze, F., Idier, D., Pedreros, R. 2018. Projet HYDROSEDMAR : Synthèse et analyse des mesures hydro-sédimentaires réalisées dans la baie de Fort-de-France (2017-2018). Rapport final. BRGM/RP-68217-FR, 76 p
- Le Moal, M., Kerninon, F., Aish, A., Monnier, O., Dore, A., Witte, I., Payri, C., 2015. Développement d'indicateurs benthiques DCE (benthos récifal et herbiers de phanérogames) dans les DOM : Typologie des herbiers de Martinique. 31 (+ annexes) pp.
- Le Moal, M., Payri, C., 2015. Etat des lieux et perspectives pour l'utilisation des macroalgues comme outil de bioindication DCE dans les DOM. MNHN-IRD, 30 pp.
- Littler, M.M., Littler, D.S., Brooks, B.L., 2006. Harmful algae on tropical coral reefs : Bottom-up eutrophication and top-down herbivory. *Harmful algae*, 5: 565-585.
- McField, M., Kramer, P.R., 2007. Healthy Reefs for Healthy People: A Guide to Indicators of Reef Health and Social Well-being in the Mesoamerican Reef Region. With contributions by M. Gorrez and M. McPherson. The Smithsonian Institution, 207 p.
- MEDDE, 2015a. 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 NOR : DEVL1513988A.
- MEDDE, 2015b. Arrêté du 27 juillet 2015 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R.212-10, R.212-11 et R.212-18 du code de l'environnement NOR : DEVL1513989A.
- MEEDDM, 2010a. 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 NOR : DEVO101031A.
- MEEDDM, 2010b. Arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R.212-10, R.212-11 et R.212-18 du code de l'environnement. Journal Officiel de la République Française NOR : DEVO101032A.
- MEEM, 2017. Arrêté du 25 avril 2017 fixant la liste des coraux protégés en Guadeloupe, en Martinique et à Saint-Martin et les modalités de leur protection. Journal Officiel de la République Française NOR: DEVL1710040A.
- MTES, 2018a. Guide relatif aux règles d'évaluation de l'état des eaux littorales (eaux côtières et eaux de transition) dans le cadre de la DCE. 277 pp.
- MTES, 2018b. Arrêté du 2 juillet 2018 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R.212-10, R.212-11 et R.212-18 du code de l'environnement. Journal Officiel de la République Française NOR : DEVO101032A.
- Neaud-Masson, 2016. Observation et dénombrement du phytoplancton marin par microscopie optique photonique - Spécifications techniques et méthodologiques appliquées au REPHY. Ifremer, DYNECO: 54 pp.
- OFB, 2020. Qualité et pressions des eaux du district hydrographique de la Martinique – Fiches de synthèse par masse d'eau. Décembre 2020. 60 pp.
- ODE Martinique, 2019. Révision de l'état des lieux 2019 du district hydrographique de la Martinique. Cahier 2: Evaluation de l'état des masses d'eau, 112 pp.
- Olive, Y., 2017. Etude préliminaire des communautés algales de Martinique pour le développement d'un indicateur « macroalgues » de l'état écologique des récifs tropicaux. Mémoire de thèse de master, Université Pierre et Marie Curie. 66pp.
- Philippot, V., 2017. Les gorgones des Petites Antilles : un objet d'étude pluridisciplinaire dans une perspective de conservation. Thèse de doctorat, Paris Sciences et Lettres (ComUE).
- Parlement Européen, Conseil de l'Union Européenne, 2000. 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 n° L 327 du 22.12.2000.

- Pawlik, J.R., D.E., Burkepile, Thurber, R.V. 2016. A vicious circle? Altered carbon and nutrient cycling may explain the low resilience of Caribbean coral reefs. *BioScience*, XX: 1-7.
- Pessarrodona, A., Filbee-Dexter, K., Alcoverro, T., Boada, J., Feehan, C.J., Fredriksen, S., Grace, S.P., Nakamura, Y., Narvaez, C.A., Norderhaug, K.M., Wernberg, T., 2021. Homogenization and miniaturization of habitat structure in temperate marine forests. *Glob Change Biol* 27, 5262–5275. <https://doi.org/10.1111/gcb.15759>
- Quan-Young L.I., J., E.-A., 2006. Reduction of zooxanthellae density, chlorophyll a concentration, and tissue thickness of the coral *Montastraea faveolata* (Scleractinia) when competing with mixed turf algae. *Limnol Oceanogr*, 51: 1159-1166.
- Sebens, K.P., Miles, J.S., 1988. Sweeper Tentacles in a Gorgonian Octocoral: Morphological Modifications for Interference Competition. *The Biological Bulletin* 175, 378–387. <https://doi.org/10.2307/1541729>
- Steneck, R., Dethier, M., 1988. A functional group approach to the structure of algal-dominated communities. *Oikos*, 69: 476-498.
- Szmant, A.M., Weil, E., Miller, M.W., Colón, D.E., 1997. Hybridization within the species complex of the scleractinian coral *Montastraea annularis*. *Marine Biology* 129, 561–572. <https://doi.org/10.1007/s002270050197>
- Thé de Araujo, J., de Oliveira Soares, M., Matthews-Cascon, H., Correia Monteiro, F.A. 2018. The invasive brittle star *Ophiothela mirabilis* Verrill, 1867 (Echinodermata, Ophiuroidea) in the southwestern Atlantic: filling gaps of distribution, with comments on an octocoral host. *Lat.Am.J.Aqua.Res*, 46(5): 1123-1127.
- Vermeij MJA, van Moorselaar I, Engelhard S, Hořnlein C, Vonk SM, al., e., 2010. The Effects of Nutrient Enrichment and Herbivore Abundance on the Ability of Turf Algae to Overgrow Coral in the Caribbean. *PLoS ONE*, 5 (12): e14312. doi:14310.11371/journal.pone.0014312.
- Wilkinson, C., 2008. Status of coral reefs of the world : 2008. Global coral Reef Monitoring Network, Reef Rainforest Research Center, Townsville, Australia. 296.

10 Table des illustrations

Figure 1 : Evaluation 2015-2020 - Qualité biologique	7
Figure 2 : Evaluation 2015-2020 - Qualité physico-chimique sans PSEE (Chlordécone).....	8
Figure 3 : Evaluation 2015-2020 - Qualité physico-chimique avec PSEE (Chlordécone).....	9
Figure 4 : Evaluation 2015-2020 – Etat écologique sans PSEE (Chlordécone)	10
Figure 5 : Evaluation 2015-2020 – Etat écologique avec PSEE (Chlordécone)	11
Figure 6 : Evaluation 2015-2020 – Etat chimique	12
Figure 7 : Schéma organisationnel du suivi DCE dans le cycle SDAGE	21
Figure 8 : Schéma d'évaluation de l'état des eaux de surface à partir de l'état écologique et de l'état chimique..	21
Figure 9 : Arbre de décision pour l'évaluation de l'état écologique d'une masse d'eau à partir des éléments de qualité biologique, physico-chimique et hydromorphologique	22
Figure 10 : Synthèse des règles d'agrégation des éléments de qualité afin d'évaluer l'état écologique des ME, pour l'évaluation 2020	22
Figure 11 : Cartographie des sites DCE du réseau et de surveillance pour les années 2017 à 2020	25
Figure 12 : Evolution mensuelle en 2020 de la température (°C), du vent (km/h), des précipitations aux stations de référence des sites d'étude DCE et de la hauteur de la houle (m, houlographes de Basse Pointe –Atlantique, de la baie de Fort de France et du canal de St-Lucie-Caraïbe)	28
Figure 13 : Données semi-quantitatives de densité de sargasses (Univ. Of South Florida)et de brume de sable (Univ. Of Athens) et d'intensité de dispersion du panache d'eau douce des fleuves Sud-Américain (NASA) autour de la Martinique au moment des échantillonnages mensuels.....	29
Figure 14 : Moyennes mensuelles des paramètres température et salinité sur l'année 2020, pour les sites côtiers DCE (n=19 en février, avril, juin, août, oct. et déc., sinon n=2).....	29
Figure 15 : Valeurs annuelles et mensuelles de la salinité sur l'année 2020, pour les sites DCE (n=19 en février, avril, juin, août, oct. et déc., sinon n=2).....	30
Figure 16 : Moyennes mensuelles du paramètre pH sur l'année 2020, pour les sites côtiers DCE (n=19 en février, avril, juin, août, oct. et déc., sinon n=2).....	30
Figure 17 : Schéma de la mise en œuvre du suivi des peuplements récifaux	32
Figure 18 : Proportions des éléments du peuplement benthique et des substrats de Caye Grande Sèche en 2020	35
Figure 19 : Evolution du peuplement benthique et des substrats de Caye Grande Sèche : années 2015 à 2020	37
Figure 20 : Densité moyenne des espèces d'oursins à Caye Grande Sèche : années 2015 à 2020	37
Figure 21 : Proportions des éléments du peuplement benthique et des substrats de Baie du Marin en 2020	38
Figure 22 : Evolution du peuplement benthique et des substrats de Baie du Marin : années 2015 à 2020	39
Figure 23 : Densité moyenne des espèces d'oursins à Baie du Marin : années 2015 à 2020.....	40
Figure 24 : Proportions des éléments du peuplement benthique et des substrats de Ilet à Rats en 2020	42
Figure 25 : Evolution du peuplement benthique et des substrats de Ilet à Rats: années 2015 à 2020	42
Figure 26 : Densité moyenne des espèces d'oursins à Ilet à Rats : années 2015 à 2020.....	43
Figure 27 : Proportions des éléments du peuplement benthique et des substrats de la Baie du Trésor en 2020	44
Figure 28 : Evolution du peuplement benthique et des substrats de la Baie du Trésor : années 2015 à 2020	46
Figure 29 : Densité moyenne des espèces d'oursins à Baie du Trésor : années 2015 à 2020	46
Figure 30 : Proportions des éléments du peuplement benthique et des substrats de Fond Boucher en 2020.....	47
Figure 31 : Evolution du peuplement benthique et des substrats de Fond Boucher: années 2015 à 2020	48
Figure 32 : Densité moyenne des espèces d'oursins à Fond Boucher : années 2015 à 2020	49
Figure 33 : Proportions des éléments du peuplement benthique et des substrats de Cap Salomon en 2020.....	50
Figure 34 : Evolution du peuplement benthique et des substrats de Cap Salomon: années 2015 à 2020	51
Figure 35 : Densité moyenne des espèces d'oursins à Cap Salomon : années 2015 à 2020	52
Figure 36 : Proportions des éléments du peuplement benthique et des substrats de Caye d'Olbian en 2020	53
Figure 37 : Evolution du peuplement benthique et des substrats de Caye d'Olbian : années 2015 à 2020	54
Figure 38 : Densité moyenne des espèces d'oursins à Caye d'Olbian : années 2015 à 2020	55
Figure 39 : Proportions des éléments du peuplement benthique et des substrats de Corps de Garde en 2020 ...	56
Figure 40 : Evolution du peuplement benthique et des substrats de Corps de Garde : années 2015 à 2020	57
Figure 41 : Densité moyenne des espèces d'oursins à Corps de Garde : années 2015 à 2020	58
Figure 42 : Proportions des éléments du peuplement benthique et des substrats de Pointe Borgnesse en 2020	59
Figure 43 : Evolution du peuplement benthique et des substrats de Pointe Borgnesse : années 2015 à 2020	60
Figure 44 : Densité moyenne des espèces d'oursins à Pointe Borgnesse : années 2015 à 2020	61
Figure 45 : Proportions des éléments du peuplement benthique et des substrats de Jardin Tropical en 2020	62
Figure 46 : Evolution du peuplement benthique et des substrats de Jardin Tropical : années 2015 à 2020	63
Figure 47 : Densité moyenne des espèces d'oursins à Jardin Tropical : années 2015 à 2020	64
Figure 48 : Proportions des éléments du peuplement benthique et des substrats de Caye Pinsonnelle en 2020	65
Figure 49 : Evolution du peuplement benthique et des substrats de Caye Pinsonnelle : années 2015 à 2020.....	66

Figure 50 : Proportions des éléments du peuplement benthique et des substrats de Loup Garou en 2020	67
Figure 51 : Evolution du peuplement benthique et des substrats de Loup Garou : années 2015 à 2020.....	68
Figure 52 : Densité moyenne des espèces d'oursins à Loup Garou : années 2015 à 2020.....	69
Figure 53 : Proportions des éléments du peuplement benthique et des substrats de Loup Ministre en 2020.....	70
Figure 54 : Evolution du peuplement benthique et des substrats de Loup Ministre : années 2015 à 2020.....	71
Figure 55 : Densité moyenne des espèces d'oursins à Loup Ministre : années 2015 à 2020	72
Figure 56 : Proportions des éléments du peuplement benthique et des substrats de Loup Caravelle en 2020	73
Figure 57 : Evolution du peuplement benthique et des substrats de Loup Caravelle : années 2015 à 2020	74
Figure 58 : Proportions des éléments du peuplement benthique et des substrats de Cap St-Martin en 2020	75
Figure 59 : Evolution du peuplement benthique et des substrats de Cap St-Martin : années 2015 à 2020	76
Figure 60: Arbre de décision pour la classification des communautés coralliennes.....	78
Figure 61 : Qualité des masses d'eau DCE au regard de l'indice corail, évalué selon la grille de qualité Impact Mer.....	80
Figure 62 : Qualité des masses d'eau DCE au regard de l'indice macroalgues, évalué selon la grille de qualité Impact Mer.....	81
Figure 63 : Proportions des différentes catégories d'assemblages de phanérogames rencontrées sur les LIT de l'herbier Caye à Vache entre 2015 et 2020	93
Figure 64 : Groupes dominants et secondaires d'épibioses présents sur la surface des feuilles de phanérogames	93
Figure 65 : Description de la biocénose de Caye à Vache : (1) couverture des quadrats en phanérogames, macroalgues et cyanobactéries, (2) identification des espèces de phanérogames dominantes et secondaires & (3) des macroalgues dominantes et secondaires au sein des quadrats, (4) densité de la macrofaune benthique associée et état de santé des transects.....	94
Figure 66 : Proportions des différentes catégories d'assemblage de phanérogames rencontrées sur les LIT de l'herbier Baie du Marin entre 2015 et 2020	95
Figure 67 : Groupes dominants et secondaires d'épibioses présents sur la surface des feuilles de phanérogames	95
Figure 68 : Description de la biocénose de Baie du Marin : (1) couverture des quadrats en phanérogames, macroalgues et cyanobactéries, (2) identification des espèces de phanérogames dominantes et secondaires & (3) des macroalgues dominantes et secondaires au sein des quadrats, (4) densité de la macrofaune benthique associée et état de santé des transects.....	96
Figure 69 : Proportions des différentes catégories d'assemblage de phanérogames rencontrées sur les LIT de l'herbier Ilet à Rats entre 2015 et 2020	97
Figure 70 : Groupes dominants et secondaires d'épibioses présents sur la surface des feuilles de phanérogames	97
Figure 71 : Description de la biocénose de Ilet à Rats : (1) couverture des quadrats en phanérogames, macroalgues et cyanobactéries, (2) identification des espèces de phanérogames dominantes et secondaires & (3) des macroalgues dominantes et secondaires au sein des quadrats, (4) densité de la macrofaune benthique associée et état de santé des transects.....	98
Figure 72 : Proportions des différentes catégories d'assemblage de phanérogames rencontrées sur les LIT de l'herbier Baie du Trésor entre 2015 et 2020	99
Figure 73 : Groupes dominants et secondaires d'épibioses présents sur la surface des feuilles de phanérogames	99
Figure 74 : Description de la biocénose de Baie du Trésor : (1) couverture des quadrats en phanérogames, macroalgues et cyanobactéries, (2) identification des espèces de phanérogames dominantes et secondaires & (3) des macroalgues dominantes et secondaires au sein des quadrats, (4) densité de la macrofaune benthique associée et état de santé des transects.....	100
Figure 75 : Proportions des différentes catégories d'assemblage de phanérogames rencontrées sur les LIT de l'herbier Grande Anse entre 2015 et 2020	101
Figure 76 : Groupes dominants et secondaires d'épibioses présents sur la surface des feuilles de phanérogames	101
Figure 77 : Description de la biocénose de Grande Anse : (1) couverture des quadrats en phanérogames, macroalgues et cyanobactéries, (2) identification des espèces de phanérogames dominantes et secondaires & (3) des macroalgues dominantes et secondaires au sein des quadrats, (4) densité de la macrofaune benthique associée et état de santé des transects.....	102
Figure 78 : Proportions des différentes catégories d'assemblage de phanérogames rencontrées sur les LIT de l'herbier Corps de Garde entre 2015 et 2020	103
Figure 79 : Groupes dominants et secondaires d'épibioses présents sur la surface des feuilles de phanérogames	103
Figure 80 : Description de la biocénose de Corps de Garde : (1) couverture des quadrats en phanérogames, macroalgues et cyanobactéries, (2) identification des espèces de phanérogames dominantes et secondaires & (3) des macroalgues dominantes et secondaires au sein des quadrats, (4) densité de la macrofaune benthique associée et état de santé des transects.....	104

Figure 81 : Proportions des différentes catégories d'assemblage de phanérogames rencontrées sur les LIT de l'herbier Pointe Borgnesse entre 2015 et 2020	105
Figure 82 : Groupes dominants et secondaires d'épibioses présents sur la surface des feuilles de phanérogames	105
Figure 83 : Description de la biocénose de Pointe Borgnesse: (1) couverture des quadrats en phanérogames, macroalgues et cyanobactéries, (2) identification des espèces de phanérogames dominantes et secondaires & (3) des macroalgues dominantes et secondaires au sein des quadrats, (4) densité de la macrofaune benthique associée et état de santé des transects	106
Figure 84 : Proportions des différentes catégories d'assemblage de phanérogames rencontrées sur les LIT de l'herbier Caye Pariadis entre 2015 et 2020	107
Figure 85 : Groupes dominants et secondaires d'épibioses présents sur la surface des feuilles de phanérogames	107
Figure 86 : Description de la biocénose de Caye Pariadis : (1) couverture des quadrats en phanérogames, macroalgues et cyanobactéries, (2) identification des espèces de phanérogames dominantes et secondaires & (3) des macroalgues dominantes et secondaires au sein des quadrats, (4) densité de la macrofaune benthique associée et état de santé des transects	108
Figure 87 : Proportions des différentes catégories d'assemblage de phanérogames rencontrées sur les LIT de l'herbier Baie des Mulets entre 2015 et 2020	109
Figure 88 : Groupes dominants et secondaires d'épibioses présents sur la surface des feuilles de phanérogames	109
Figure 89 : Description de la biocénose de Baie des Mulets : (1) couverture des quadrats en phanérogames, macroalgues et cyanobactéries, (2) identification des espèces de phanérogames dominantes et secondaires & (3) des macroalgues dominantes et secondaires au sein des quadrats, (4) densité de la macrofaune benthique associée et état de santé des transects	110
Figure 90 : Teneur en matière organique dans les sédiments des 9 sites de suivi DCE-Herbier. Les données de 2019 et 2020 sont représentées pour chaque site (moyenne \pm écart type)	111
Figure 91 : Graphique représentant la totalité du NanoPicoplancton vivant et les éléments faiblement fluorescents éliminés en 2018 (Others et Not Autotrophes)	113
Figure 92 : Valeurs de chlorophylle <i>a</i> pour l'ensemble des sites DCE des masses d'eau côtières sur la période 2015-2020, variations interannuelles et mensuelles (<i>points rouges</i> : valeurs de 2020 ; <i>trait rouge</i> : médiane ; <i>pointillés de couleur</i> : seuil de la grille de qualité)	115
Figure 93 : Commentaires sur les valeurs de chlorophylle <i>a</i> pour l'année 2020	115
Figure 94 : Les pigments phytoplanctoniques et les organismes associés (adapté de Bec <i>et al.</i> 2016 et de Delmas et Siano, 2014)	116
Figure 95 : Concentrations mensuelles des pigments phytoplanctoniques (hors Chl <i>a</i>) pour Banc Gamelle – type 1 et Pinsonnelle –type 2, en 2020	117
Figure 96 : Biomasses bimensuelles moyennes en pigments (hors chl <i>a</i>) des MEC (a) (moyenne, <i>n</i> =19) et de la MET (b) en 2020.....	118
Figure 97 : Concentrations moyennes annuelles en pigments (hors Chl <i>a</i>) des MEC entre 2015 et 2020 (<i>n</i> =84) et de la MET de 2017 à 2020 (<i>n</i> =4, <i>n</i> =6 pour 2019, 2020)	118
Figure 98 : Abondances mensuelles du nano et pico-plancton total pour Banc Gamelle – type 1 et Pinsonnelle – type 2, en 2020.....	119
Figure 99 : Abondances bimensuelles du nano et pico-plancton total des MEC (a) (moyenne, <i>n</i> =19) et de la MET (b) et des groupes d'organismes qui le composent en 2020.....	120
Figure 100 : Abondances moyennes annuelles du nano et pico-plancton des MEC (a) et de la MET (b) et des groupes d'organismes qui le composent, entre 2015 et 2020 (MEC, <i>n</i> =84, <i>n</i> =126 en 2019 ; MET, <i>n</i> =4, <i>n</i> =6 en 2019, 2020)	121
Figure 101 : Abondances mensuelles du microphytoplancton total pour Banc Gamelle – type 1 et Pinsonnelle – type 2, en 2020.....	122
Figure 102 : Abondances bimensuelles du microphytoplancton des MEC (a) (moyenne, <i>n</i> =19 ou moins si données manquantes et de la MET (b) et des groupes d'organismes qui le composent, en 2020.....	123
Figure 103 : Abondances moyennes annuelles du microphytoplancton des MEC (a) et de la MET (b) et des groupes d'organismes qui le composent, entre 2015 et 2020 (2014-2018 :MEC, <i>n</i> =84 ; MET, <i>n</i> =4. 2019, 2020 : MEC, <i>n</i> =126 ; MET, <i>n</i> =6).....	124
Figure 104 : Qualité des masses d'eau DCE au regard de l'indice de biomasse (chlorophylle <i>a</i>), évaluée selon la grille de qualité Gailhard-Rocher, 2012	128
Figure 105 : Qualité des masses d'eau DCE au regard de l'indice d'abondance (microphytoplancton), évalué selon la grille de qualité Belin & Lamoureux, 2015 et le seuil Allenou, 2019.	131
Figure 106 : Qualité des masses d'eau DCE au regard de l'indicateur phytoplancton, évalué selon la grille de qualité Belin & Lamoureux, 2015.....	132
Figure 107 : Valeurs de température pour l'ensemble des sites DCE des masses d'eau côtières sur la période 2015-2020, variations interannuelles et mensuelles (<i>points rouges</i> : valeurs de 2020 ; <i>traits rouges</i> : médiane)	133

Figure 108 : Qualité des masses d'eau DCE au regard de l'indicateur température, évaluée selon la sinusoïde et la grille de qualité Allenou, 2019. (ME = Masse d'Eau).....	136
Figure 109 : Valeurs d'oxygène dissous (fond) pour l'ensemble des sites DCE des masses d'eau côtières sur la période 2015-2020, variations interannuelles et mensuelles (<i>points rouges : valeurs de 2020 ; traits rouges : médianes ; pointillés couleur : seuil de la grille de qualité</i>)	137
Figure 110 : Qualité des masses d'eau DCE au regard de l'indicateur oxygène, évaluée selon la grille de qualité MTES, 2018. (ME = Masse d'Eau).....	140
Figure 111 : Valeurs de transparence pour les sites DCE des masses d'eau côtières de type 1 (baies) et les sites des types 2 à 7, sur la période 2015-2020, variations interannuelles et mensuelles (<i>points rouges : valeurs de 2020 ; traits rouges : médianes ; pointillés couleur : seuil de la grille de qualité</i>).....	141
Figure 112 : Commentaires sur les valeurs de turbidité pour l'année 2020	142
Figure 113 : Qualité des masses d'eau DCE au regard de l'indicateur transparence, évaluée selon la grille de qualité MTES, 2018. (ME = Masse d'Eau)	144
Figure 114 : Valeurs de nitrates + nitrites, ammonium et orthophosphates pour l'ensemble des sites DCE des masses d'eau côtières en 2017 (Ifremer), 2019 (IPG) et 2020 (LABEO) (gauche) et valeurs mensuelles (droite) (<i>points rouges : valeurs de 2020 ; trait rouge : médiane</i>).....	146
Figure 115 : Rappel des étapes pour définir l'état écologique des masses d'eau	152
Figure 116 : Qualité biologique des masses d'eau DCE pour la période 2015 à 2020	153
Figure 117 : Qualité physico-chimique calculée des masses d'eau DCE pour la période 2015 à 2020, avec polluant spécifique de l'état écologique.....	156
Figure 118 : Qualité physico-chimique calculée des masses d'eau DCE, sans polluant spécifique de l'état écologique, période 2015 à 2020	158
Figure 119 : Arbre de décision pour établir le niveau de confiance de l'état écologique (MEDDE, 2015).	161
Figure 120 : Etat écologique (partiel) calculé des masses d'eau pour les données disponibles de 2015 à 2020, en prenant en compte l'état physico-chimique avec le polluant spécifique de l'état écologique	162
Figure 121 : Etat écologique (partiel) calculé des masses d'eau pour les données disponibles de 2015 à 2020, en prenant en compte l'état physico-chimique SANS le polluant spécifique de l'état écologique	163
Figure 122 : Etat global (partiel) sans PSEE des masses d'eau côtières de la Martinique.....	167
Figure 123 : Etat global (partiel) avec PSEE des masses d'eau côtières de la Martinique.....	167
Figure 124 Masses d'eau et sites de suivi de la baie de Fort-de-France	177
Figure 125 Comparaison des évaluations Martinique indice Biomasse in situ (gauche) vs satellite (droite) (Huguet, 2020).....	179

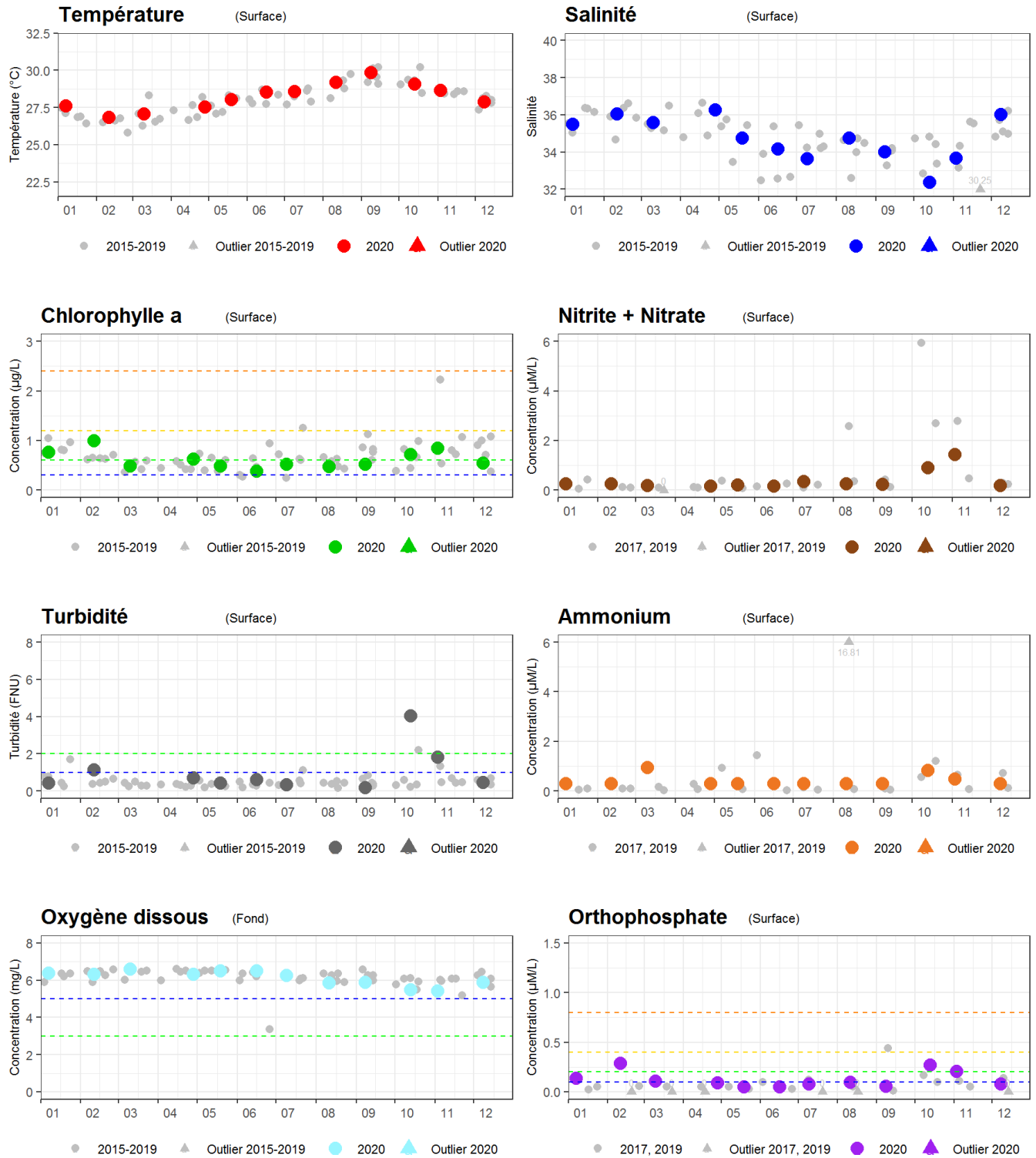
Tableau 1 : Comparaison des protocoles et fréquences de suivi des éléments biologiques décrits dans l'arrêté du 17 octobre 2018 avec ceux appliqués pour la DCE Martinique (compilation de l'annexe IV et VI de l'arrêté).....	19
Tableau 2 : Comparaison des protocoles et fréquences de suivi des éléments physico-chimiques décrits dans l'arrêté du 17 octobre 2018 avec ceux appliqués pour la DCE Martinique (compilation de l'annexe IV et VI de l'arrêté)	20
Tableau 3 : Comparaison des protocoles et fréquences de suivi des éléments chimiques décrits dans l'arrêté du 17 octobre 2018 et dans l'arrêté préfectoral avec ceux appliqués pour la DCE Martinique (compilation de l'annexe II et III de l'arrêté)	20
Tableau 4 : Description des sites de surveillance des MEC et de la MET et type de suivi réalisé en 2020. Les coordonnées GPS sont données en WGS 84/UTM 20N. ME= masse d'eau, CC= Communautés coralliennes, H= Herbiers, PP= Physico-chimie et phytoplancton, C=Chimie	26
Tableau 5 : Fréquences d'échantillonnage des paramètres DCE sur les sites DCE des MEC et MET	27
Tableau 6 : Bilan des paramètres biologiques suivis de 2007 à 2020	27
Tableau 7 : Bilan des stations pluviométriques potentiellement pertinentes pour l'interprétation des résultats DCE	28
Tableau 8 : Grilles de qualité DCE pour l'indice « corail » (% du substrat colonisable).....	77
Tableau 9 : Grilles de qualité DCE pour l'indice « macroalgues » (% du substrat total)	77
Tableau 10 : Exemple de grille de qualité « Diadèmes »	78
Tableau 11 : Qualité des masses d'eau DCE au regard de l'indicateur communautés coralliennes évalué selon la grille de Impact Mer, 2011. (ME= Masse d'Eau, TB = Très Bonne ; Moy = Moyenne ; Méd = Médiocre et Mauv = Mauvaise).....	82
Tableau 12 : Evolution des indices corail entre 2010 et 2020 sur les sites du réseau de suivi.....	83
Tableau 13 : Evolution de l'indice macroalgues entre 2010 et 2020 sur les sites du réseau de suivi.....	83
Tableau 14 : Qualité des masses d'eau DCE au regard de l'indice oursin évalué selon la grille de Impact Mer, 2011. (ME= Masse d'Eau, TB = Très Bonne ; Moy = Moyenne ; Méd = Médiocre et Mauv = Mauvaise).....	84
Tableau 15 : Calcul pour l'indice évolution interannuelle de la couverture corallienne	86
Tableau 16 : Détails de l'évaluation des qualités des quatre métriques composant l'indice de vulnérabilité.....	89
Tableau 17 : Note d'indice issue de la compilation de paramètres complémentaires indicateurs de la vulnérabilité des communautés	90
Tableau 18 : Indicateur communautés coralliennes révisé par l'indice vulnérabilité (non inclus dans l'évaluation DCE).....	90

Tableau 19 : Abondances maximales des taxons indicateurs mesurées aux sites à chacune des campagnes en 2020 (En rouge : abondances maximales dépassant le seuil de 25 000 cell/l).....	124
Tableau 20 : Grille de qualité DCE retenue pour l'indice biomasse en Martinique	125
Tableau 21 : Grille de qualité DCE retenue pour l'indice abondance (micro-phytoplancton)	126
Tableau 22 : Grille de qualité DCE retenue pour l'indicateur « phytoplancton » en Martinique, exprimé sous forme d'EQR	126
Tableau 23 : Nombre de données disponibles pour le paramètre chlorophylle a sur les sites DCE pour la période 2015-2020 (ME = Masse d'Eau).....	127
Tableau 24 : Nombre de données disponibles pour le paramètre abondance (microphytoplancton) sur les sites DCE pour la période 2015-2020. (ME = Masse d'Eau)	130
Tableau 25 : Sinusoïde de référence pour les masses d'eau côtières proposée pour l'indicateur température en Martinique.....	134
Tableau 26 : Grille de qualité pour l'indicateur température (écart à la sinusoïde en %).....	134
Tableau 27 : Jeu de données température sub-surface utilisées pour l'évaluation des masses d'eau sur la période 2015-2020. (ME = Masse d'Eau).....	135
Tableau 28 : Grille de qualité pour l'indicateur oxygène en Martinique (mg.l ⁻¹)	138
Tableau 29 : Jeu de données oxygène fond utilisées pour l'évaluation des masses d'eau sur la période 2015-2020. (ME= Masse d'Eau).....	139
Tableau 30 : Grille de qualité pour l'indice turbidité	142
Tableau 31 : Jeu de données transparence de surface utilisées pour l'évaluation des masses d'eau sur la période 2015-2020. (ME = Masse d'Eau)	143
Tableau 32 : Qualité des masses d'eau DCE au regard du polluant spécifique de l'état écologique, mesuré sur l'eau et dans le biote (ME = Masse d'Eau). Données mollusque et poissons Allenou et Amouroux, 2019. Valeur en rouge supérieure à la NQE-MA.	149
Tableau 33 : Qualité biologique des masses d'eau DCE obtenue après agrégation des indicateurs « phytoplancton » et « communautés coralliennes » pour les données disponibles de 2015 à 2020. En rouge : les indicateurs actuellement utilisés pour l'évaluation de la qualité biologique.....	154
Tableau 34 : Qualité biologique des masses d'eau DCE avec prise en compte de l'indice « vulnérabilité » des communautés coralliennes, pour les données disponibles de 2015 à 2020. En rouge les indicateurs actuellement utilisés pour l'évaluation de la qualité biologique	155
Tableau 35 : Qualité physico-chimique des masses d'eau DCE issues des indicateurs « température », « turbidité », « oxygène dissous » et « polluant spécifique chlrodécone » pour les données disponibles de 2015 à 2020. En rouge : indicateurs utilisés pour l'évaluation de la qualité physico-chimique ; N.e. pour Non évalué ...	157
Tableau 36 : Synthèse de la qualité hydromorphologique des masses d'eau côtières et de transition de Martinique (source ODE Martinique, 2019).....	159
Tableau 37 : Etat écologique (partiel) des masses d'eau établi avec la qualité biologique modifié par l'indice « vulnérabilité » pour les données disponibles de 2015 à 2020, en prenant en compte l'état physico-chimique SANS le polluant spécifique de l'état écologique	164
Tableau 38 : Etat chimique des masses d'eau DCE basé sur le dosage des polluants par échantillonnage passif, années 2014 à 2019 et année 2019.....	166
Tableau 39 : Evolution des qualités biologiques, qualité physico-chimique et états écologiques partiels des sites/masses d'eau DCE calculés sur les périodes 2009-2014, 2010-2015, 2011-2016, 2012-2017, 2013-2018 et 2014-2019	171
Tableau 40 : Comparaison de l'état écologique sans PSEE 2015-2021 et des objectifs SDAGE 2016-2021	173
Tableau 41 : Bilan du suivi 2020 et objectifs pour les futurs suivis	176
Tableau 42 : Grilles de qualité DCE retenue pour l'indice DIN en Martinique (µM)	242
Tableau 43 : Grille de qualité DCE retenue pour l'indice « orthophosphates » en Martinique (µM)	242
Tableau 44 : Grilles de qualité DCE retenue pour l'indicateur « nutriments » en Martinique, exprimée sous forme d'EQR.....	242

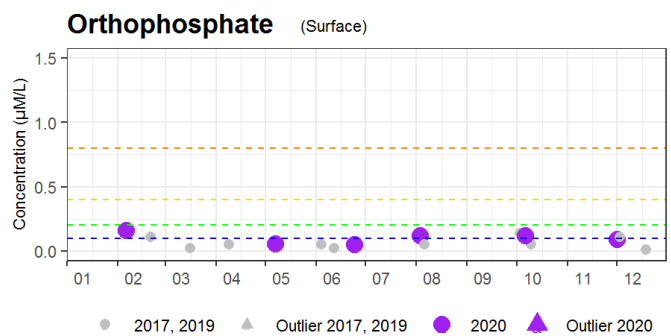
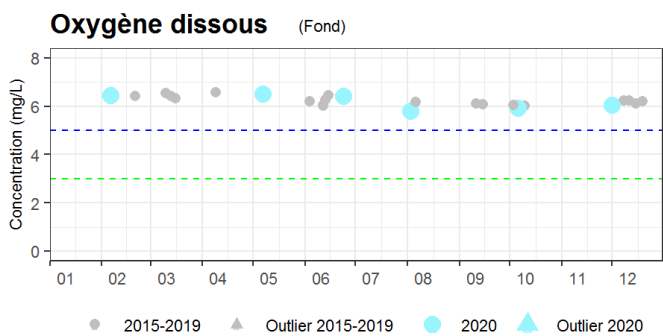
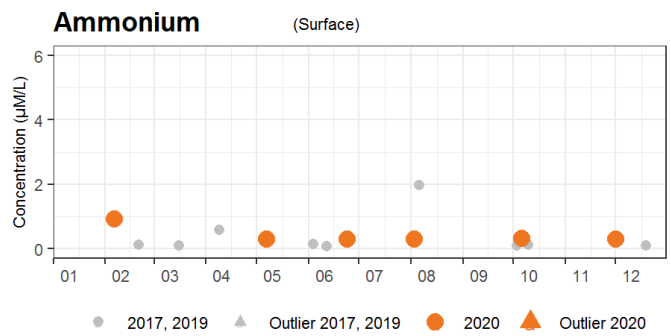
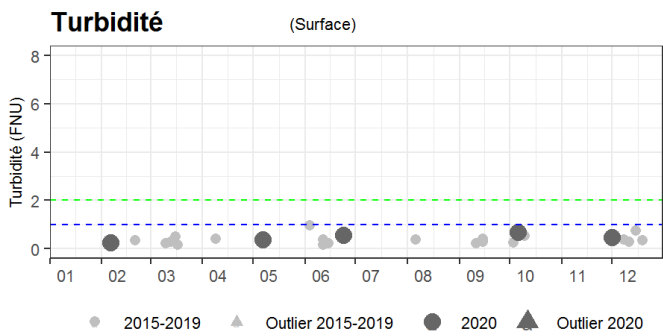
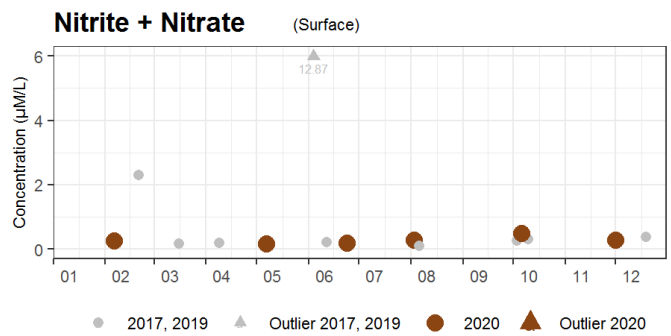
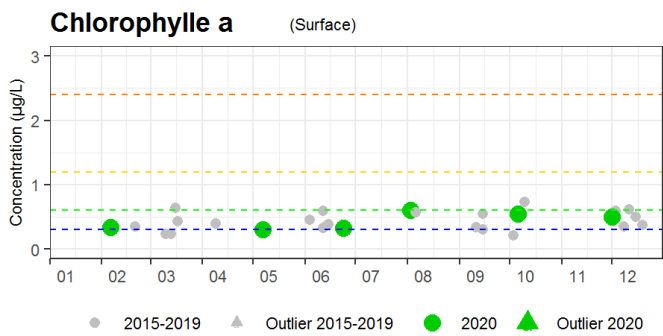
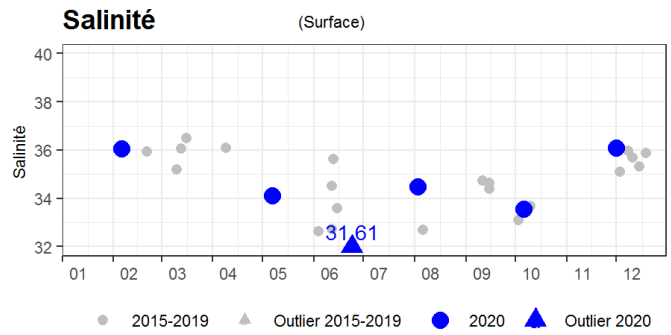
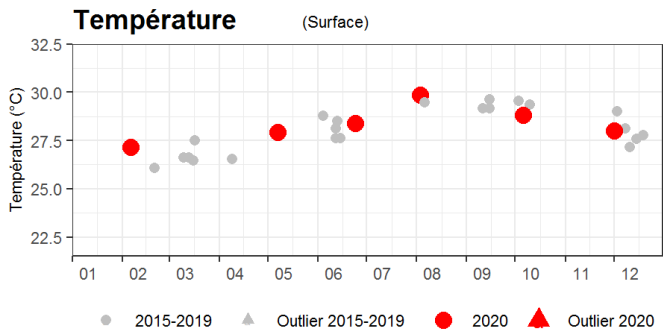
11 Annexes

11.1 Annexe 1 : Représentation graphique des valeurs ponctuelles de physico-chimie sur la période 2013-2018, par paramètre et par masse d'eau

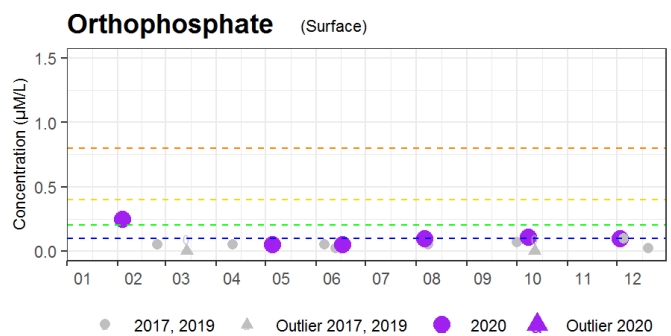
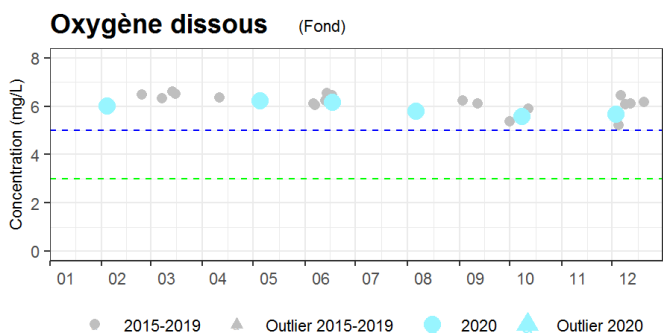
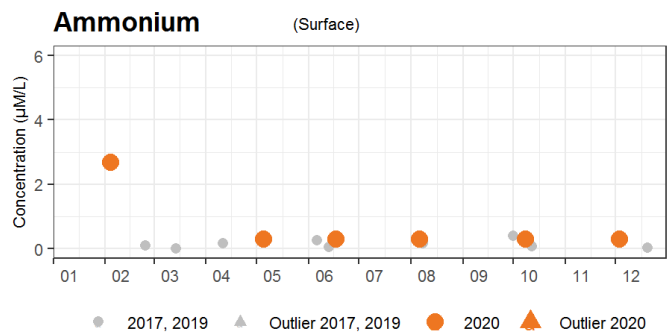
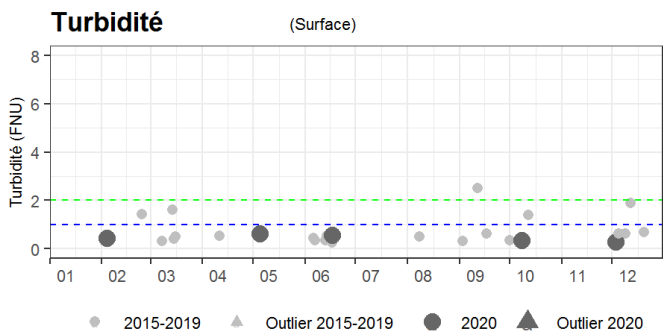
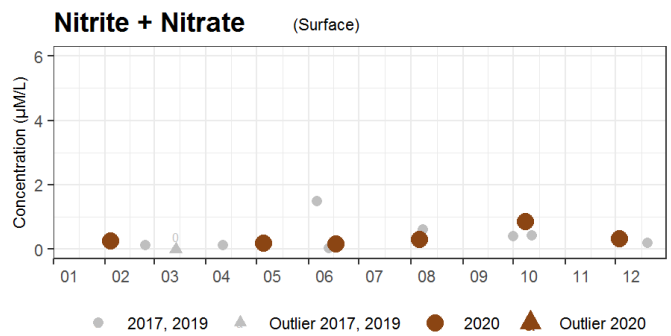
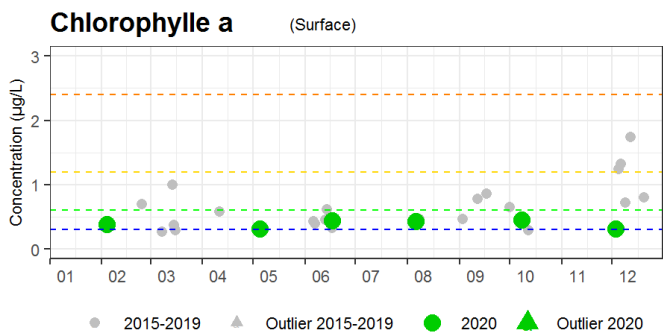
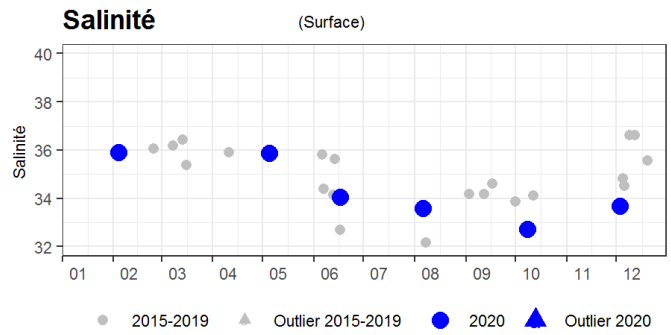
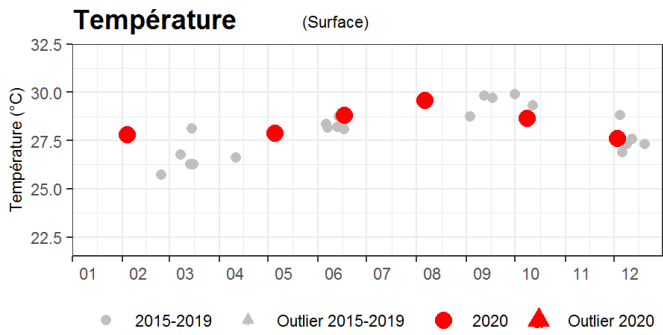
FRJC001 Banc Gamelle



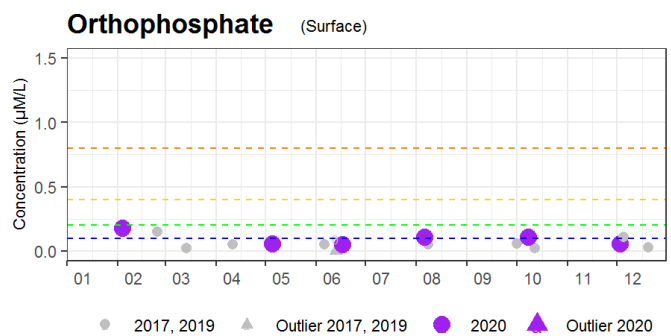
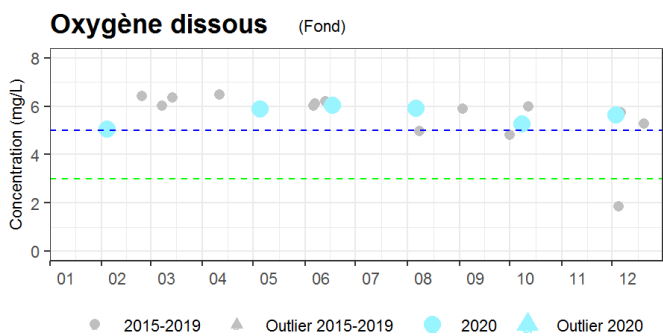
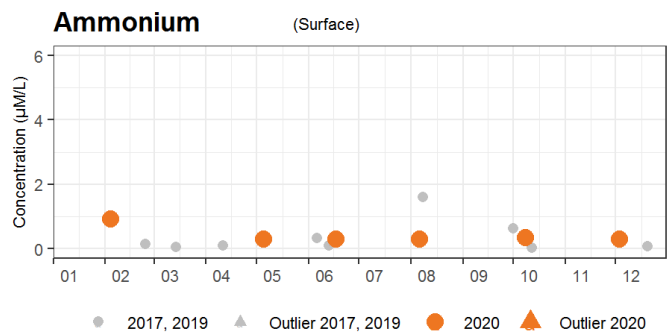
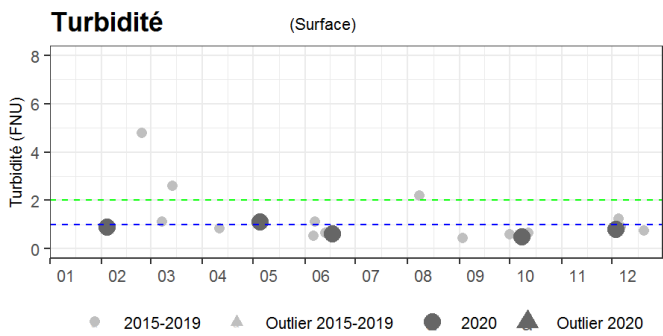
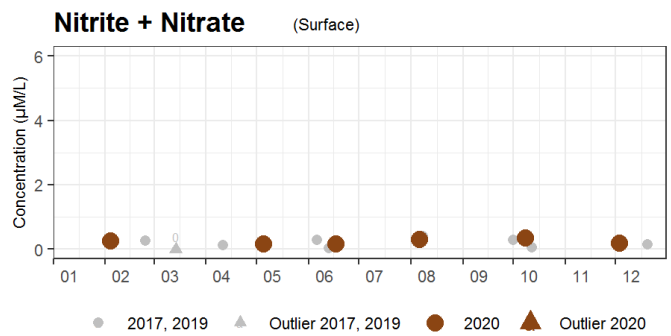
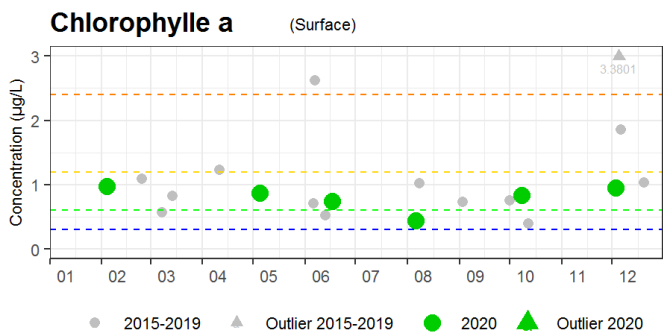
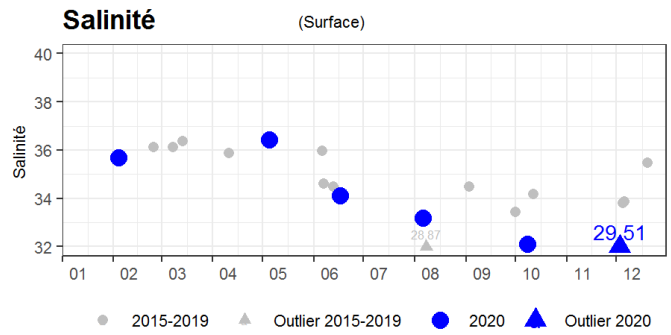
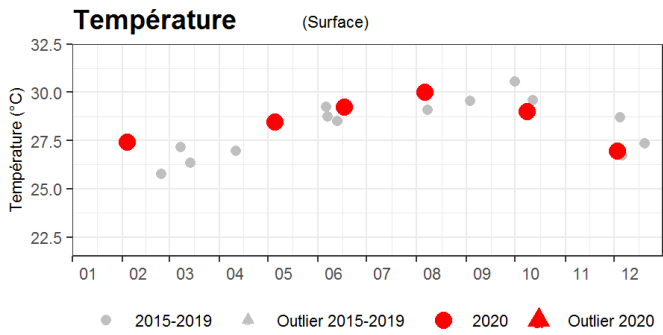
FRJC010 Baie du Marin



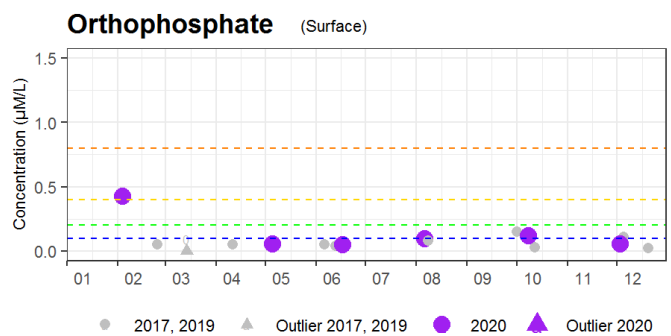
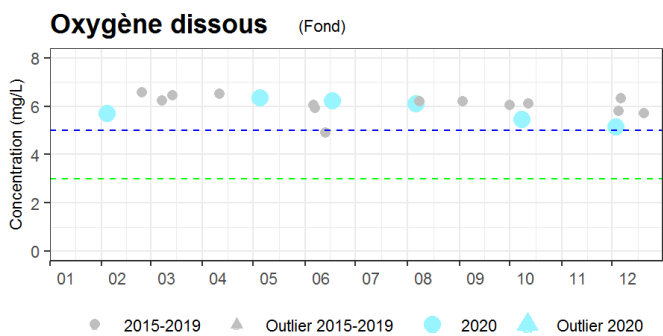
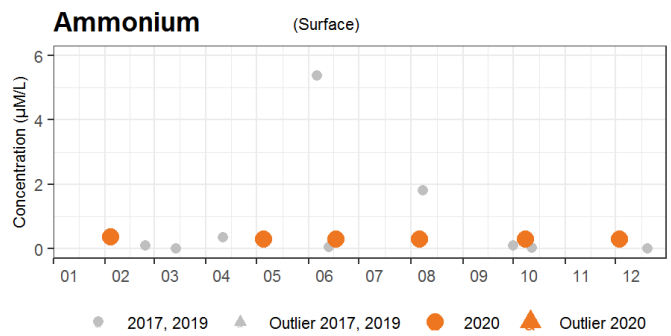
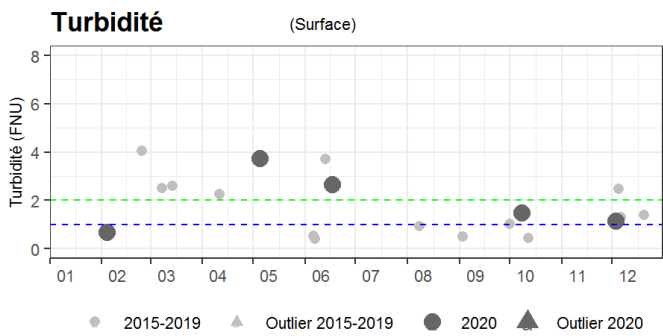
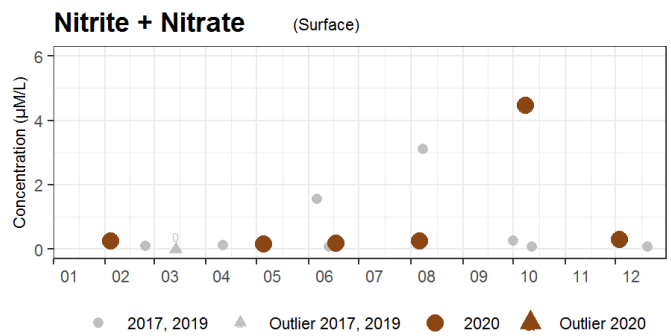
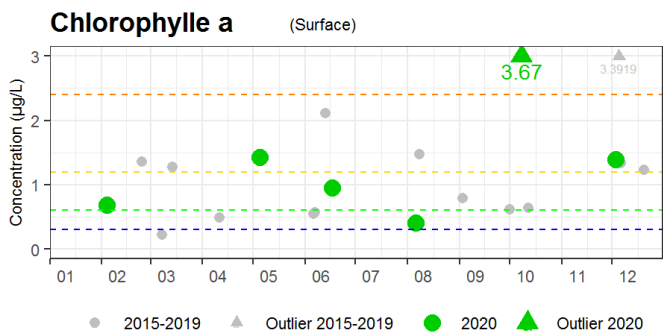
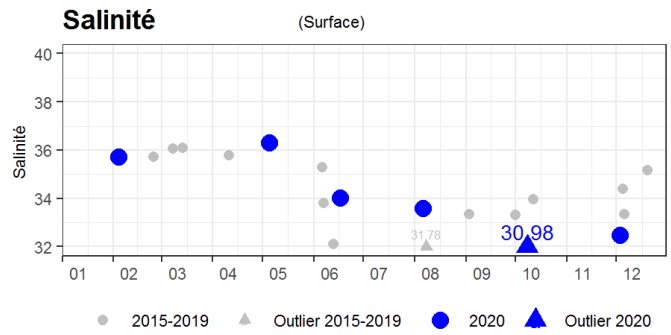
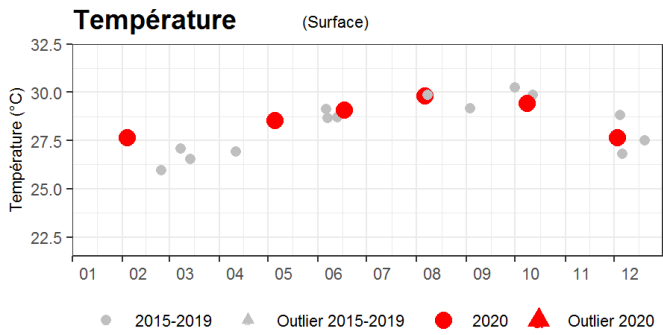
FRJC007 Ilets à rats



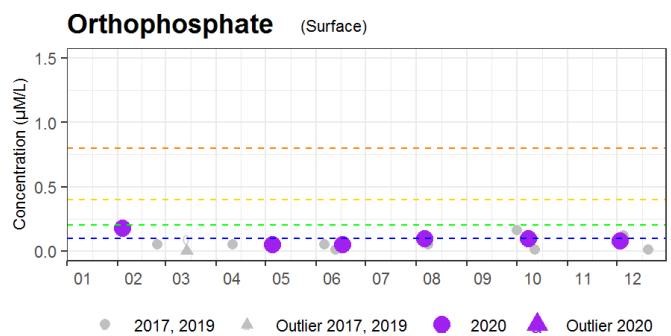
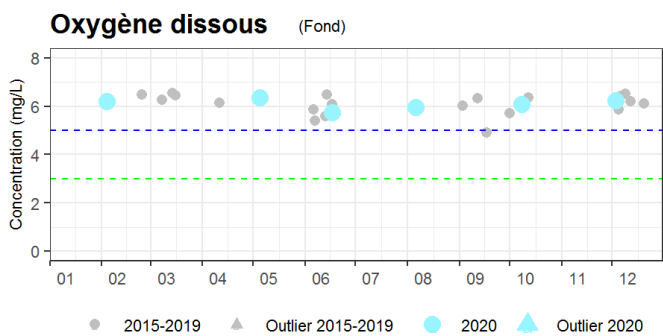
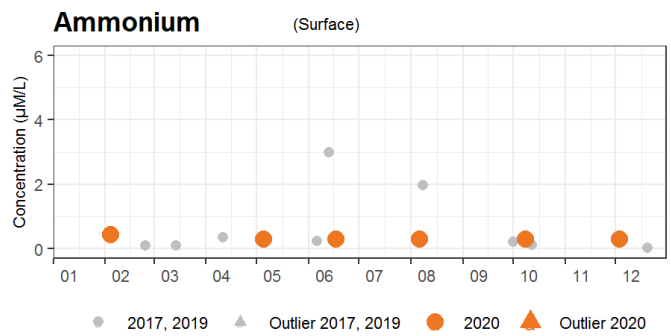
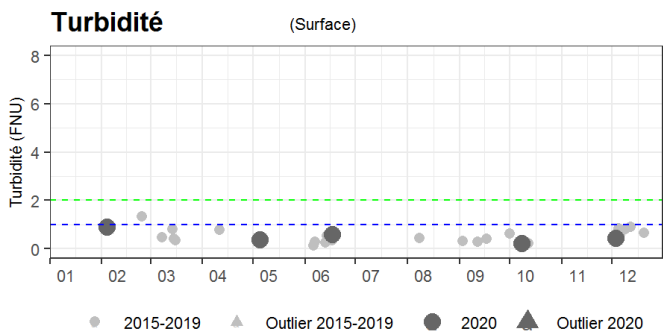
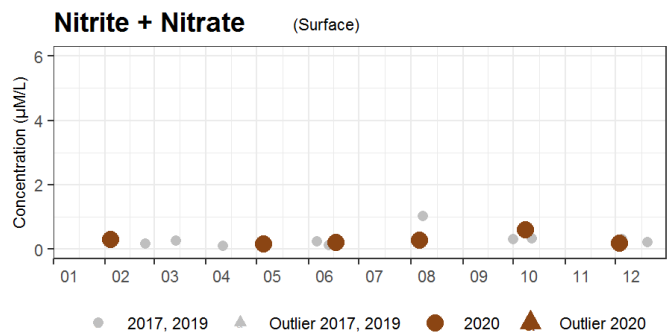
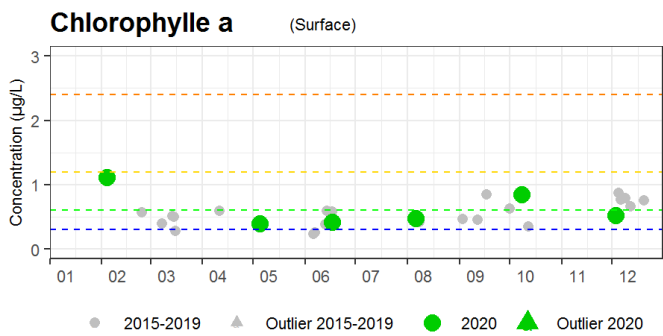
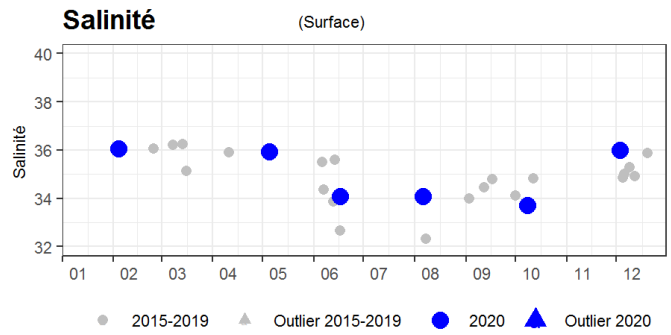
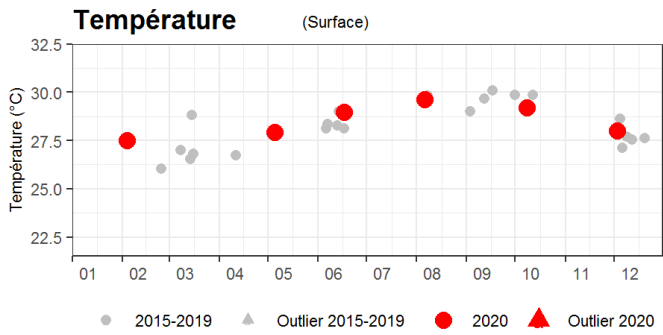
FRJC005 Baie du Robert



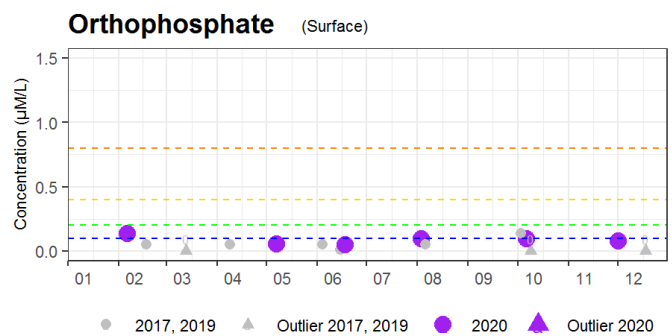
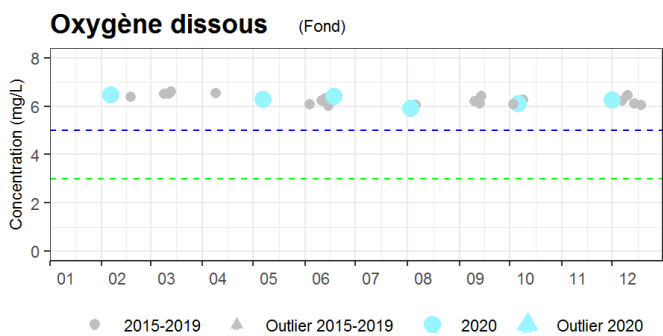
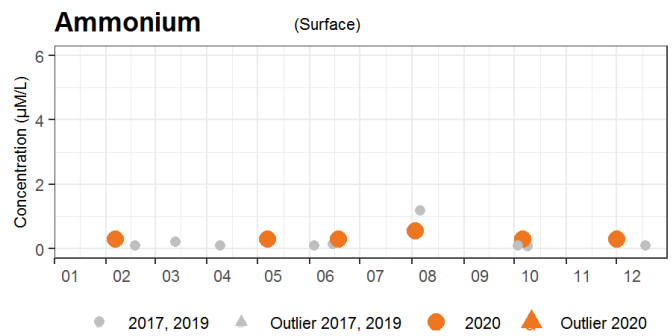
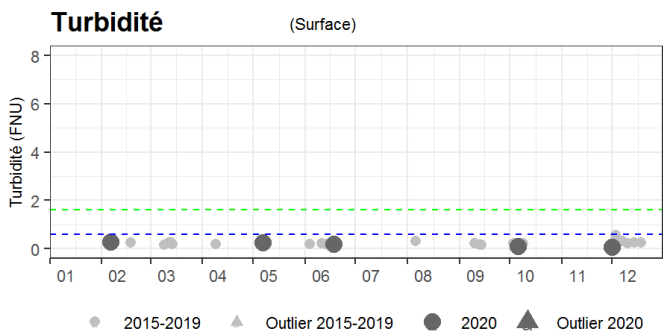
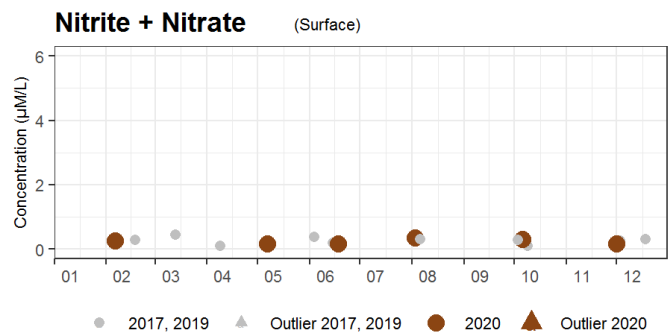
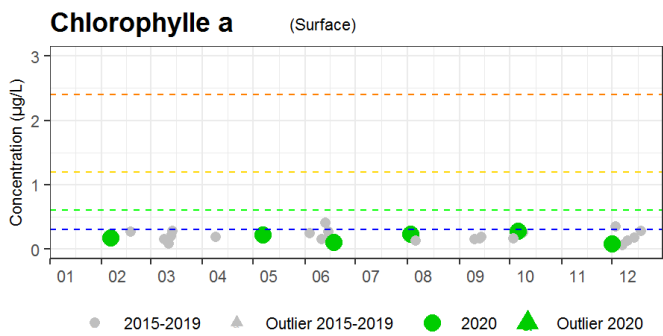
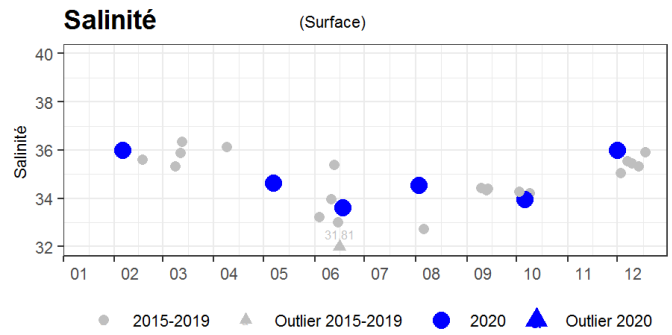
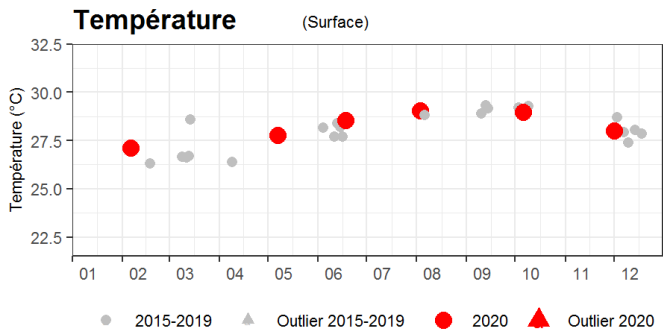
FRJC014 Baie du Galion



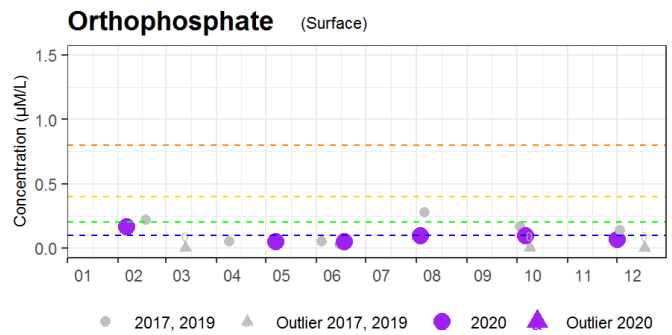
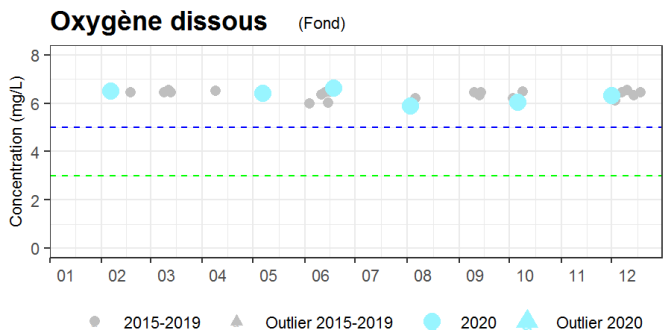
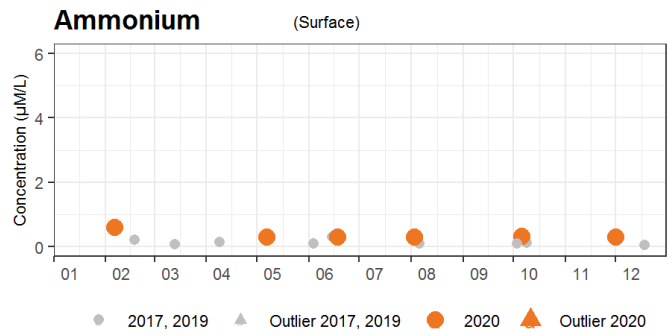
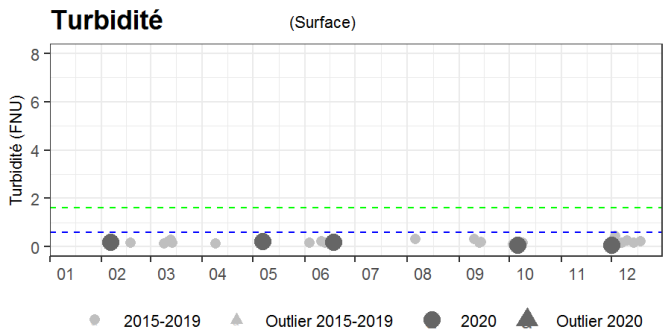
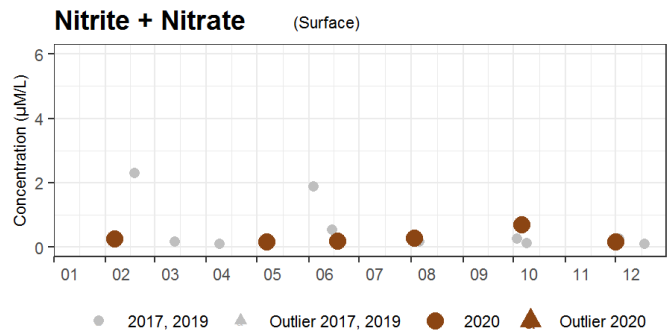
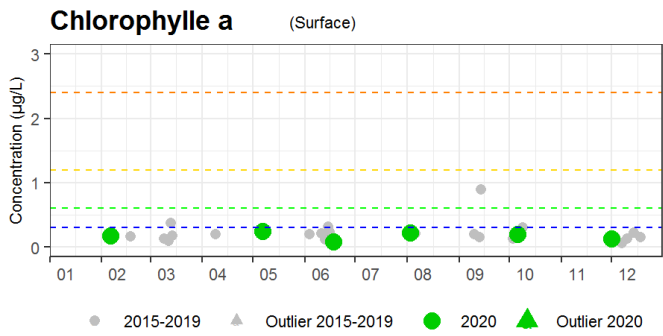
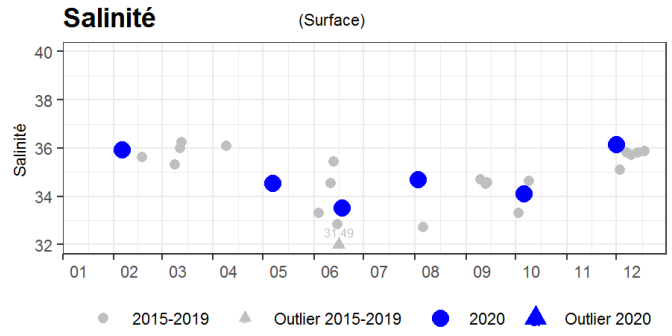
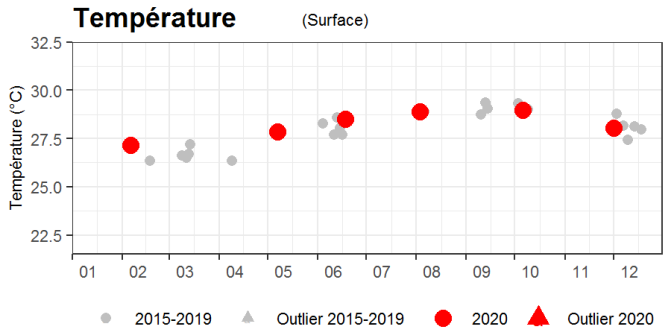
FRJC013 Baie du Trésor



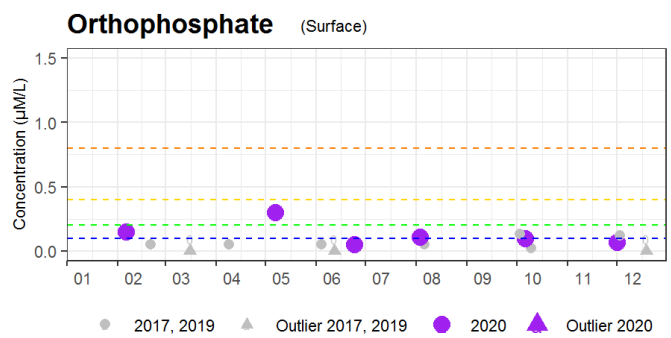
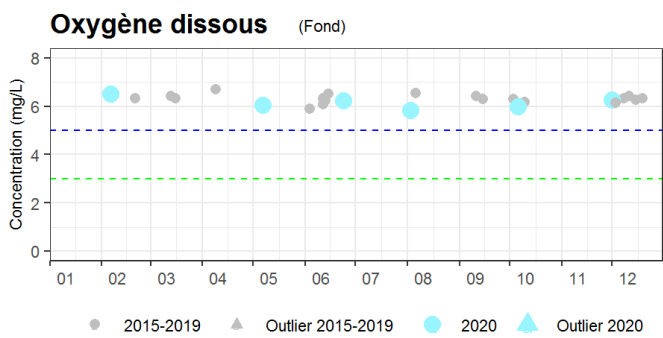
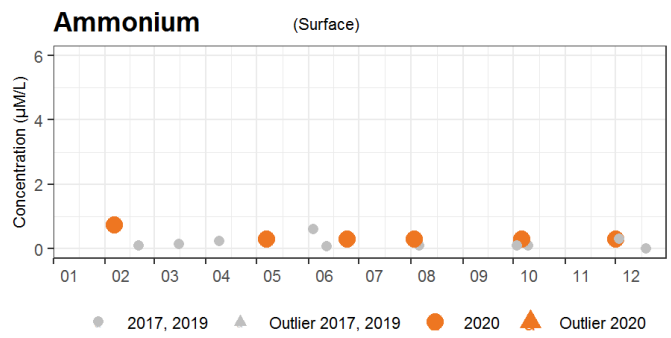
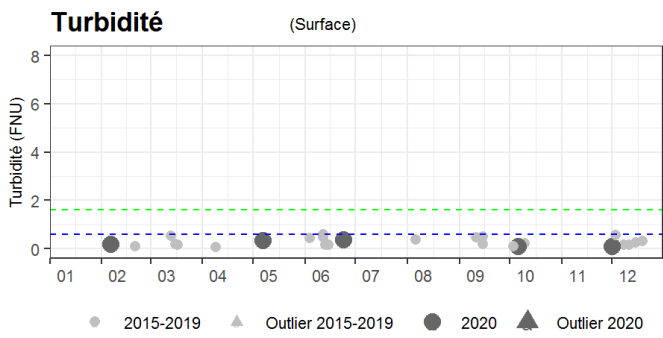
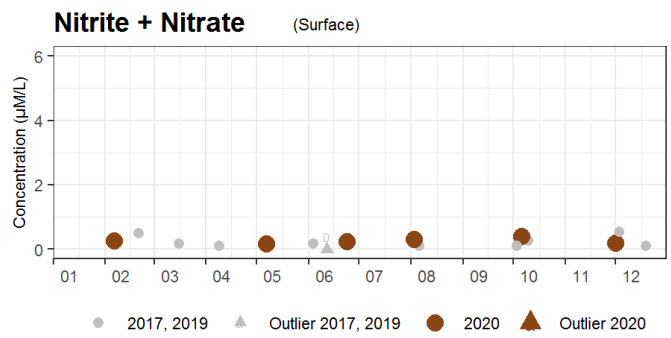
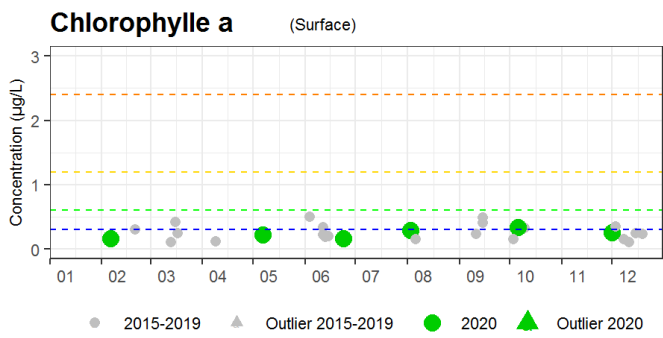
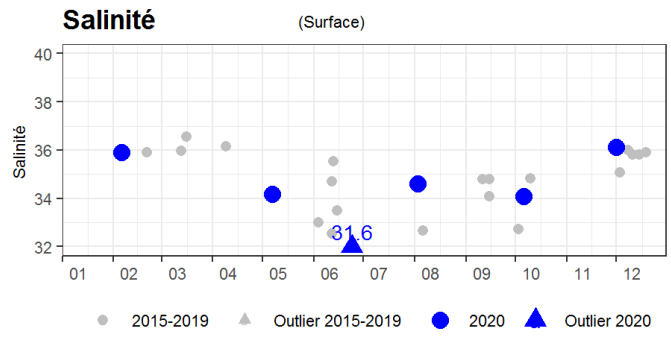
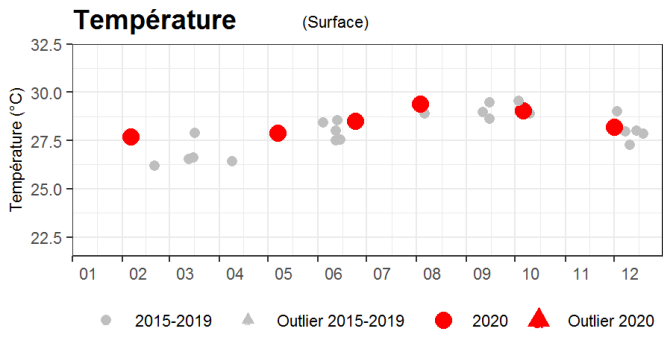
FRJC002 Fond Boucher



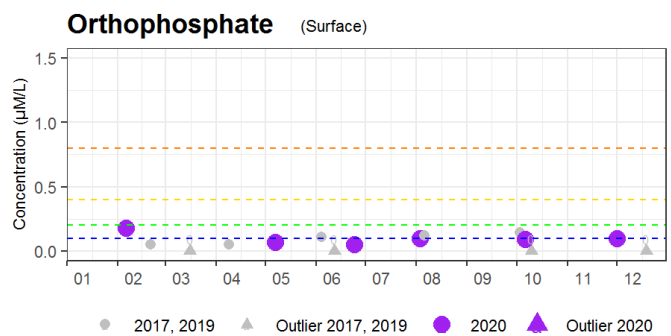
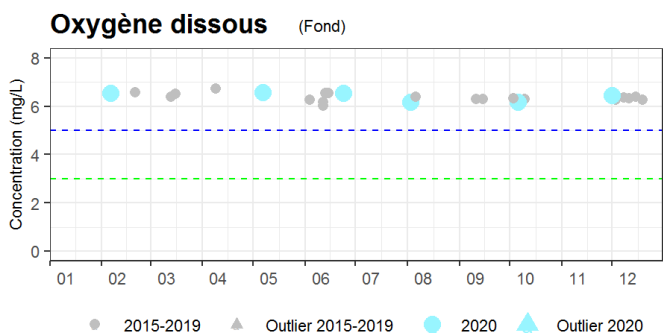
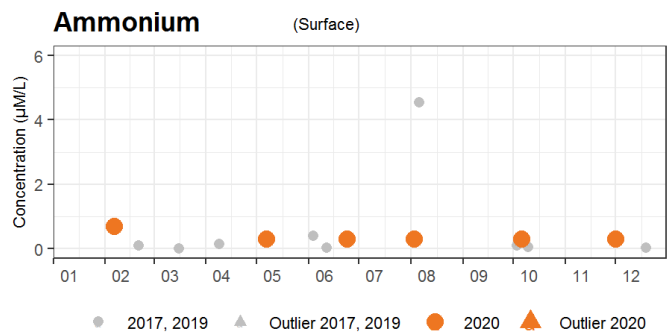
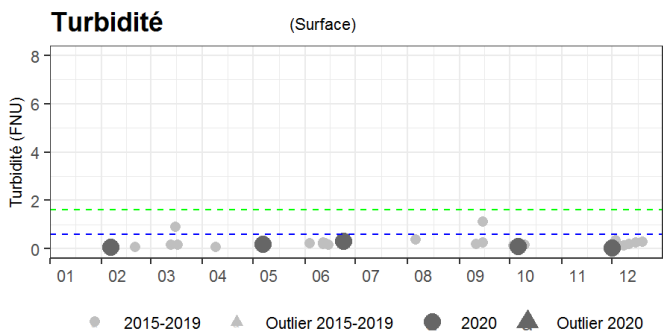
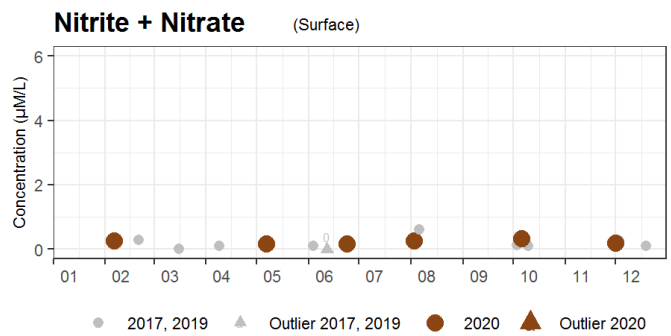
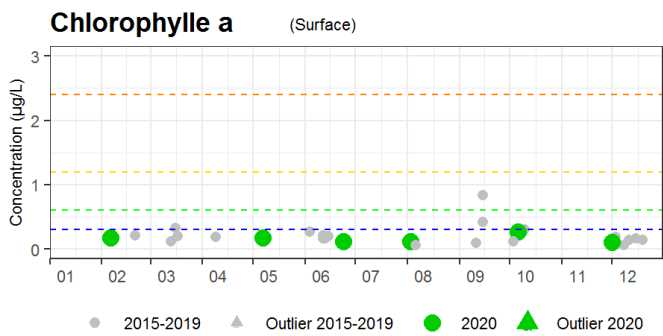
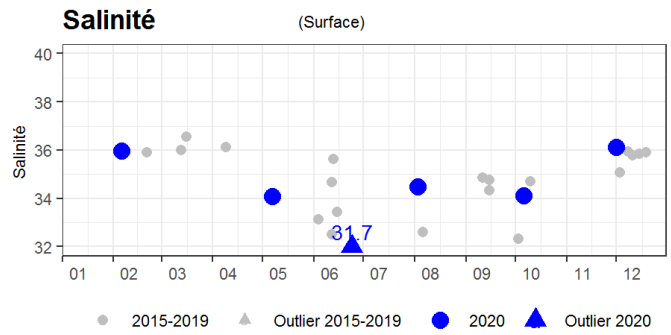
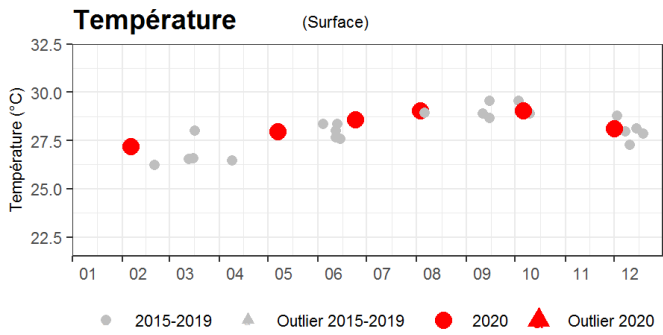
FRJC003 Cap Salomon



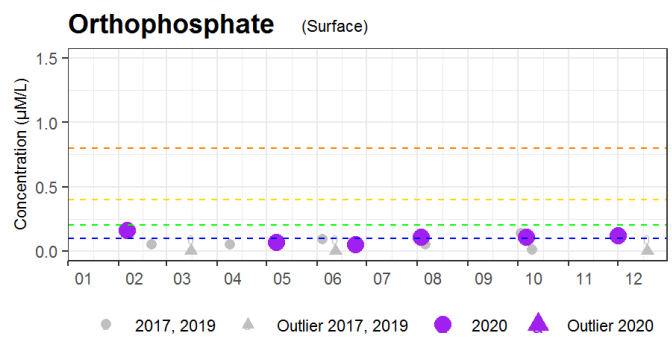
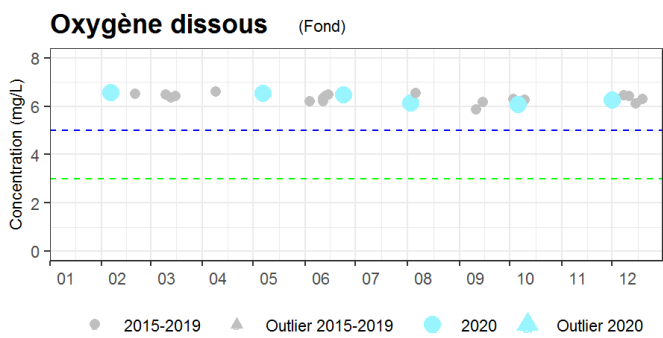
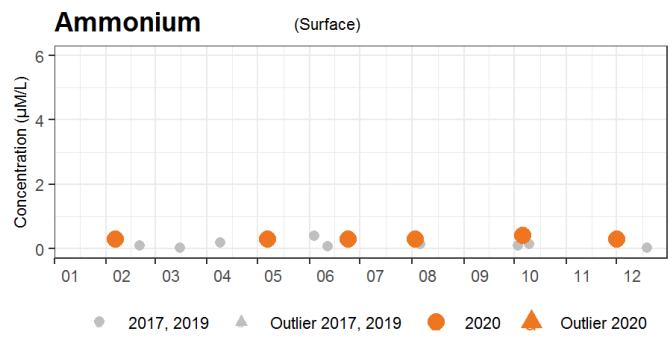
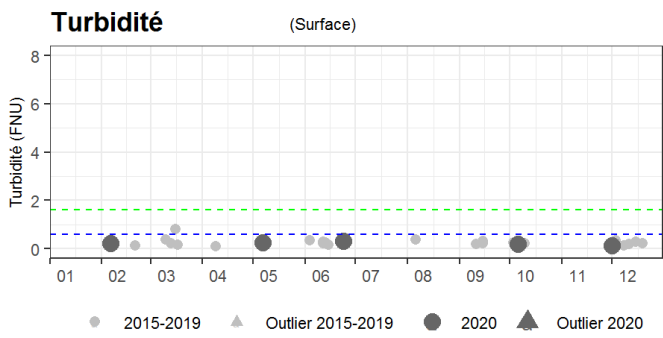
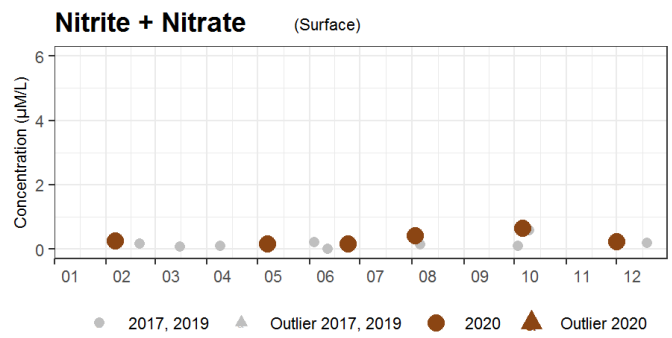
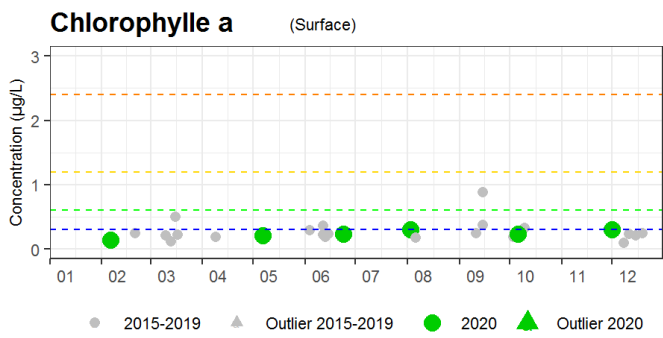
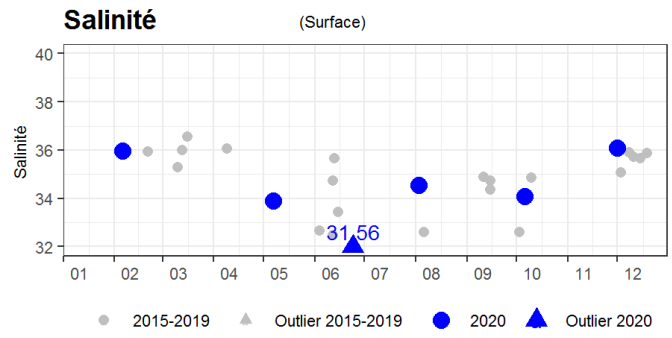
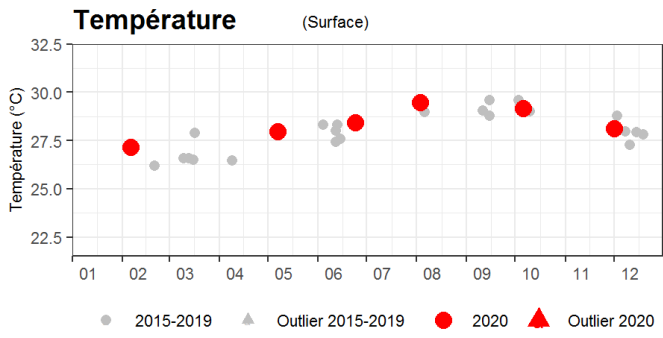
FRJC018 Caye d'Olbian



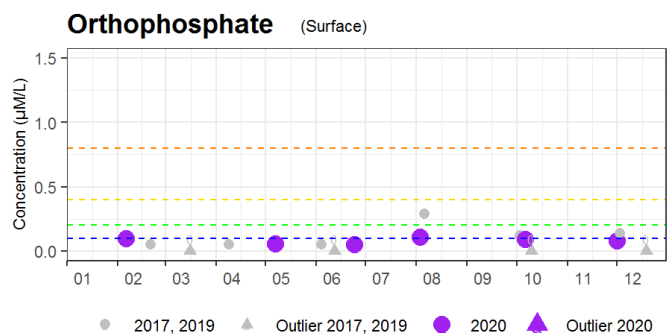
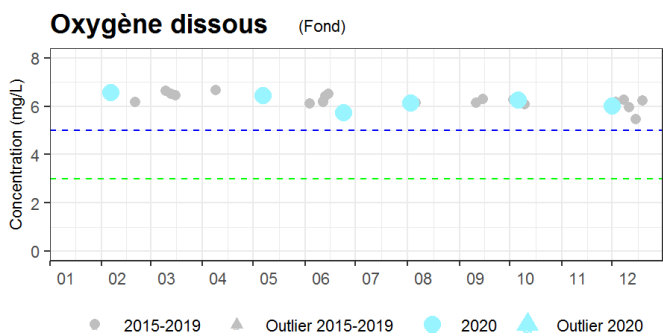
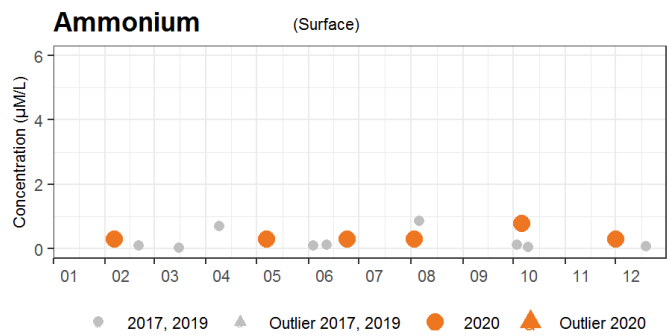
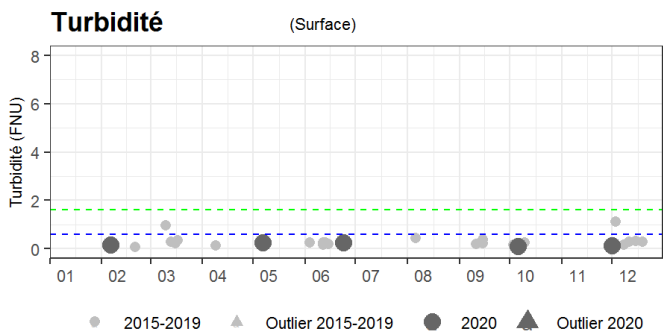
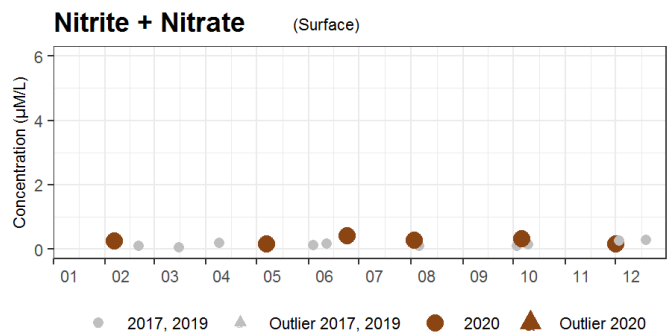
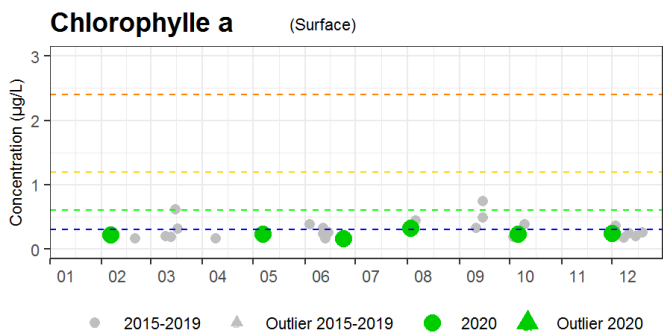
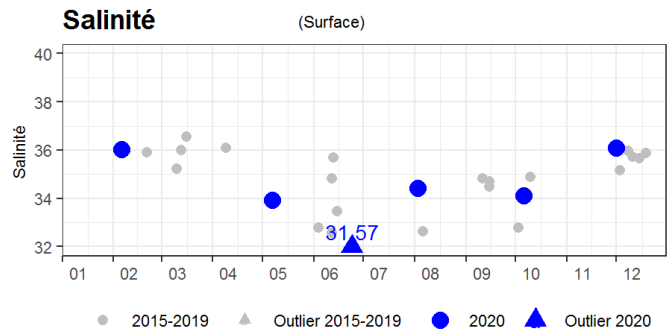
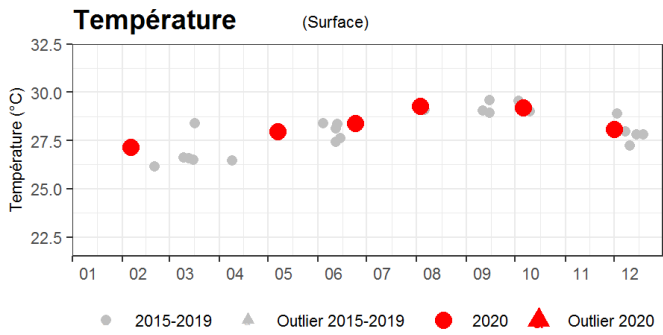
FRJC019 Banc du Diamant



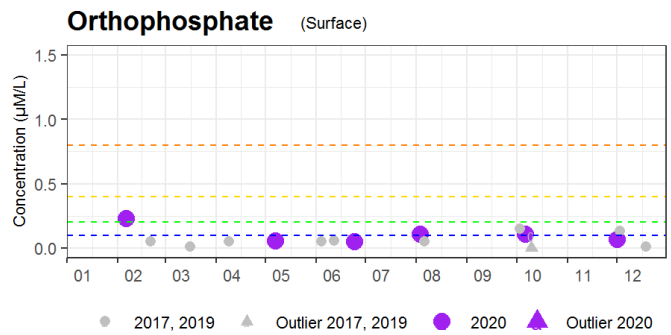
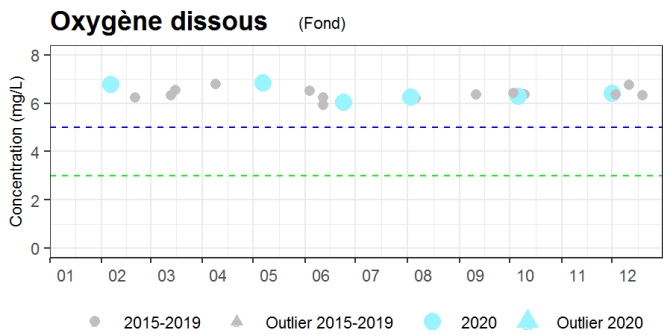
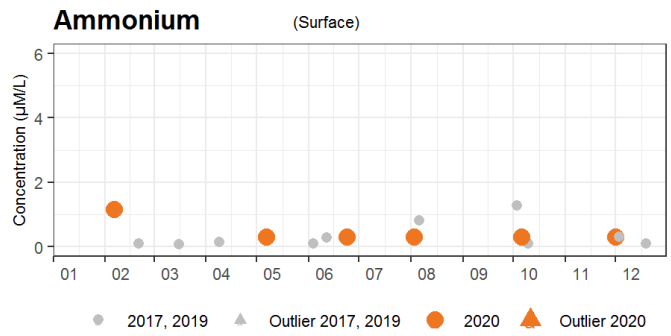
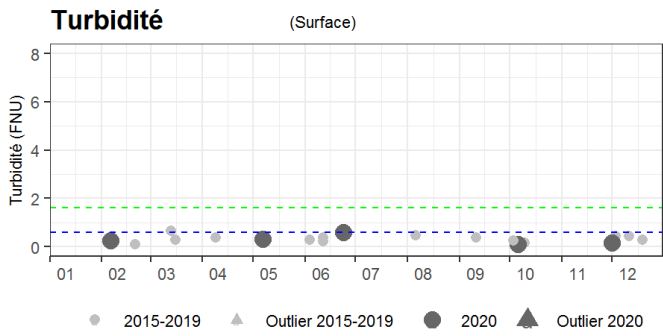
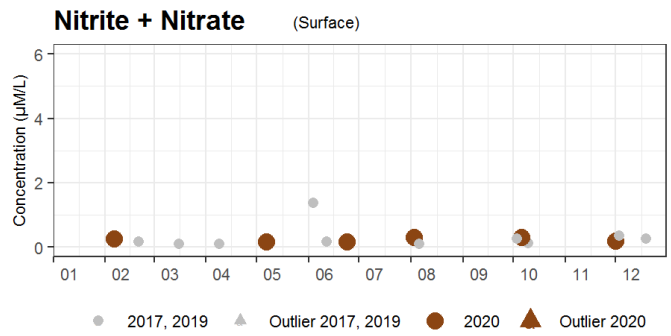
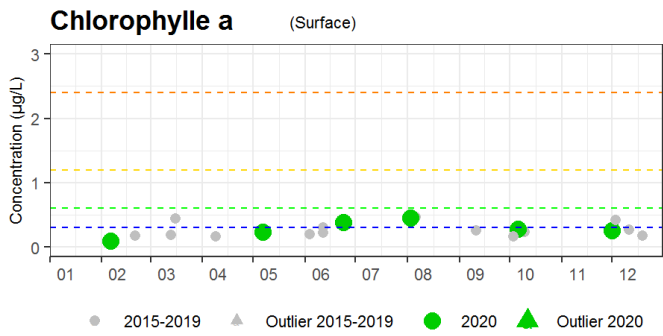
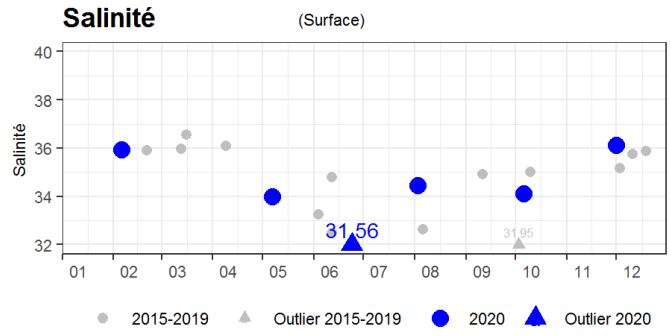
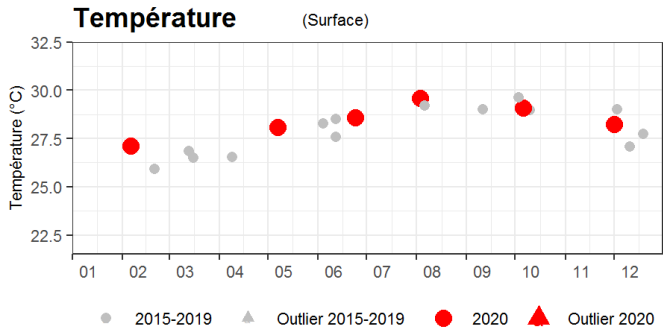
FRJC017 Corps de Garde



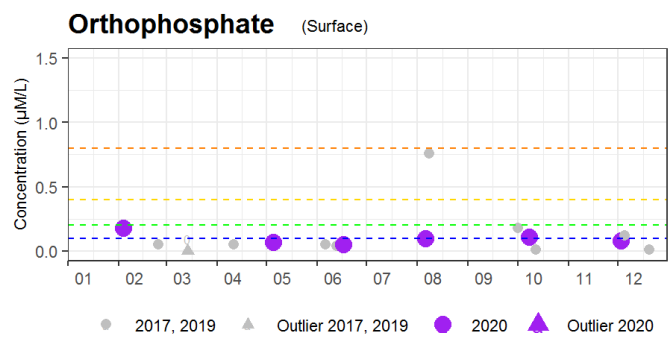
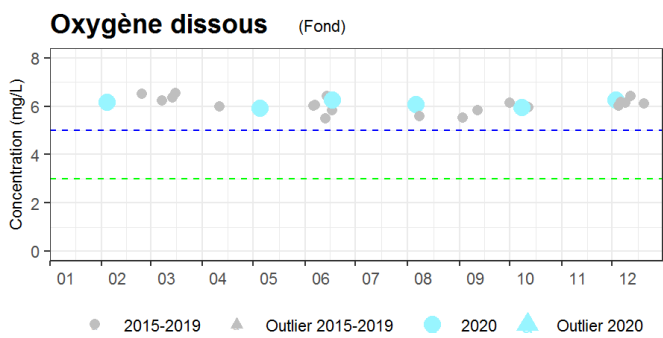
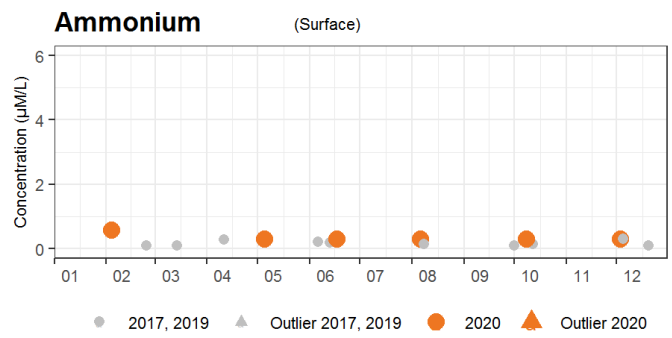
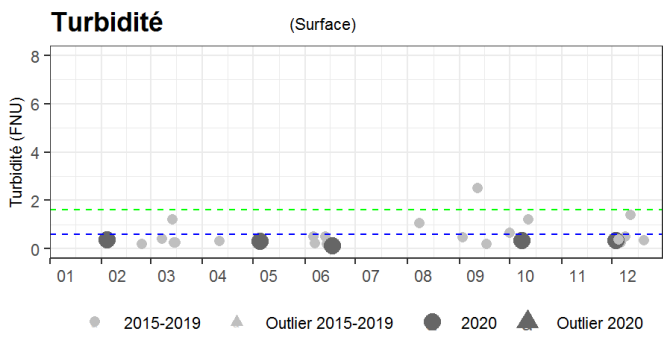
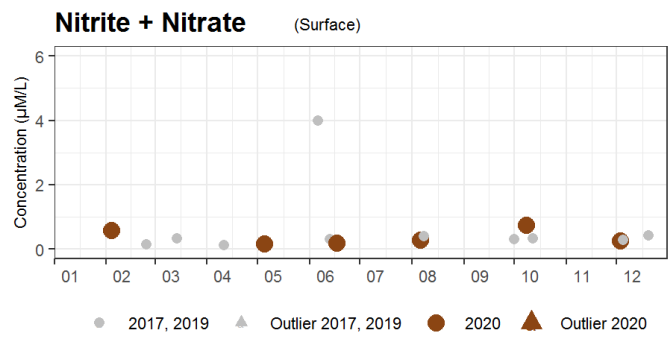
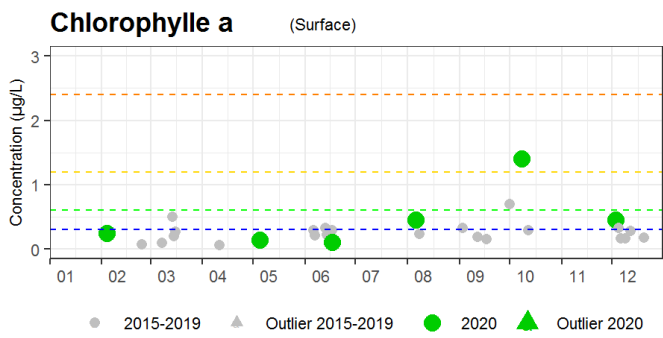
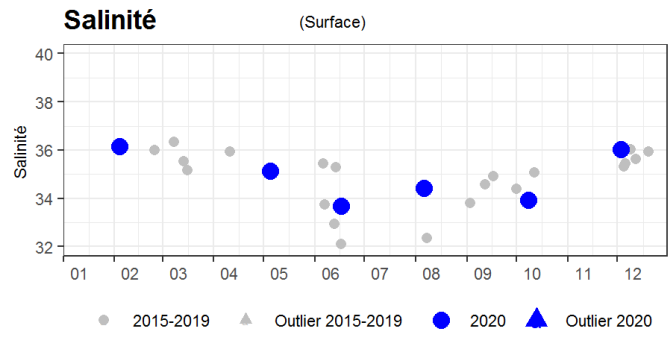
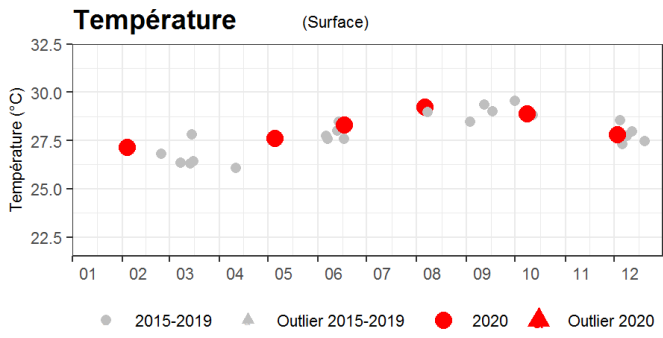
FRJC017 Pointe Borgnesse



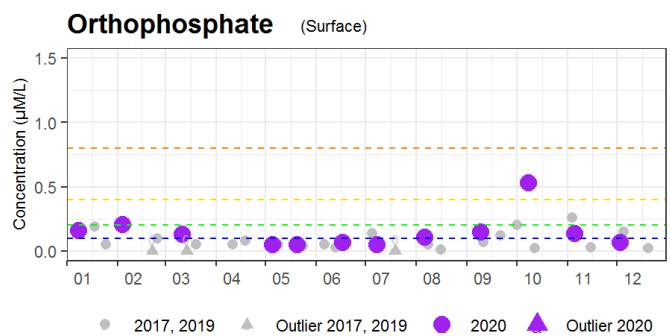
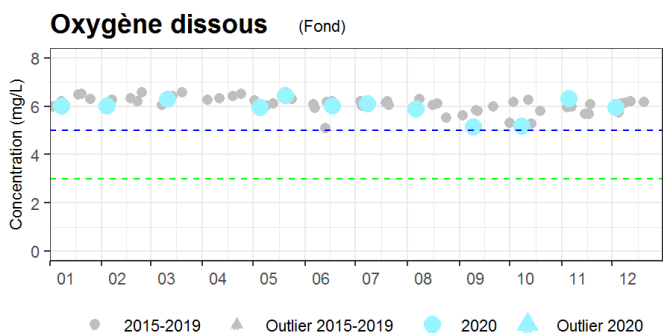
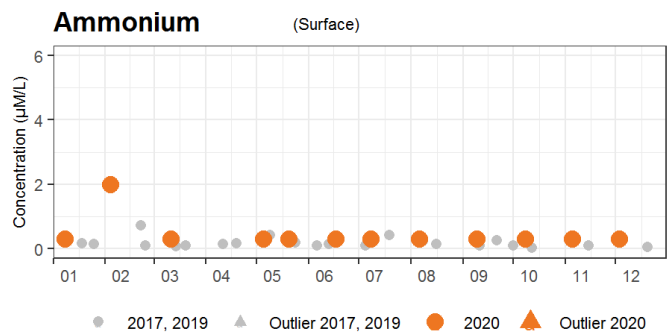
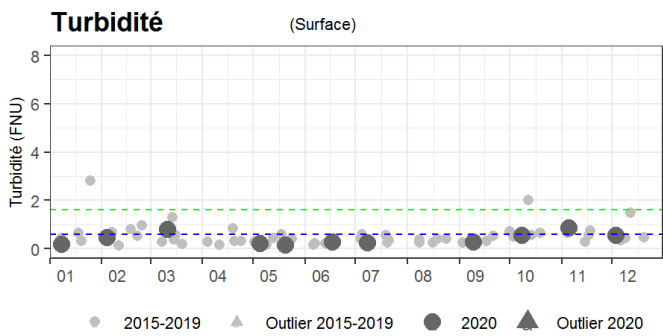
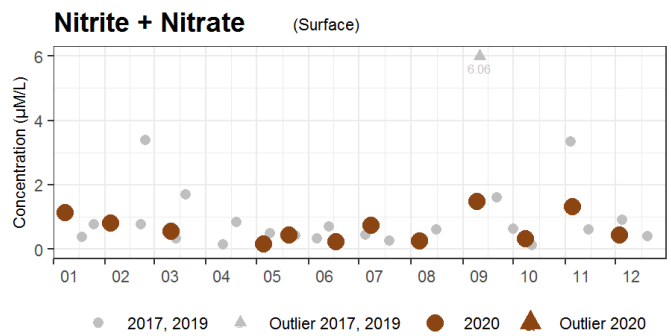
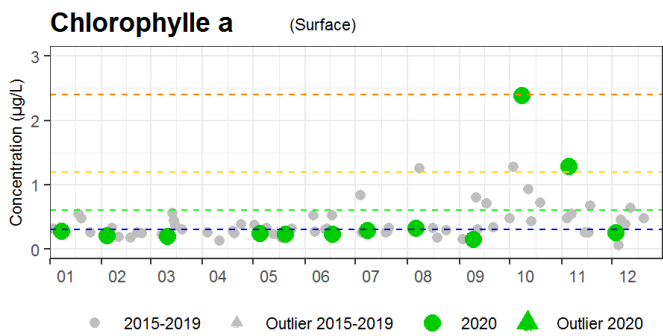
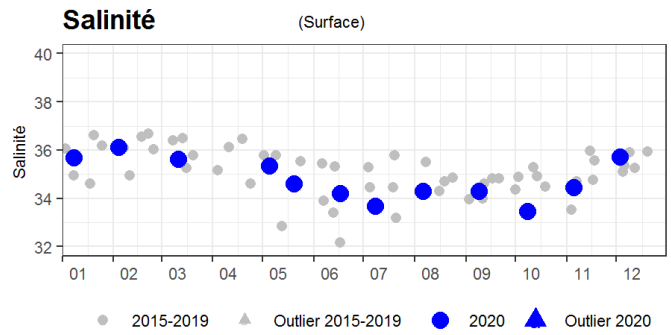
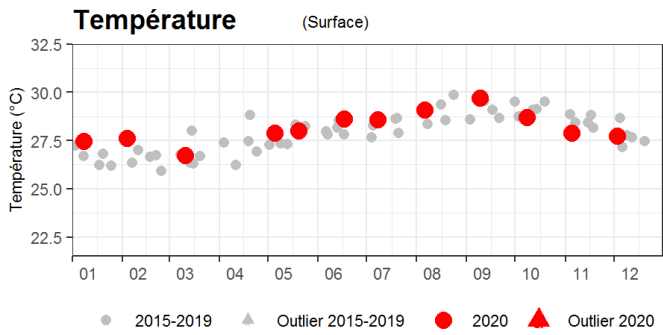
FRJC009 Pointe Catherine



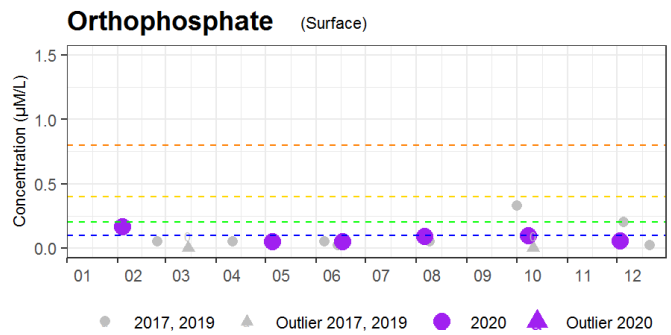
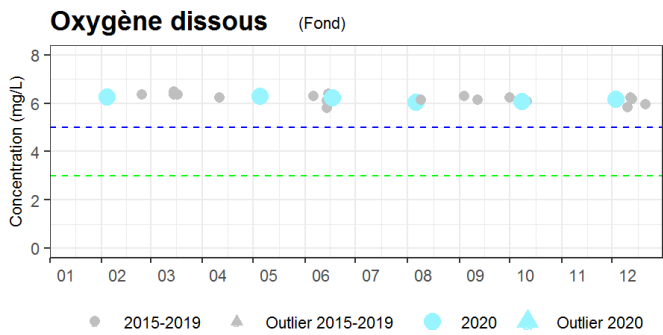
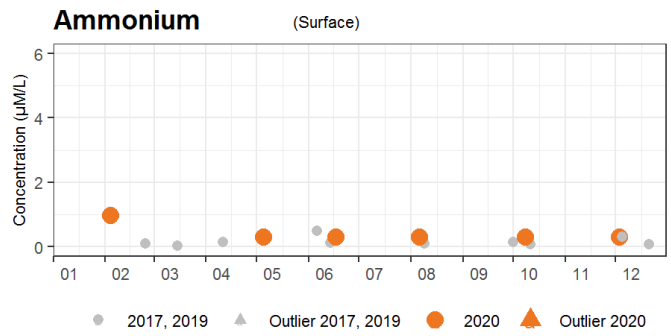
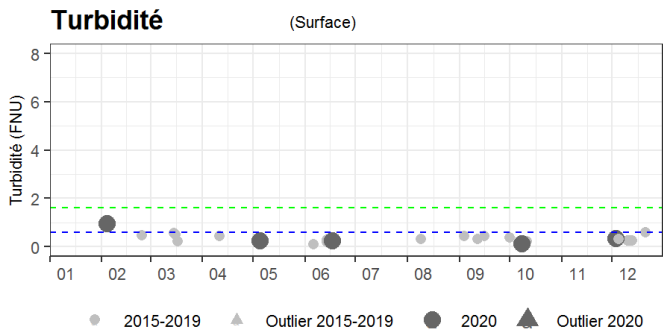
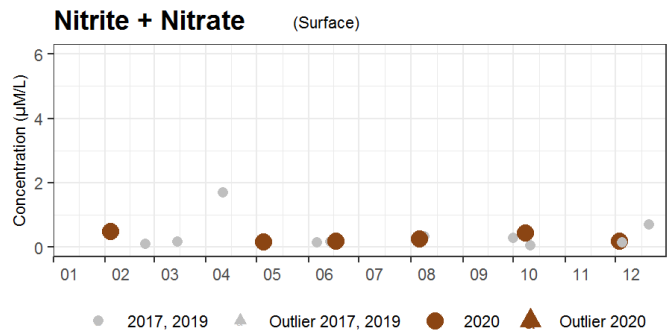
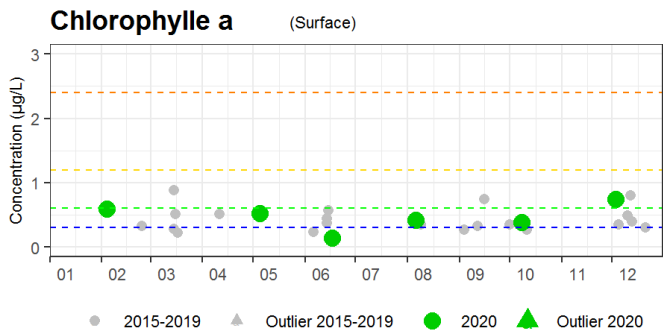
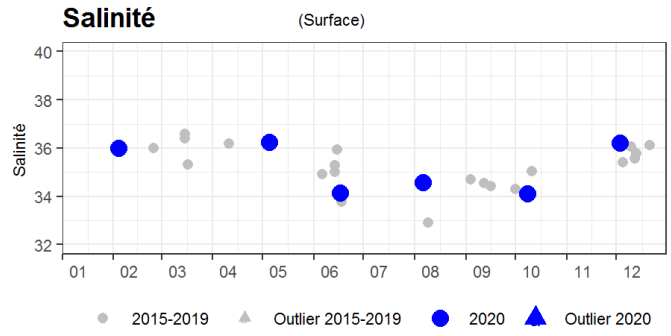
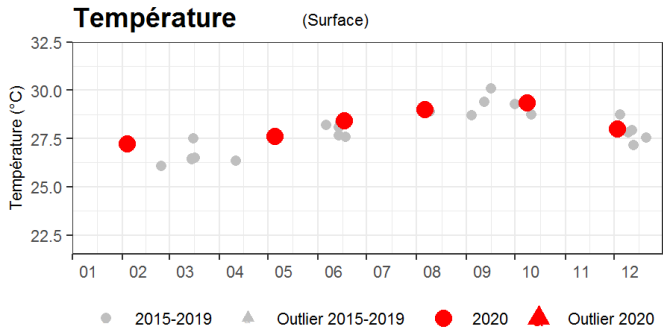
FRJC006 Caye Pariadis



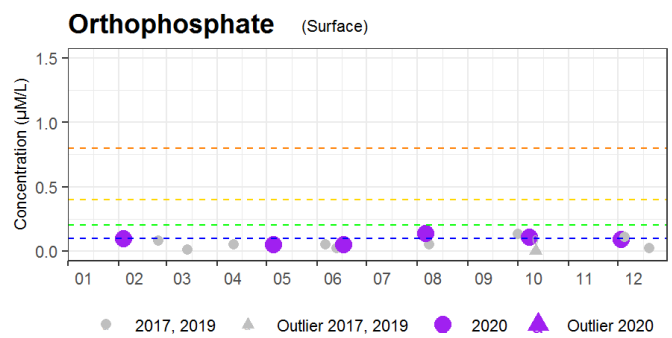
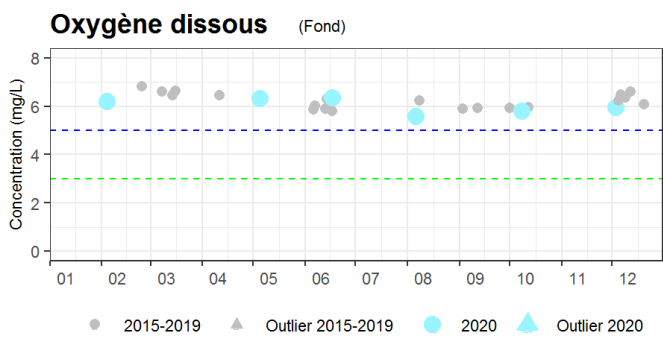
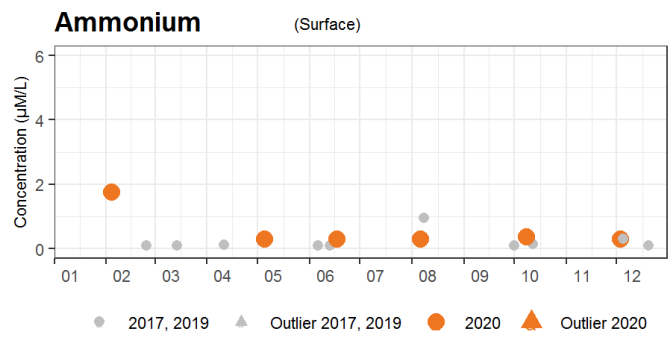
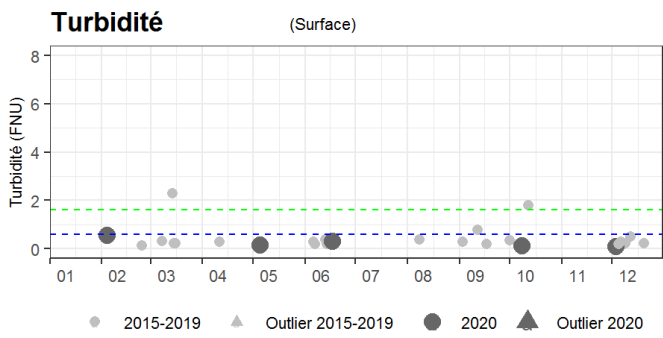
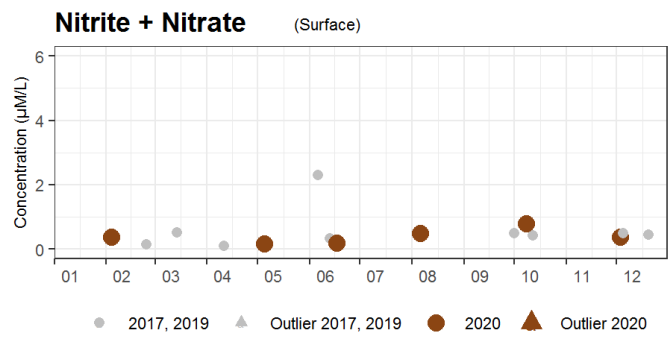
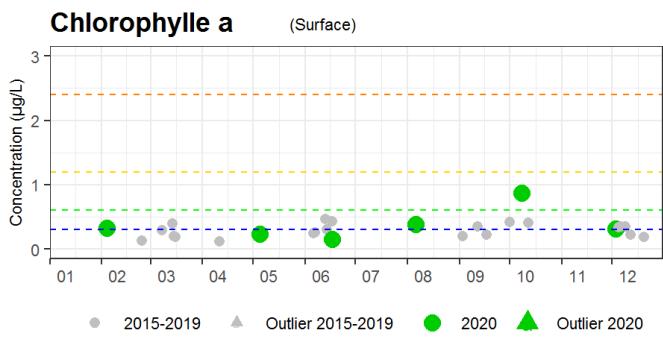
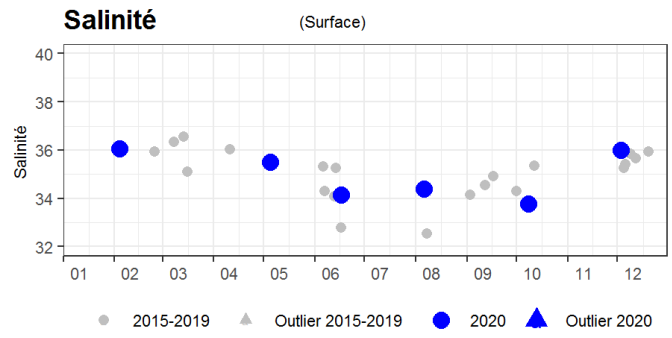
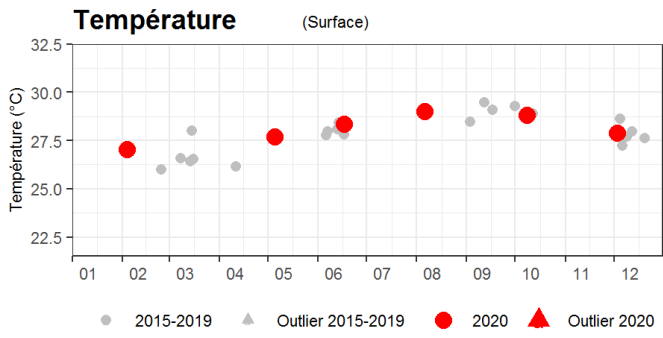
FRJC008 Pinsonnelle



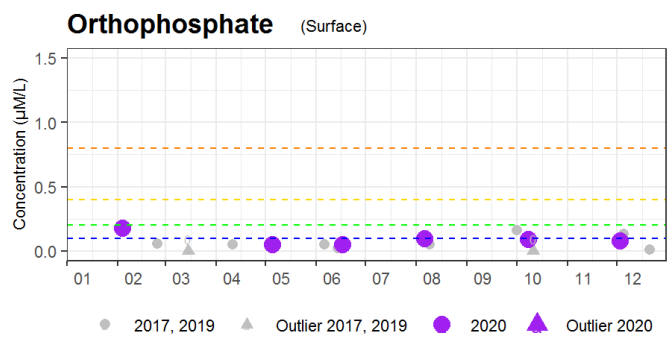
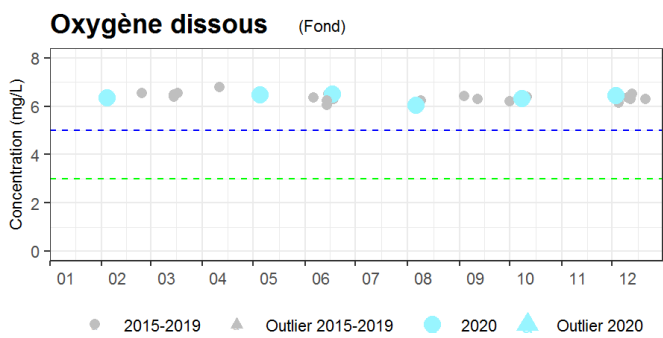
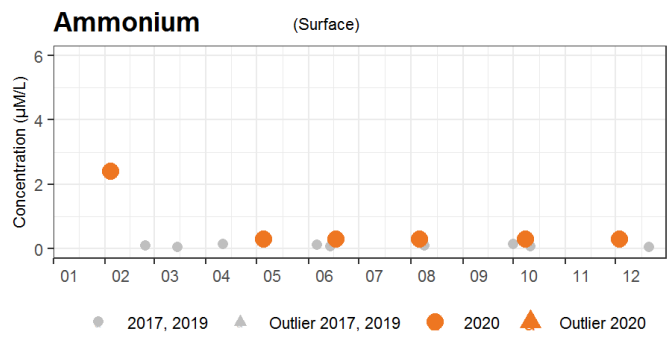
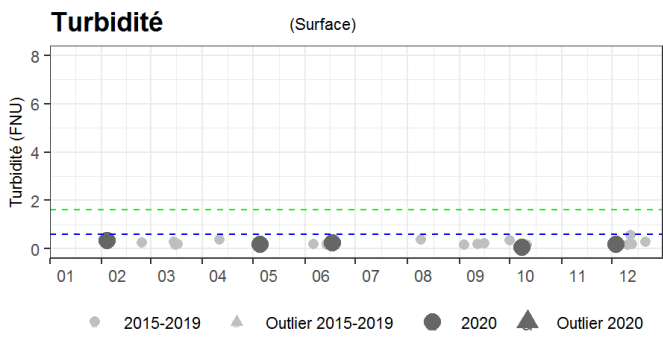
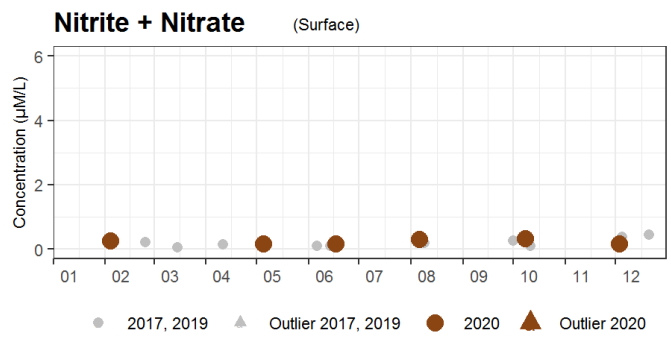
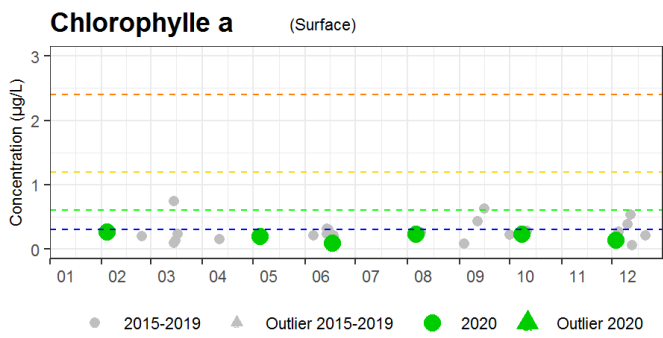
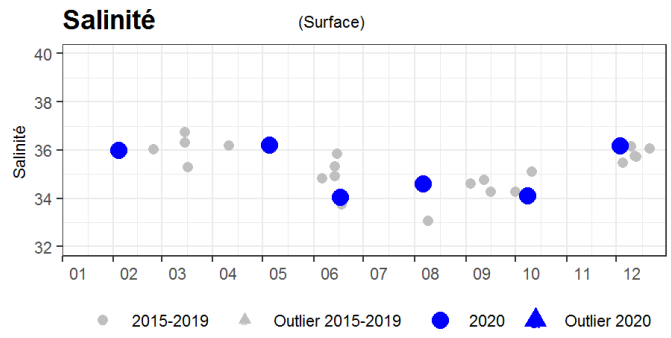
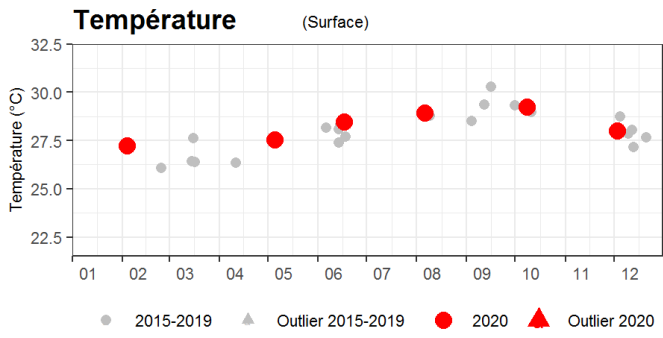
FRJC012 Loup Ministre



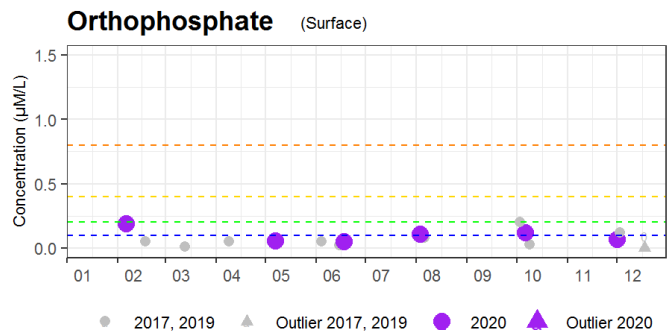
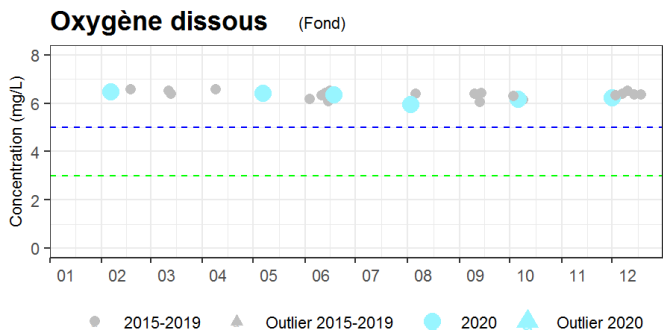
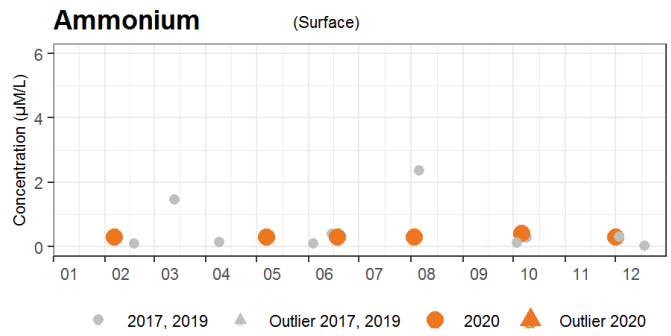
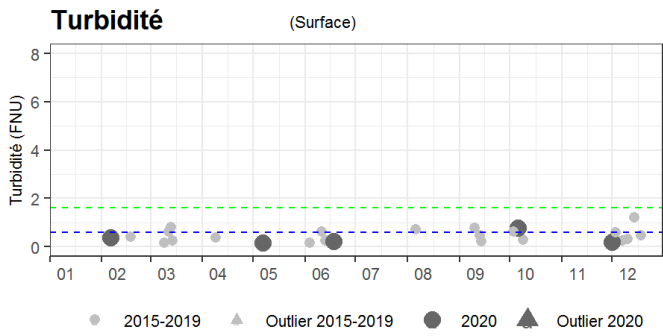
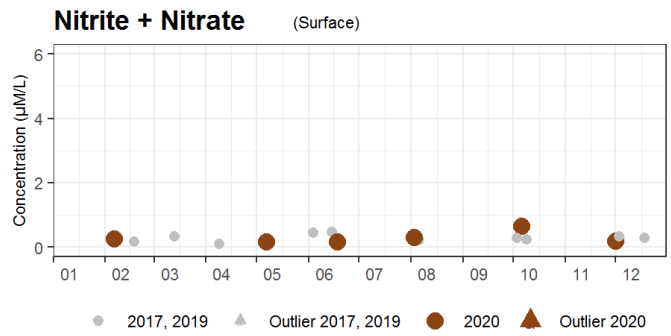
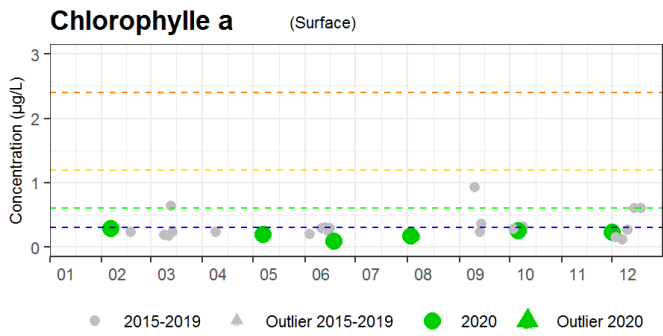
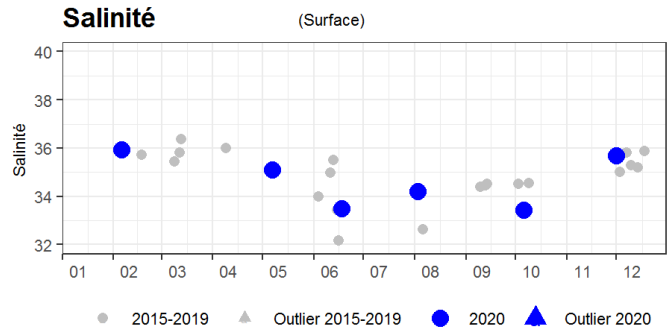
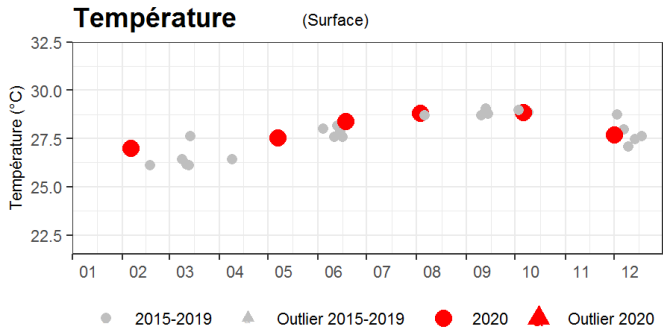
FRJC011 Loup Garou



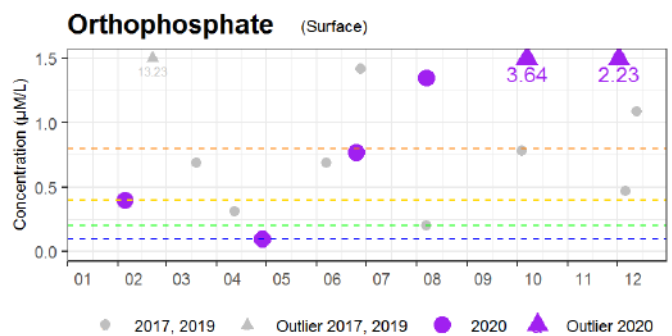
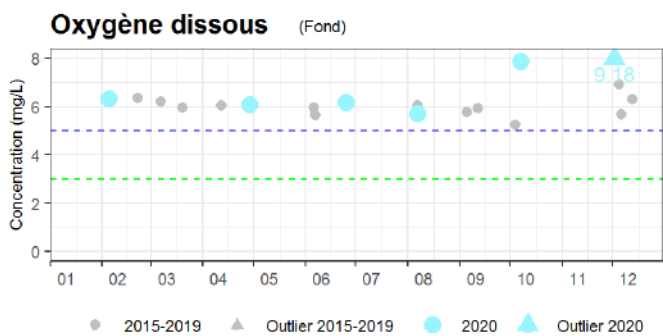
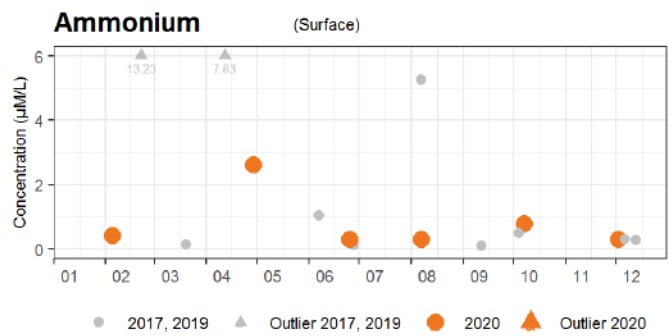
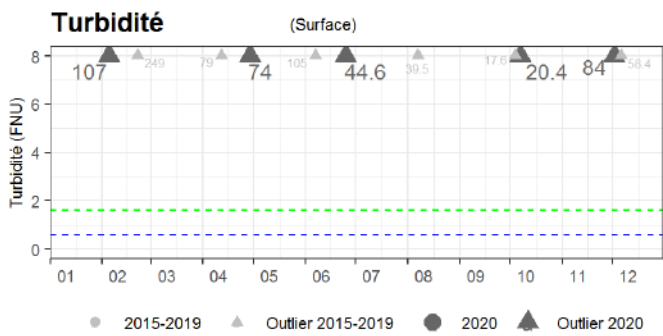
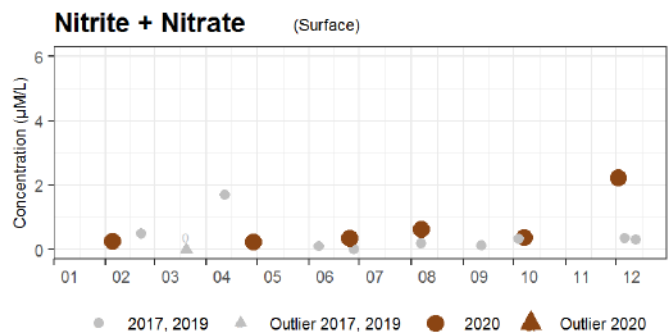
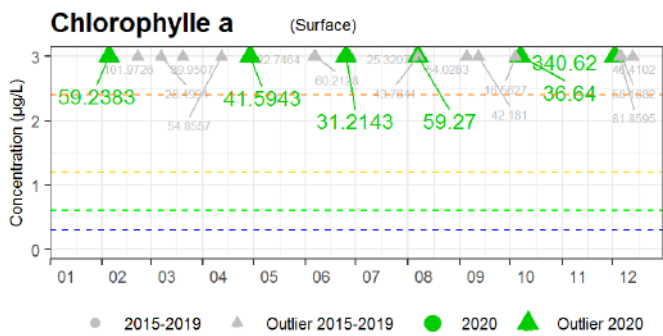
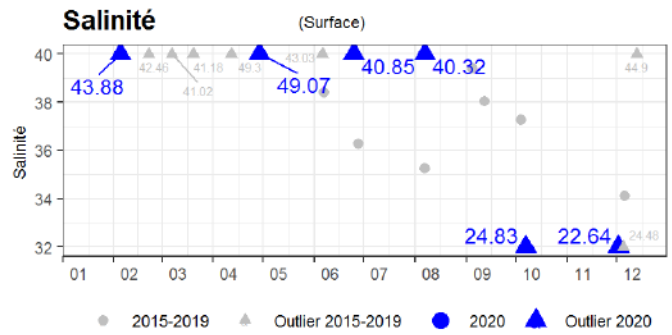
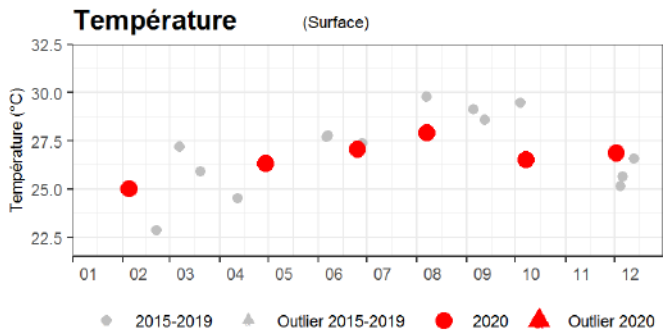
FRJC004 Loup Caravelle



FRJC004 Cap Saint Martin



FRJT001 Etang des Salines - Centre



11.2 Annexe 2 : Liste des taxons du microphytoplancton retenus ou non pour le calcul de l'indice d'abondance, mise à jour par la cellule REPHY en 2020 (T :taille ; 1 :<20 µm ; 2 :>20 µm)

T	Taxon	T	Taxon	T	Taxon	T	Taxon
2	Acanthogonyaulax spinifera	2	Asterionella	2	Campylodiscus decorus	2	Chaetoceros lorenzianus
1	Acanthoica	2	Asterionella + Asterionellopsis + Asterople	2	Campyloneis	2	Chaetoceros messanense
2	Achnanthaceae	2	Asterionella formosa	2	Campylosira	2	Chaetoceros mitra
2	Achnanthes	2	Asterionella formosa var. gracillima	2	Campylosira cymbelliformis	2	Chaetoceros neapolitanus
2	Achnanthes brevipes	2	Asterionella gracillima	2	Carinasigma rectum	2	Chaetoceros neglectus
1	Achnanthidium	2	Asterionella notata	1	Catenula	1	Chaetoceros neogratile
1	Achnanthidium capitatum	2	Asterionellopsis	2	Centrales	1	Chaetoceros neograticus
1	Achnanthidium catenatum	2	Asterionellopsis glacialis	2	Centriques	1	Chaetoceros pendulus
2	Achradina	2	Asterodinium	2	Centritractus	1	Chaetoceros perpusillus
1	Actinastrum	2	Asterolampra	2	Centrodinium	2	Chaetoceros peruvianus
2	Actinocyclus	2	Asterolampra marylandica	2	Cerataulina	2	Chaetoceros protuberans
2	Actinocyclus normanii	2	Asterolampraceae	2	Cerataulina bicornis	2	Chaetoceros pseudocristatus
2	Actinoptychus	2	Asteromphalus	2	Cerataulina dentata	2	Chaetoceros pseudocurvisetus
2	Actinoptychus octonarius	2	Asteromphalus cleveanus	2	Cerataulina pelagica	2	Chaetoceros radicans
2	Actinoptychus senarius	2	Asteromphalus flabellatus	2	Cerataulus	2	Chaetoceros rostratus
2	Actinoptychus senarius + campanulifer	2	Asteromphalus heptactis	2	Cerataulus laevis var. paludosa	2	Chaetoceros saltans
2	Actinoptychus splendens	2	Asteroplanus	2	Ceratiaceae	2	Chaetoceros seiraecanthus
2	Adenoides	2	Asteroplanus karianus	2	Ceratium	2	Chaetoceros similis
2	Adenoides eludens	2	Attheya	2	Ceratium + Neoceratium	2	Chaetoceros simplex
1	Adlafia	2	Attheya armata	2	Ceratium furca	2	Chaetoceros socialis
2	Akashiwo	2	Attheya armatus	2	Ceratium fusus	2	Chaetoceros socialis + socialis f. radians
2	Akashiwo sanguinea	2	Aulacodiscus	2	Ceratium horridum	2	Chaetoceros socialis f. radians
2	Alexandrium	2	Aulacoseira	2	Ceratium lineatum	2	Chaetoceros subtilis
2	Alexandrium affine	2	Aulacoseira granulata	2	Ceratium lineatum + minutum	1	Chaetoceros subtilis var. abnormis
2	Alexandrium andersonii	2	Auliscus sculptus	2	Ceratium macroceros	2	Chaetoceros tenuissimus
2	Alexandrium catenella	2	Auricula	2	Ceratium pentagonum	2	Chaetoceros teres
2	Alexandrium hiranoi	2	Auricula complexa	2	Ceratium ranipes	2	Chaetoceros tetrastichon
2	Alexandrium insuetum	2	Auriculaceae	2	Ceratium setaceum	2	Chaetoceros tortissimus
2	Alexandrium leei	2	Azadinium	2	Ceratium teres	2	Chaetoceros wighamii
2	Alexandrium margalefii	2	Azadinium caudatum	2	Ceratium trichoceros	2	Chaetocerotaceae
2	Alexandrium minutum	2	Bacillaria	2	Ceratium tripos	1	Chattonella
2	Alexandrium ostenfeldii	2	Bacillaria paxillifer	2	Ceratium tripos + Ceratium à cornes recourbi	1	Chattonella minima
2	Alexandrium pseudogonyaulax	2	Bacillaria paxillifera	2	Ceratocoryaceae	1	Chattonellales
2	Alexandrium tamarense	2	Bacillariaceae	2	Ceratocorys	2	Chilomonas
2	Alexandrium tamarense + catenella + tamutu	2	Bacillariophyceae	2	Ceratocorys armata	1	Chilomonas
2	Alexandrium tamutum	2	Bacillariophycidae	2	Ceratocorys gourretii	1	Chlorella
2	Alexandrium taylora	2	Bacillariophyta	2	Ceratocorys horrida	1	Chlorodendraceae
2	Amphidiniopsis	2	Bacteriastrium	2	Ceratoneis closterium	1	Chlorodendrales
2	Amphidinium	2	Bacteriastrium biconicum	2	Ceratoneis gracilis	1	Chlorophyceae
2	Amphidinium + Katodinium	2	Bacteriastrium comosum	2	Ceratoperidinium	1	Chlorophyta
2	Amphidinium acutissimum	2	Bacteriastrium delicatulum	2	Ceratoperidinium falcatum	1	Chloaonifila
2	Amphidinium carterae	2	Bacteriastrium elegans	2	Ceratoperidinium yeye	0	Chromista
2	Amphidinium carterae + operculatum	2	Bacteriastrium elongatum	2	Chaetoceros	2	Chromulina
2	Amphidinium crassum	2	Bacteriastrium furcatum	2	Chaetoceros (Phaeoceros)	1	Chroococcales
2	Amphidinium sphenoides	2	Bacteriastrium hyalinum	2	Chaetoceros aequatorialis	1	Chroococcus
2	Amphidoma	2	Bacteriastrium jadrinum	2	Chaetoceros affinis	1	Chroomonas
2	Amphidoma caudata	2	Bacteriastrium mediterraneum	2	Chaetoceros anastomosans	2	Chrysanthemodiscus floriantus
2	Amphidomataceae	2	Balechina coerulea	2	Chaetoceros armatus	1	Chrysochromulina
2	Amphipleura	2	Bellerochea	2	Chaetoceros atlanticus	1	Chrysochromulina hirta + ericina + spinifera
2	Amphiprora	2	Bellerochea	2	Chaetoceros borealis	1	Chrysochromulina parkeae
2	Amphiprora conserta	2	Bellerochea horologicalis	2	Chaetoceros brevis	1	Chrysochromulina parkeae + pringsheimii
2	Amphisolenia	2	Berkeleya	2	Chaetoceros castracanei	1	Chrysococcus
2	Amphisolenia bidentata	2	Berkeleya + Climaconeis	2	Chaetoceros ceratosporum var. ceratosporus	1	Chrysophyceae
2	Amphisolenia globifera	2	Biddulphia	2	Chaetoceros ceratosporus	2	Chrysosphaerella
2	Amphisolenia schroederi	2	Biddulphia alternans	2	Chaetoceros coarctatus	2	Ciliophora
2	Amphora	2	Biddulphia biddulphiana	2	Chaetoceros compressus	2	Citharistes apsteinii
2	Amphora bigibba	2	Biddulphia membranacea	2	Chaetoceros constrictus	2	Cladopyxidaceae
2	Amphora bigibba var. bigibba	2	Biddulphia pulchella	2	Chaetoceros convolutus	2	Cladopyxis
2	Amphora costata	2	Biddulphia reticulata f. reticulata	2	Chaetoceros costatus	2	Cladopyxis brachiolata
2	Amphora crassa	2	Biddulphia rhombus	2	Chaetoceros curvisetus	2	Climacodium frauenfeldianum
2	Amphora decussata	2	Biddulphia sinensis	2	Chaetoceros curvisetus + debilis + pseudocur	2	Climaconeis
1	Amphora laevis	2	Biddulphia tuomeyi	2	Chaetoceros dadayi	2	Climaconeis inflexa
2	Amphora lineolata	2	Biddulphiaceae	2	Chaetoceros danicus	2	Climaconeis lorenzii
2	Amphora obtusa	2	Biddulphiopsis	2	Chaetoceros debilis	2	Climacosphenia
2	Amphora ocellata	2	Biddulphiopsis membranacea	2	Chaetoceros decipiens	2	Climacosphenia monilifera
2	Amphora ostrearia	2	Biddulphiopsis titiana	2	Chaetoceros decipiens + lorenzianus	2	Closteriopsis
2	Amphora ovalis	2	Bleakeleya	2	Chaetoceros densus	2	Closterium
2	Amphora proboscidea	2	Bleakeleya notata	2	Chaetoceros densus + castracanei	2	Closterium acutum
2	Amylax	2	Blepharocysta	2	Chaetoceros densus + eibenii + borealis + cas	1	Coccolithaceae
2	Amylax triacantha	2	Brachidinium	2	Chaetoceros densus + impressus	1	Coccolithophora
2	Amylax triacantha + buxus	2	Brachidinium capitatum	2	Chaetoceros diadema	1	Coccolithophyceae
2	Anabaena	2	Brockmanniella	2	Chaetoceros didymus	1	Coccolithus
2	Anabaenopsis	2	Brockmanniella brockmannii	2	Chaetoceros didymus + didymus var. protube	2	Coccolithus pelagicus
2	Anisonema	2	Bysmatrum	2	Chaetoceros didymus + protuberans	2	Cocconeis
1	Ankistrodesmus	2	Bysmatrum subsalsum	2	Chaetoceros didymus var. protuberans	2	Cocconeis disrupta
1	Anoplosolenia	2	Chachonodinium caudatum	2	Chaetoceros diversus	2	Cocconeis molesta var. crucifera
2	Anorthoneis	1	Calciopappus caudatus	2	Chaetoceros eibenii	2	Cocconeis pellucida
1	Apedinella	1	Calciosolenia brasiliensis	2	Chaetoceros fragilis	2	Cocconeis pseudomarginata
1	Apedinella radians	1	Calciosolenia murrayi	2	Chaetoceros fragilis + wighamii	2	Cocconeis scutellum
1	Apedinella spinifera	1	Calciosoleniaceae	2	Chaetoceros fragilis + wighamii + diversus	2	Cocconeis speciosa
2	Aphanocapsa	2	Caloneis	2	Chaetoceros furcellatus	2	Cocconeis stauroneiformis
2	Archaeperidinium minutum	1	Calyptrosphaera	2	Chaetoceros laciniosus	1	Coccosphaerales
1	Arcocellulus + Minutocellus	1	Calyptrosphaeraceae	2	Chaetoceros laeve	2	Cochlodinium
2	Arcuatasigma closterioides	2	Campylodiscus	2	Chaetoceros lauderi	2	Cochlodinium helicoides
2	Ardissonea					2	Cochlodinium polykrikoides

T	Taxon	T	Taxon	T	Taxon	T	Taxon
1	Coelastrum	2	Dictyosphaerium	2	Euglena	2	Gyrodinium spirale
1	Coenochloris	2	Didymocystis	2	Euglenaceae	2	Gyrosigma
2	Coolia	2	Dimeregramma	2	Euglenales	2	Gyrosigma attenuatum
2	Coolia monotis	2	Dimeregramma + Glyphodesmis	2	Euglenia	2	Gyrosigma fasciola
2	Corethron	2	Dimeregramma marinum	2	Euglenida	2	Gyrosigma lineare
2	Corethron criophilum	1	Dinobryaceae	2	Euglenoidea	2	Gyrosigma prolongatum
2	Corethron pennatum	1	Dinobryon	2	Eunotia	2	Gyrosigma reversum
1	Coronosphaera	2	Dinococcus	2	Eunotogramma	2	Halamphora
1	Corymbellus	2	Dinoflagellata	2	Eunotogramma + Anaulus + Terpsinoë	2	Halamphora costata
1	Corymbellus aureus	2	Dinoflagellata incertae sedis	2	Eupodisceae	2	Halosphaera
2	Corythodinium	2	Dinophyceae	2	Eutreptia	1	Halosphaeraceae
2	Corythodinium biconicum	2	Dinophysiaceae	2	Eutreptiaceae	2	Hantzschia
2	Corythodinium curvicaudatum	2	Dinophysiales	2	Eutreptiales	1	Haptolina hirta + ericina + Chrysochromulina spinif
2	Corythodinium diploconus	2	Dinophysis	2	Eutreptiella	2	Haslea
2	Corythodinium frenguelli	2	Dinophysis + phalacroma	2	Eutreptiida	2	Haslea ostreararia
2	Corythodinium mucronatum	2	Dinophysis acuminata	1	Fallacia	2	Haslea spicula
2	Corythodinium tessellatum	2	Dinophysis acuta	1	Fibrocapsa	2	Haslea wawrikae
2	Coscinodiscaceae	2	Dinophysis amandula	1	Fibrocapsa japonica	2	Helicostomella
2	Coscinodiscophyceae	2	Dinophysis argus	2	Florella portoricensis	2	Helicotheca
2	Coscinodiscophycidae	2	Dinophysis caudata	2	Fragilaria	2	Helicotheca tamesis
2	Coscinodiscus	2	Dinophysis dens	2	Fragilaria acus	2	Heliopeletaceae
2	Coscinodiscus + Stellarima	2	Dinophysis diegensis	2	Fragilaria hyalina	1	Helladosphaera
2	Coscinodiscus asteromphalus	2	Dinophysis expulsa	2	Fragilariaceae	2	Hemiaulus
2	Coscinodiscus asteromphalus + oculus-iridis +	2	Dinophysis fortii	2	Fragilariophycidae	2	Hemiaulus hauckii
2	Coscinodiscus concinnus	2	Dinophysis hastata	2	Fragilariopsis	2	Hemiaulus membranaceus
2	Coscinodiscus curvatulus	2	Dinophysis hastata + odiosa	2	Fragilidium	2	Hemiaulus sinensis
2	Coscinodiscus granii	2	Dinophysis nastum	2	Fragilidium subglobosum	2	Hemidinium
2	Coscinodiscus jonesianus var. aculeata	2	Dinophysis nasuta	2	Franceia	2	Hemidiscaceae
2	Coscinodiscus kurzii	2	Dinophysis norvegica	2	Frustulia vermicularis	2	Hemidiscus
2	Coscinodiscus marginatus	2	Dinophysis parvula	2	Gambierdiscus	2	Hemidiscus cuneiformis
2	Coscinodiscus oculus iridis	2	Dinophysis pavillardii	1	Gephyrocapsa	2	Hemidiscus ovalis
2	Coscinodiscus oculus-iridis	2	Dinophysis porodictyum	1	Gephyrocapsa oceanica	2	Hermesinum
2	Coscinodiscus radiatus	2	Dinophysis rapa	2	Glenodiniopsis	2	Hermesinum adriaticum
2	Coscinodiscus radiatus + marginatus	2	Dinophysis sacculus	2	Glenodinium	2	Heterocapsa
2	Coscinodiscus wailiesii	2	Dinophysis schroederii	1	Gloeocapsa	2	Heterocapsa minima
1	Cosmarium	2	Dinophysis schuettii	1	Golenkinia	2	Heterocapsa niei
1	Crucigenia	2	Dinophysis similis	2	Gomphonema	2	Heterocapsa rotundata
1	Crucigenia crucifera	2	Dinophysis skagii	2	Gomphonema + Gomphoneis	2	Heterocapsa triquetra
1	Crucigenia tetrapedia	2	Dinophysis tripos	2	Gomphonema gracile	2	Heterodinium
1	Cryptomonadales	2	Diploneis	2	Gomphonemataceae	2	Heterodinium fides
1	Cryptomonas	2	Diploneis bombus	2	Goniodoma	2	Heterodinium milneri
1	Cryptophyceae	2	Diploneis crabro	2	Goniodoma polyedricum	1	Heterosigma
2	Cucumeridium coeruleum	2	Diploneis elliptica	2	Goniodoma sphaericum	1	Heterosigma akashiwo
1	Cyanobacteria	2	Diploneis ovalis	2	Goniodoma sphaericum + orientale	2	Histioneis
1	Cyanophyceae	2	Diploneis ovalis var. oblongella	2	Goniodomataceae	2	Histioneis cymbalaria
2	Cyclophora tenuis	2	Diploneis suborbicularis	2	Gonyaulacaceae	2	Histioneis dolon
1	Cyclotella	2	Diploneis weissflogii	2	Gonyaulacales	2	Histioneis karsteinii
1	Cyclotella comta	2	Diplopelta bomba	2	Gonyaulax	2	Histioneis karstenii
1	Cyclotella meneghiniana	2	Diplopsalis	2	Gonyaulax birostris	2	Histioneis megalocopa
1	Cyclotella striata	2	Diplopsalis + Diplopelta + Diplopsalopsis +	2	Gonyaulax complexe spinifera (diegensis + di	2	Histioneis paraformis
1	Cyclotella stylorum	2	Diplopsalis+Diplopelta+Diplopsalopsis+Pr	2	Gonyaulax digitale	2	Hyalodiscaceae
1	Cylindropermopsis	2	Diplopsalis+Diplopelta+Diplopsalopsis+Zy	2	Gonyaulax digitalis	2	Hyalodiscus
2	Cylindrotheca	2	Diplopsalopsis	2	Gonyaulax fusiformis	2	Hyalosira interrupta
2	Cylindrotheca closterium	2	Diplopsalopsis orbicularis	2	Gonyaulax grindleyi	2	Hydrosera
2	Cylindrotheca closterium + Nitzschia longissir	1	Discosphaera	2	Gonyaulax kofoidii	1	Hymenomonadaceae
2	Cylindrotheca gracilis	1	Discosphaera tubifer	2	Gonyaulax pacifica	2	Isthmia
2	Cymatodiscus planetophorus	2	Dissodinium	2	Gonyaulax polygramma	2	Isthmia enervis
2	Cymatopleura	2	Dissodinium + Pyrocystis	2	Gonyaulax spinifera	2	Isthmia japonica
2	Cymatosiraceae	2	Dissostichus	2	Gonyaulax verior	2	Isthmia minima
1	Cymatotheca	2	Ditylum	2	Gonyostomum	2	Karenia
1	Cymatotheca weissflogii	2	Ditylum brightwellii	2	Grammatophora	2	Karenia bicuneiformis
2	Cymbella	2	Ditylum sol	2	Grammatophora angulosa	2	Karenia brevis
2	Cymbellaceae	2	Donkinia	2	Grammatophora angulosa var. angulosa	2	Karenia brevis + papilionacea
2	Cystodinium	1	Dunaliella	2	Grammatophora hamulifera	2	Karenia mikimotoi
2	Dactyliosolen	2	Ebria	2	Grammatophora marina	2	Karenia papilionacea
2	Dactyliosolen antarcticus	2	Ebria tripartita	2	Grammatophora oceanica	2	Karenia selliformis
2	Dactyliosolen blavyanus	2	Ebriaceae	2	Grammatophora serpentina	2	Kareniaceae
2	Dactyliosolen fragilissimus	2	Ebriales	2	Grammatophora undulata	2	Karodinium
2	Dactyliosolen phuketensis	1	Emiliana	2	Guinardia	2	Karodinium micrum
2	Datyliosolen fragilissimus	1	Emiliana huxleyi	2	Guinardia cylindrus	2	Karodinium veneficum
2	Delphineis	2	Encyonema	2	Guinardia delicatula	2	Katodinium
2	Denticula	2	Encsilifera	2	Guinardia flaccida	2	Katodinium glaucum
1	Desmodesmus communis	2	Entomoneidaceae	2	Guinardia striata	1	Kephyrion
2	Detonula	2	Entomoneis	2	Gymnodiniaceae	2	Khakista
2	Detonula confervacea	2	Entomoneis alata	2	Gymnodiniales	1	Kirchneriella
2	Detonula moseleyana	2	Entomoneis ornata	2	Gymnodiniida	2	Kofoidiaceae
2	Detonula pumila	2	Entomoneis paludosa	2	Gymnodinium	2	Kofoidinium
2	Diadesmis	1	Entomoneis tenera	2	Gymnodinium + Gyrodinium	2	Kofoidinium velleoides
2	Diatoma	2	Epithemia	2	Gymnodinium catenatum	2	Kryptoperidinium
2	Diatomophyceae	2	Erythrospidinium	2	Gymnodinium heterostriatum	2	Kryptoperidinium foliaceum
2	Dictyocha	2	Erythrospodinium	2	Gymnodinium impudicum	2	Laboea
2	Dictyocha fibula	2	Eucampia	2	Gymnodinium lohmannii	2	Lagerheimia
2	Dictyocha speculum	2	Eucampia + Climacodium	2	Gyrodinium	2	Lampriscus orbiculatum
2	Dictyochaceae	2	Eucampia cornuta	1	Gyrodinium flagellare	2	Lampriscus shadbolianum
2	Dictyochales	2	Eucampia zodiacus	2	Gyrodinium fusiforme	2	Lauderia
2	Dictyochophyceae	1	Eudorina	2	Gyrodinium fusus	2	Lauderia + Detonula

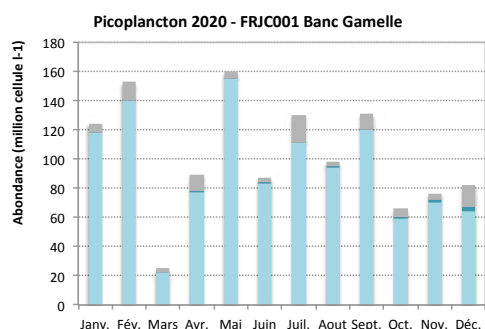
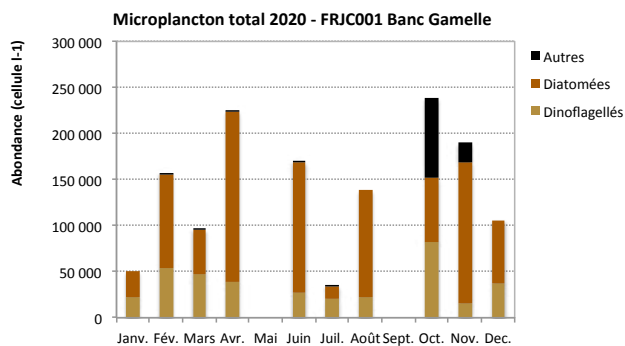
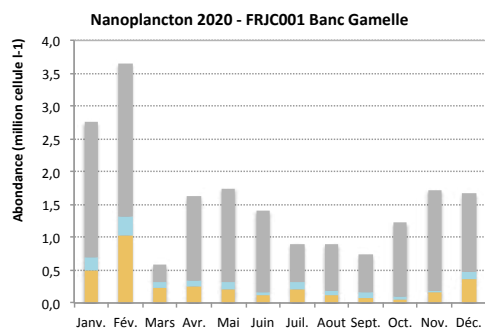
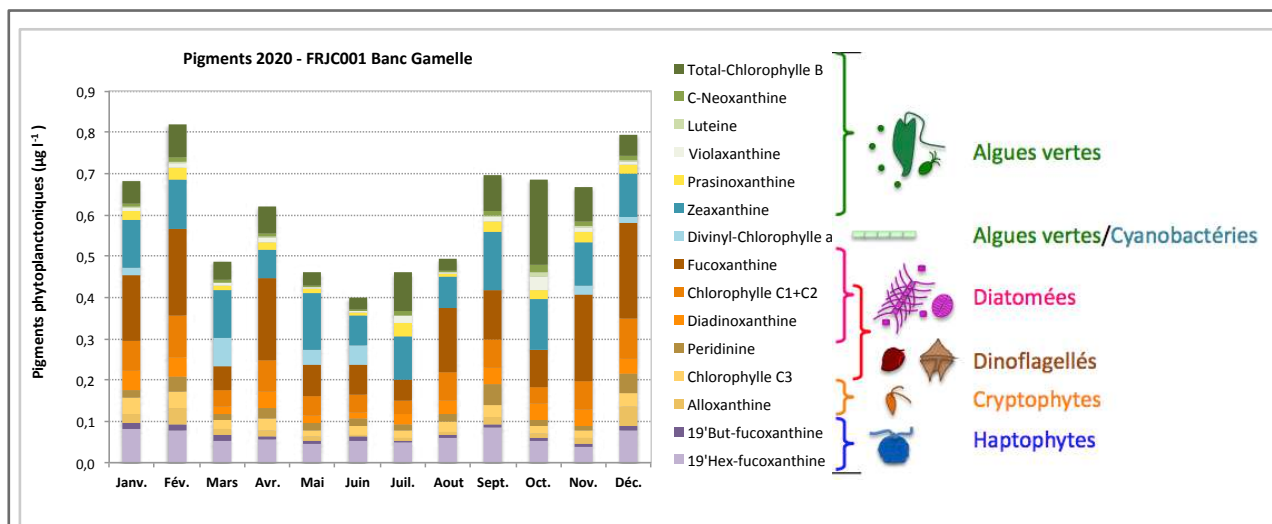
T	Taxon	T	Taxon	T	Taxon	T	Taxon
2	Lauderia + Schroederella	2	Navicula gregaria + cryptocephala	2	Odontella aurita var. minima	2	Phalacroma cuneus
2	Lauderia annulata	2	Navicula hippocampus var. hippocampus	2	Odontella granulata	2	Phalacroma doryphorum
2	Lepidodinium	2	Navicula pelagica	2	Odontella longicruris	2	Phalacroma mitra
2	Lepidodinium chlorophorum	2	Navicula smithii f. borealis	2	Odontella mobilensis	2	Phalacroma mitra + rapa
2	Lepocinclis	2	Navicula transitans	2	Odontella regia	2	Phalacroma oxytoxoides
2	Leptocylindraceae	2	Navicula tripunctata	2	Odontella rhombus	2	Phalacroma rapa
2	Leptocylindrus	2	Naviculaceae	2	Odontella sinensis	2	Phalacroma rotundata
2	Leptocylindrus danicus	2	Naviculales	1	Olisthodiscus	2	Phalacroma rotundatum
2	Leptocylindrus danicus + curvatulus	2	Naviculineae	1	Oocystis	1	Phytoflagellés excepté dinoflagellés
2	Leptocylindrus danicus + curvatus	2	Nematodinium	2	Oephora	2	Pinnularia
2	Leptocylindrus mediterraneus	2	Neocalyptrella robusta	1	Ophiaster	2	Pinnularia cardinalis
2	Leptocylindrus minimus	2	Neoceratium	1	Ophiaster hydroideus	2	Pinnularia didyma
2	Leptocylindrus, complexe danicus groupe de:	2	Neoceratium arietinum	2	Ornithocercus	2	Plagiodiscus
2	Leptocylindrus, complexe minimus groupe de:	2	Neoceratium azoricum	2	Ornithocercus heteroporus	2	Plagiodiscus martensianus
2	Leptodiscaceae	2	Neoceratium candelabrum	2	Ornithocercus magnificus	2	Plagiogramma
1	Leptolyngbya	2	Neoceratium concilians	2	Ornithocercus quadratus	2	Plagiogrammopsis
2	Lessardia	2	Neoceratium contortum	2	Ornithocercus steinii	2	Plagiogrammopsis vanheurckii
2	Licmophora	2	Neoceratium contrarium	2	Ornithocercus thumii	2	Plagiolemma
2	Licmophora abbreviata	2	Neoceratium declinatum	1	Oscillatoria	2	Plagiolemma distortum
2	Licmophora ehrenbergii	2	Neoceratium eucarctum	1	Oscillatoriales	2	Plagiolemma sp. nov.
2	Licmophora flabellata	2	Neoceratium extensum	2	Ostreococcus	1	Plagioselmis
2	Licmophora grandis	2	Neoceratium furca	2	Ostreopsidaceae	1	Plagioselmis prolonga
2	Licmophora remulus	2	Neoceratium fusus	2	Ostreopsis	2	Plagiotropidaceae
2	Licmophora tenuis	2	Neoceratium hexacanthum	2	Ostreopsis lenticularis	2	Plagiotropis
2	Limosphenia peragalioidea	2	Neoceratium horridum	2	Ostreopsis ovata	2	Plagiotropis lepidoptera
2	Lingulodinium	2	Neoceratium kofoidii	2	Oxyphyseae	1	Planktolingbya
2	Lingulodinium polyedra	2	Neoceratium lineatum	2	Oxyphysis	2	Planktoniella sol
2	Lingulodinium polyedrum	2	Neoceratium lineatum + minutum	2	Oxyphysis oxytoxoides	1	Planktothrix
2	Lioloma	2	Neoceratium macroceros	2	Oxyrrhinaceae	1	Planktothrix agardhii
2	Lioloma elongatum	2	Neoceratium massiliense	2	Oxyrrhinales	2	Planothidium
2	Lioloma pacificum	2	Neoceratium minutum	2	Oxyrrhis	1	Pleurochrysis
2	Lithodesmiaceae	2	Neoceratium pentagonum	2	Oxyrrhis marina	1	Pleurochrysis roscoffensis
2	Lithodesmium	2	Neoceratium pulchellum	2	Oxytoxaceae	2	Pleurosigma
2	Lithodesmium undulatum	2	Neoceratium ranipes	2	Oxytoxum	2	Pleurosigma + Gyrosigma
1	Lyngbya	2	Neoceratium teres	2	Oxytoxum + Corythodinium	2	Pleurosigma aestuarii
2	Lyrella	2	Neoceratium trichoceros	2	Oxytoxum caudatum	2	Pleurosigma angulatum
2	Lyrella lyra	2	Neoceratium tripos	2	Oxytoxum challengeroides	2	Pleurosigma brasiliensis
2	Mallomonas	2	Neoceratium vultur	2	Oxytoxum challengeroides	2	Pleurosigma directum
2	Manguinea fusiformis	2	Neosynedra	2	Oxytoxum constrictum	2	Pleurosigma elongatum
2	Mastogloia	1	Nephrocytium	2	Oxytoxum curvatum	2	Pleurosigma formosum
2	Mastogloia angulata	2	Nephroselmis	2	Oxytoxum depressum	2	Pleurosigma majus
2	Mastogloia apiculata	2	Nitzschia	2	Oxytoxum globosum	2	Pleurosigma marinum
2	Mastogloia corsicana	2	Nitzschia + Hantzschia	2	Oxytoxum gracile	2	Pleurosigma strigosum
2	Mastogloia elliptica	2	Nitzschia bicapitata	2	Oxytoxum laticeps	2	Pleurosigmataceae
2	Mastogloia exigua	2	Nitzschia clausii	2	Oxytoxum longiceps	2	Pleurosira
2	Mastogloia hustedtii	2	Nitzschia constricta	2	Oxytoxum longum	2	Pleurosira laevis
2	Mastogloia meisteri	2	Nitzschia distans	2	Oxytoxum mitra	2	Podocystis
2	Mastogloia rostrata	2	Nitzschia fluminensis	2	Oxytoxum parvum	2	Podocystis adriatica
2	Mastogloia sigillata	2	Nitzschia fusiformis	2	Oxytoxum sceptrum	2	Podolampaceae
2	Mastogloia splendida	2	Nitzschia incerta	2	Oxytoxum scolopax	2	Podolampas
2	Mediopyxis	2	Nitzschia inconspicua	2	Oxytoxum sphaeroideum	2	Podolampas antarctica
2	Mediopyxis helysia	2	Nitzschia incurva	2	Oxytoxum subulatum	2	Podolampas bipes
2	Melosira	2	Nitzschia linearis	2	Oxytoxum tessellatum	2	Podolampas elegans
2	Melosira lineata	2	Nitzschia longissima	2	Oxytoxum turbo	2	Podolampas palmipes
2	Melosira moniliformis	2	Nitzschia longissima var. reversa	2	Oxytoxum variabile	2	Podolampas spinifera
2	Melosira nummuloides	2	Nitzschia lorenziana va. incerta	2	Oxytoxum viride	2	Podosira
2	Melosiraceae	2	Nitzschia lorenziana var. incerta	2	Pachysphaera + Pterosperma	2	Podosira + Hyalodiscus
1	Meringosphaera	2	Nitzschia obtusa	2	Palaeophalacroma	2	Podosira stelligera
2	Merismopedia	2	Nitzschia palea	2	Pandorina	2	Polykrikaceae
2	Mesodinium	2	Nitzschia panduriformis	2	Paralia	2	Polykrikos
2	Mesodinium rubrum	2	Nitzschia panduriformis var. minor	2	Paralia sulcata	2	Polykrikos schwarzii
2	Mesoporus	2	Nitzschia rectilonga	2	Parlibellus biblos	1	Pontosphaera
2	Metaphalacroma	2	Nitzschia sicula	2	Pediastrum	1	Pontosphaera syracusana
2	Metaphalacroma skogsbergii	2	Nitzschia sigma	1	Pedinellaceae	2	Porosira
2	Meuniera	2	Nitzschia sigma var. indica	1	Pedinellales	1	Prasinophyceae
2	Meuniera membranacea	2	Nitzschia sigma var. intercedens	2	Pennales	2	Pravifusus hyalinus
1	Michaelsarsia adriaticus	2	Nitzschia sigmoidea	2	Pennées	2	Preperidinium
1	Michaelsarsia elegans	2	Nitzschia sp1	2	Pentapharsodinium	2	Proboscia
2	Micracanthodinium	2	Nitzschia sp2	2	Peridinea	2	Proboscia alata
1	Microcystis	2	Nitzschia spathulata	2	Peridiniaceae	2	Proboscia alata f. alata
1	Minidiscus	2	Nitzschiaceae	2	Peridinales	2	Proboscia alata f. gracillima
1	Minutocellus	2	Noctiluca	2	Peridinales incertae sedis	2	Proboscia alata var. alata
2	Monactinus simplex	2	Noctiluca scintillans	2	Peridiniella	2	Proboscia alata var. indica
1	Monera	2	Noctilucaeae	2	Peridiniella catenata	2	Proboscia indica
2	Monoraphidium	2	Noctilucales	2	Peridiniida	2	Proboscia truncata
1	Nannochloris	2	Noctilucida	2	Peridinium	2	Pronoclituca
1	Nanoflagellés	1	Nodularia	2	Peridinium limbatum	2	Pronoclituca pelagica
2	Navicula	2	Nostoc	2	Peridinium quinquecorne	2	Prorocentraceae
2	Navicula + Fallacia + Haslea + Lyrella + Petror	2	Oblea	2	Petrodictyon	2	Prorocentrales
2	Navicula angusta	1	Ochromonadales	2	Phacotus	2	Prorocentrum
2	Navicula arenaria	1	Ochromonas	2	Phacus	2	Prorocentrum arcuatum
2	Navicula cancellata	0	Ochrophyta	1	Phaeocystaceae	1	Prorocentrum balticum + cordatum
2	Navicula cari	2	Oactis	1	Phaeocystis	2	Prorocentrum compressum
2	Navicula constricta	2	Oactis octonaria	2	Phaeodactylum tricorutum	2	Prorocentrum concavum
2	Navicula directa	2	Odontella	2	Phalacroma	1	Prorocentrum cordatum
2	Navicula gregaria	2	Odontella aurita	2	Phalacroma acutum	2	Prorocentrum dentatum

T	Taxon	T	Taxon	T	Taxon
2	Prorocentrum emarginatum	2	Pseudo-nitzschia seriata	1	Scenedesmus quadricauda
2	Prorocentrum gracile	2	Pseudo-nitzschia subcurvata	2	Schroederella
2	Prorocentrum lenticulatum	2	Pseudo-nitzschia subpacifica	2	Schroederia
2	Prorocentrum lima	2	Pseudo-nitzschia turgidula	2	Schuetziella mitra
2	Prorocentrum lima + marinum	2	Pseudo-nitzschia, complexe americana (ar	2	Scrippsiella
2	Prorocentrum maximum	2	Pseudo-nitzschia, complexe delicatissima,	2	Scrippsiella + Ensiculifera + Pentapharsodiniu
2	Prorocentrum mexicanum	2	Pseudo-nitzschia, complexe seriata, group	2	Scrippsiella + Ensiculifera + Pentapharsodiniu
2	Prorocentrum mexicanum + rhathymum	2	Pseudo-nitzschia, complexe seriata, group	2	Scrippsiella trochoidea
2	Prorocentrum micans	2	Pseudo-nitzschia, groupe des larges asym	1	Scyphosphaera apsteinii
2	Prorocentrum micans + arcuatum + gibbosum	2	Pseudo-nitzschia, groupe des larges symé	1	Selenastrum
2	Prorocentrum micans + arcuatum + gibbosum	2	Pseudo-nitzschia, groupe des sigmoïdes (r	2	Seminavis
1	Prorocentrum minimum	1	Pseudochattonella	2	Shionodiscus oestrupii
1	Prorocentrum minimum + balticum + cordatu	2	Pseudoguinaridia recta	2	Sinophysis
2	Prorocentrum rostratum	1	Pseudopedinella	2	Sinophysis ebriola
2	Prorocentrum scutellum	2	Pseudosolenia	2	Skeletonema
2	Prorocentrum triestinum	2	Pseudosolenia calcar-avis	2	Skeletonema costatum
2	Protoceratium	2	Pteromonas	2	Skeletonema subsalsum
2	Protoceratium reticulatum	1	Pterosperma	2	Skeletonema tropicum
2	Protoceratium spinulosum	2	Pterosperma moebii	2	Spatulodinium
2	Protoctista	2	Ptychodiscaceae	2	Spatulodinium pseudonoclitula
2	Protodiniaceae	2	Ptychodiscus	1	Sphaerocystis
2	Protoperidinium	2	Ptychodiscus noctiluca	2	Spiraulax
2	Protoperidinium + Peridinium	1	Pyramimonas	2	Spiraulax kofoidii
2	Protoperidinium acutipes	1	Pyramimonas longicauda	1	Spirulina
2	Protoperidinium anguipes	2	Pyrocystaceae	0	Squalus acanthias
2	Protoperidinium bipes	2	Pyrocystales	1	Staurastrum
2	Protoperidinium brevipes	2	Pyrocystis	2	Stauroneis
2	Protoperidinium capurroi	2	Pyrocystis elegans	2	Stauroneis biblos
2	Protoperidinium cassum	2	Pyrocystis fusiformis	2	Staurorsira
2	Protoperidinium cerasus	2	Pyrocystis lunula	2	Stellarima
2	Protoperidinium claudicans	2	Pyrocystis noctiluca	2	Stellarima stellaris
2	Protoperidinium conicoides	2	Pyrocystis obtusa	2	Stephanodiscus
2	Protoperidinium conicum	2	Pyrocystis pseudonoclitula	2	Stephanodiscus astraea
2	Protoperidinium corniculatum	2	Pyrocystis robusta	2	Stephanopyxis
2	Protoperidinium crassipes	2	Pyrodinium	2	Stephanopyxis turris
2	Protoperidinium depressum	2	Pyrodinium bahamense	1	Stichosiphon
2	Protoperidinium diabolium	2	Pyrophacaceae	2	Stictocyclus
2	Protoperidinium diabolium + longipes	2	Pyrophacus	2	Streptotheca
2	Protoperidinium diabolium	2	Pyrophacus horologium	2	Striatella
2	Protoperidinium diabolium + longipes	2	Pyrophacus steinii	2	Striatella interrupta
2	Protoperidinium divergens	1	Raphidomonadales	2	Striatella unipunctata
2	Protoperidinium elegans	2	Raphidophyceae	2	Stylodinium
2	Protoperidinium globulus	2	Raphidosphaera tenerrima	2	Surirella
2	Protoperidinium grande	1	Rhabdolithes	2	Surirella recedens
2	Protoperidinium granii	1	Rhabdolithes claviger	2	Surirellaceae
2	Protoperidinium hirobisi	2	Rhabdonema	1	Synechococcus
2	Protoperidinium huberi	2	Rhabdonema adriaticum	1	Synechocystis
2	Protoperidinium latissimum	2	Rhabdonema punctatum	2	Synedra
2	Protoperidinium minutum	1	Rhabdosphaera	2	Synedra + Toxarium
2	Protoperidinium oblongum	1	Rhabdosphaeraceae	2	Synedra arcuata
2	Protoperidinium obtusum	2	Rhaphoneis	2	Synedra fulgens
2	Protoperidinium oceanicum	2	Rhaphoneis + Delphineis	2	Synedra ulna
2	Protoperidinium oviforme	2	Rhizosolenia	2	Synedropsis
2	Protoperidinium ovum	2	Rhizosolenia acuminata	1	Synura
2	Protoperidinium pallidum	2	Rhizosolenia alata f. curvirostris	1	Syracosphaera
2	Protoperidinium pellucidum	2	Rhizosolenia bergonii	1	Syracosphaera + Coronosphaera + Caneosphi
2	Protoperidinium pentagonum	2	Rhizosolenia calcar-avis	1	Syracosphaera pulchra
2	Protoperidinium pentagonum + latissimum	2	Rhizosolenia castracanei	1	Syracosphaera rotula
2	Protoperidinium punctulatum	2	Rhizosolenia clevei	1	Syracosphaeraceae
2	Protoperidinium quinquecorne	2	Rhizosolenia clevei var. communis	2	Tabellaria
2	Protoperidinium solidicorne	2	Rhizosolenia crassispina	1	Tabularia
2	Protoperidinium steinii	2	Rhizosolenia debyana	2	Tabularia fasciculata
2	Protoperidinium steinii + pyriforme	2	Rhizosolenia hebetata	2	Tetradinium
2	Protoperidinium venustum	2	Rhizosolenia hyalina	2	Tetraedron
1	Prymnesiaceae	2	Rhizosolenia imbricata	2	Tetraedron minimum
1	Prymnesiales	2	Rhizosolenia imbricata + styliformis	1	Tetrasselmis
1	Prymnesiophyceae	2	Rhizosolenia indica	1	Tetrasselmis + Prasinocladus
1	Prymnesium	2	Rhizosolenia longiseta	1	Tetrastrum
2	Psammodictyon	2	Rhizosolenia pungens	2	Thalassionema
2	Psammodictyon panduriforme	2	Rhizosolenia robusta	2	Thalassionema + Thalassiothrix + Lioloma
2	Psammodiscus	2	Rhizosolenia semispina	2	Thalassionema bacillare
2	Pseliodinium	2	Rhizosolenia setigera	2	Thalassionema frauenfeldii
2	Pseliodinium fusus	2	Rhizosolenia setigera + pungens	2	Thalassionema javanicum
2	Pseliodinium vaubanii	2	Rhizosolenia setigera + setigera f. pungen	2	Thalassionema nitzschioides
1	Pseudanabaena	2	Rhizosolenia setigera f. pungens	2	Thalassionemataceae
2	Pseudictyota dubium	2	Rhizosolenia simplex	2	Thalassioiphysa
2	Pseudo-nitzschia	2	Rhizosolenia striata	2	Thalassioiphysa hyalina
2	Pseudo-nitzschia americana	2	Rhizosolenia styliformis	2	Thalassiosira
2	Pseudo-nitzschia australis	2	Rhizosolenia styliformis var. longispina	2	Thalassiosira + Porosira
2	Pseudo-nitzschia calliantha	2	Rhizosoleniaceae	2	Thalassiosira allenii
2	Pseudo-nitzschia delicatissima	2	Rhopalodia	2	Thalassiosira angulata
2	Pseudo-nitzschia fraudulenta	0	Richelia intracellularis	2	Thalassiosira anguste-lineata
2	Pseudo-nitzschia multiseriata	2	Roperia tessellata	2	Thalassiosira antarctica
2	Pseudo-nitzschia multistriata	2	Scaphodinium	2	Thalassiosira decipiens
2	Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima	2	Scaphodinium mirabile	2	Thalassiosira eccentrica
2	Pseudo-nitzschia pungens	1	Scenedesmus	2	Thalassiosira gravida
				2	Thalassiosira hendeyi
				2	Thalassiosira leptopus
				2	Thalassiosira levanderi
				2	Thalassiosira levanderi + minima
				2	Thalassiosira lineata
				2	Thalassiosira minima
				2	Thalassiosira nordenskiöldii
				2	Thalassiosira punctigera
				2	Thalassiosira rotula
				2	Thalassiosira rotula + gravida
				2	Thalassiosira subtilis
				2	Thalassiosiraceae
				2	Thalassiosirales
				2	Thalassiothrix
				2	Thalassiothrix heteromorpha
				2	Thalassiothrix longissima
				2	Thalassiothrix mediterranea var. mediterranea
				2	Thecadinium
				2	Thecadinium kofoidii
				2	Tiarina
				2	Tintinnidae
				2	Tintinnina
				2	Torodinium
				2	Torodinium robustum
				2	Torodinium teredo
				2	tous Dinophysis ronds avec épithèque bien visible
				2	Tous Dinophysis ronds avec épithèque bien visible
				2	Toxarium
				2	Toxarium hennedyanum
				2	Toxarium undulatum
				2	Toxonidea
				2	Toxonidea gregoriana
				1	Trachelomonas
				2	Trachyneis
				2	Triadinium
				2	Triadinium polyedricum
				2	Triceratiaceae
				2	Triceratium
				2	Triceratium favus
				2	Triceratium formosum f. formosum
				2	Triceratium pentacrinus
				2	Triceratium quadrangulare
				1	Trichodesmium
				2	Trieres
				2	Trieres mobiliensis
				2	Trieres regia
				2	Trigonium
				2	Trigonium alternans
				2	Trigonium arcticum
				2	Trigonium formosum
				2	Tripos
				2	Tripos arietinus
				2	Tripos azoricus
				2	Tripos belone
				2	Tripos biceps
				2	Tripos brevis
				2	Tripos candelabrus
				2	Tripos cephalotus
				2	Tripos concilius
				2	Tripos contortus
				2	Tripos contrarius
				2	Tripos declinatus
				2	Tripos euarcuatus
				2	Tripos extensus
				2	Tripos falcatiformis
				2	Tripos falcatus
				2	Tripos furca
				2	Tripos fusus
				2	Tripos gravidus
				2	Tripos hexacanthus
				2	Tripos horridus
				2	Tripos kofoidii
				2	Tripos limulus
				2	Tripos lineatus
				2	Tripos lineatus + minutus
				2	Tripos longipes
				2	Tripos longirostrus
				2	Tripos macroceros
				2	Tripos massiliensis
				2	Tripos minutus
				2	Tripos muelleri
				2	Tripos pentagonus
				2	Tripos pulchellus
				2	Tripos ranipes
				2	Tripos setaceus
				2	Tripos symmetricus

T Taxon

- 2 *Tripes teres*
- 2 *Tripes trichoceros*
- 2 *Tripes vultur*
- 2 *Tropidoneis*
- 2 *Tryblionella*
- 2 *Tryblionella coarctata*
- 2 *Ulnaria*
- 1 *Umbellosphaera*
- 1 *Umbellosphaera irregularis*
- 1 *Umbilicosphaera sibogae*
- 1 *Vacuolariaceae*
- 1 *Volvocales*
- 2 *Vulcanodinium rugosum*
- 2 *Warnowia*
- 2 *Warnowia + Nematodinium + Nematopsides*
- 2 *Warnowia polyphemus*
- 2 *Warnowiaceae*
- 2 *Willea crucifera*
- 2 *Xanthophyceae*
- 2 *Zygoceros surirella*

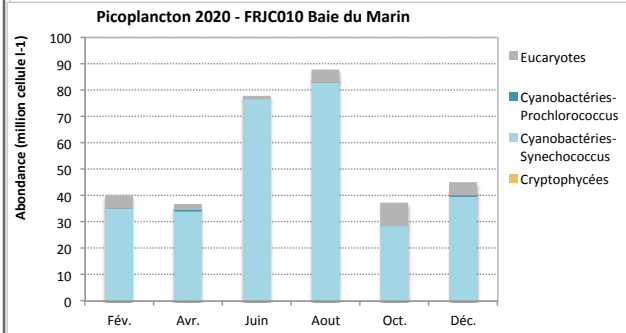
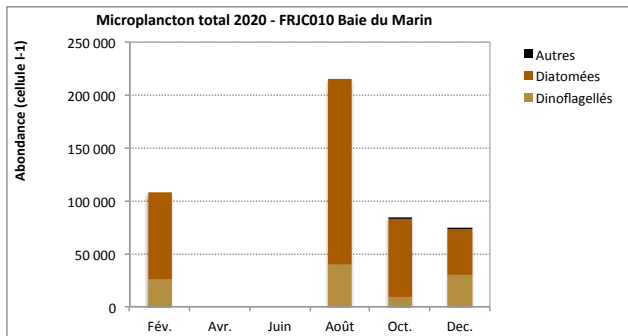
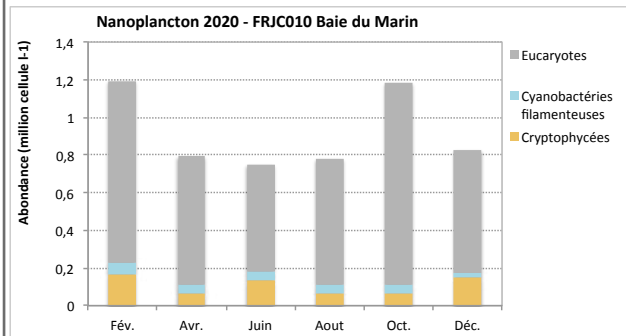
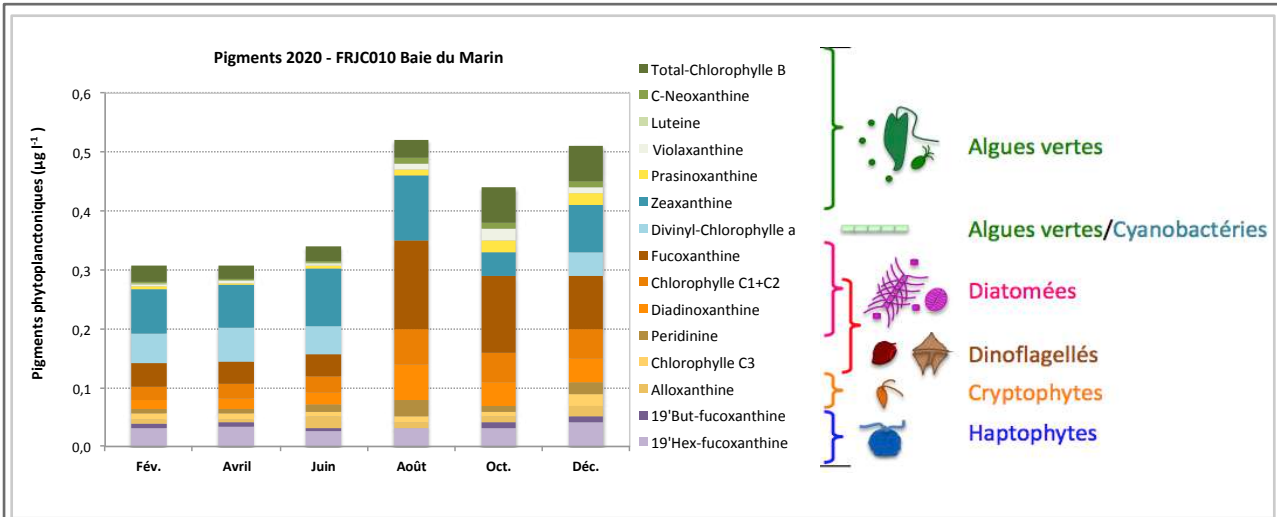
11.3 Annexe 3 : Résultats du phytoplancton (concentration en pigments, abondances pico, nano et microplanctoniques) par masse d'eau



Abondances > 25 000 cellules l-1

	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
<i>Chaetoceros pseudocurvisetus</i>						40 490						
<i>Gymnodinium</i>										64 695		
<i>Merismopedia</i>										73 937		
<i>Ceratoneis closterium + N. longissima</i>		34 294	31 357	36 156							32 568	
<i>Pseudo-nitzschia galaxiae</i>											32 568	
<i>Pseudo-nitzschia, complexe delicatissima, groupe des fines</i>		42 867		48 344							32 128	

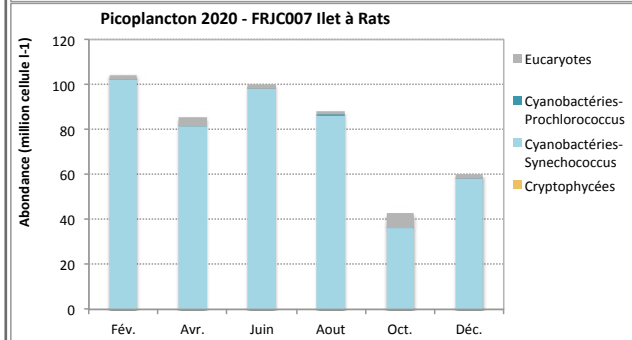
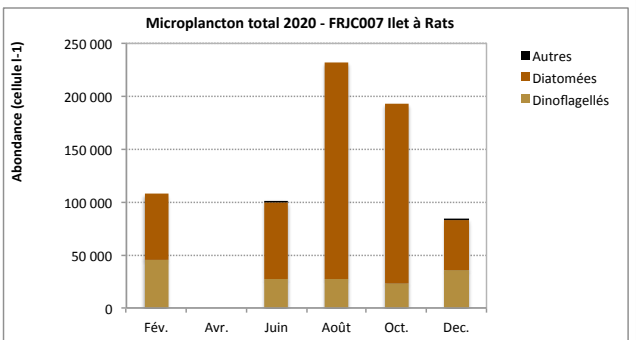
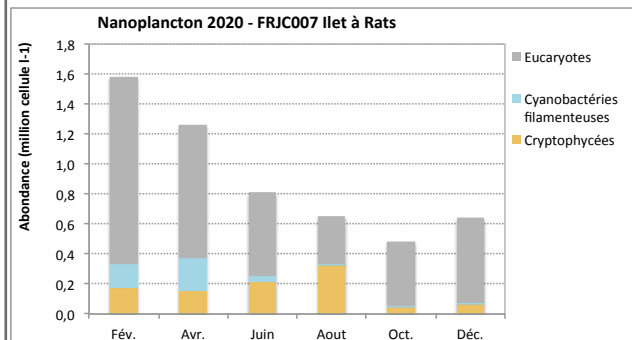
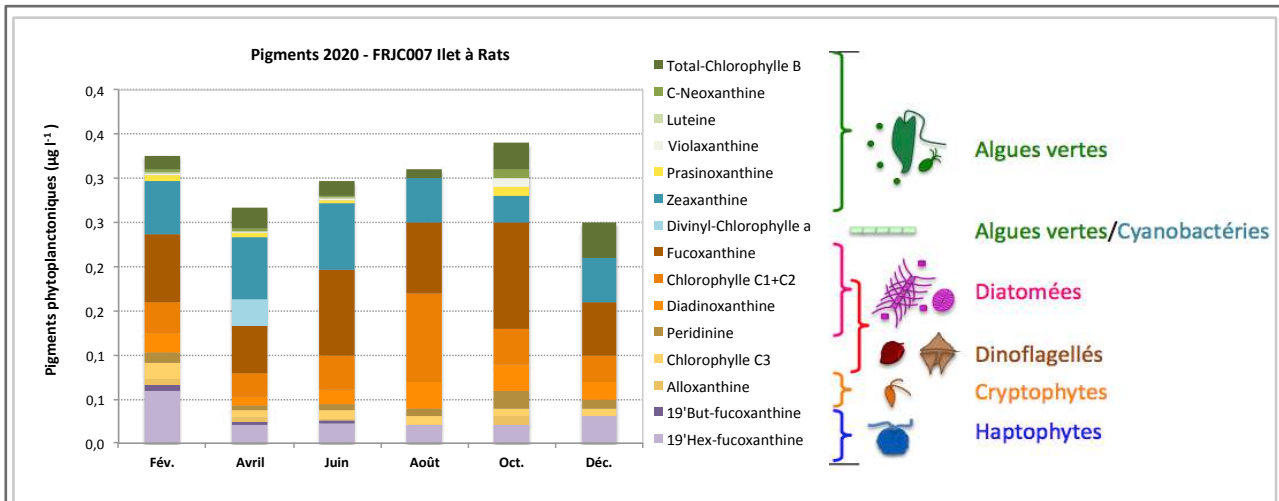
FRJC001 – Banc Gamelle
Résultats du phytoplancton (concentration en pigments, abondances pico, nano et microplanctoniques)



Abondances > 25 000 cellules l-1

	Fév.	Avr.	Juin	Août	Oct.	Déc.
<i>Ceratoneis closterium + N. longissima</i>				47 531		
<i>Pseudo-nitzschia, complexe delicatissima, groupe des fines</i>	33 272					

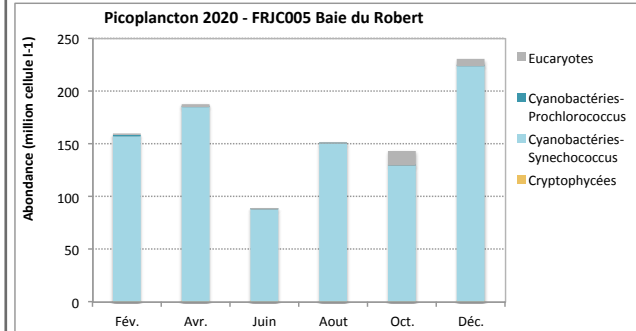
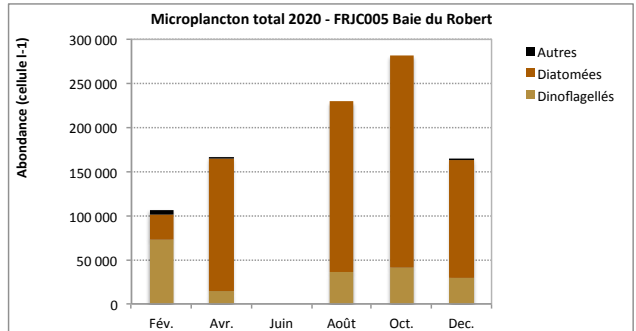
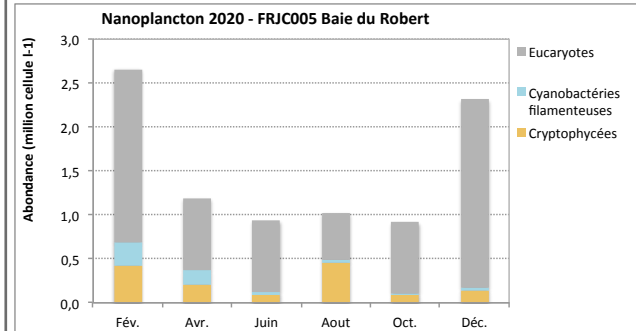
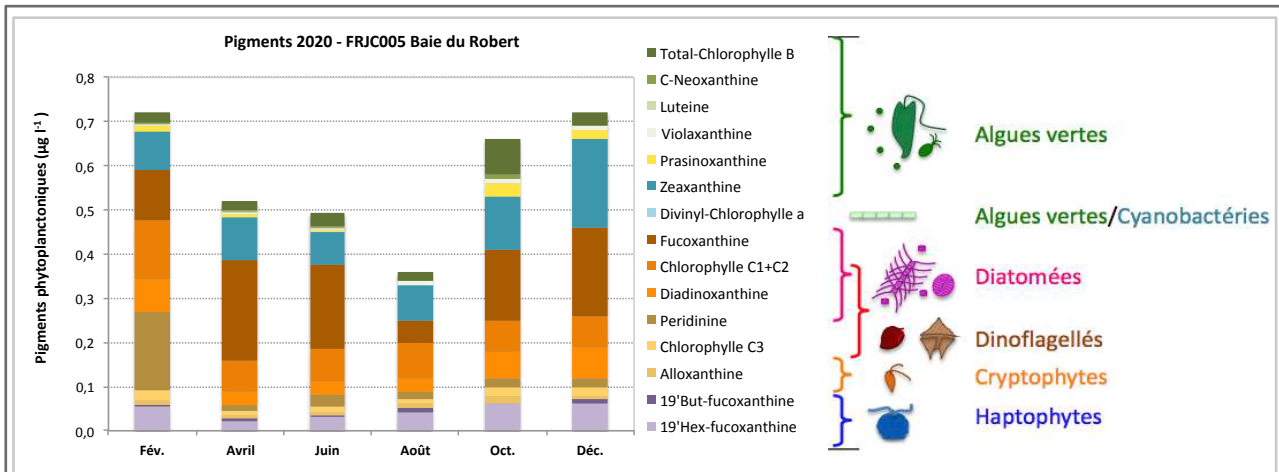
FRJC010 – Baie du Marin
Résultats du phytoplancton (concentration en pigments, abondances pico, nano et microplanctoniques)



Abondances > 25 000 cellules l-1

	Fév.	Avr.	Juin	Août	Oct.	Déc.
<i>Bacteriastrium delicatulum</i>				72 713		
<i>Gymnodinium</i>						25 275
<i>Ceratoneis closterium + N. longissima</i>	30 007			60 594		
<i>Pseudo-nitzschia, complexe americana</i>					129 391	
<i>Pseudo-nitzschia, complexe delicatissima, groupe des fines</i>				40 821		

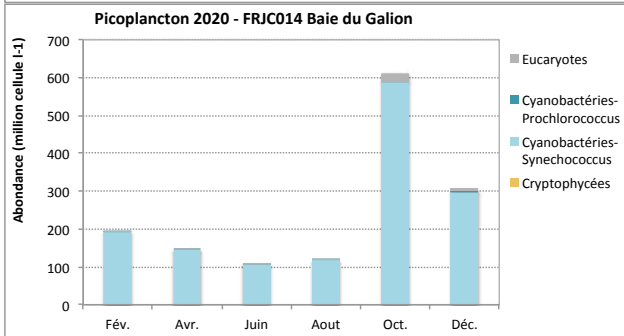
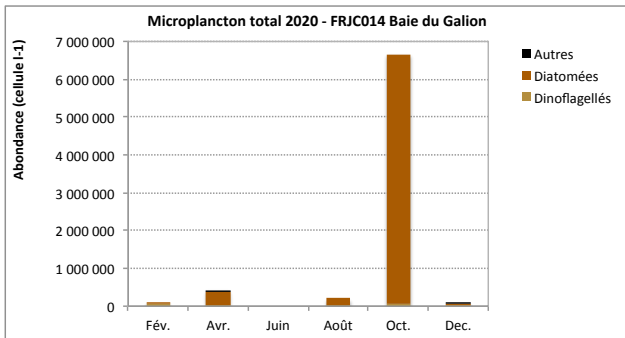
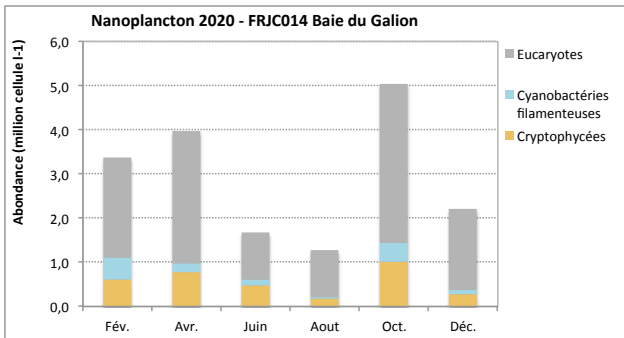
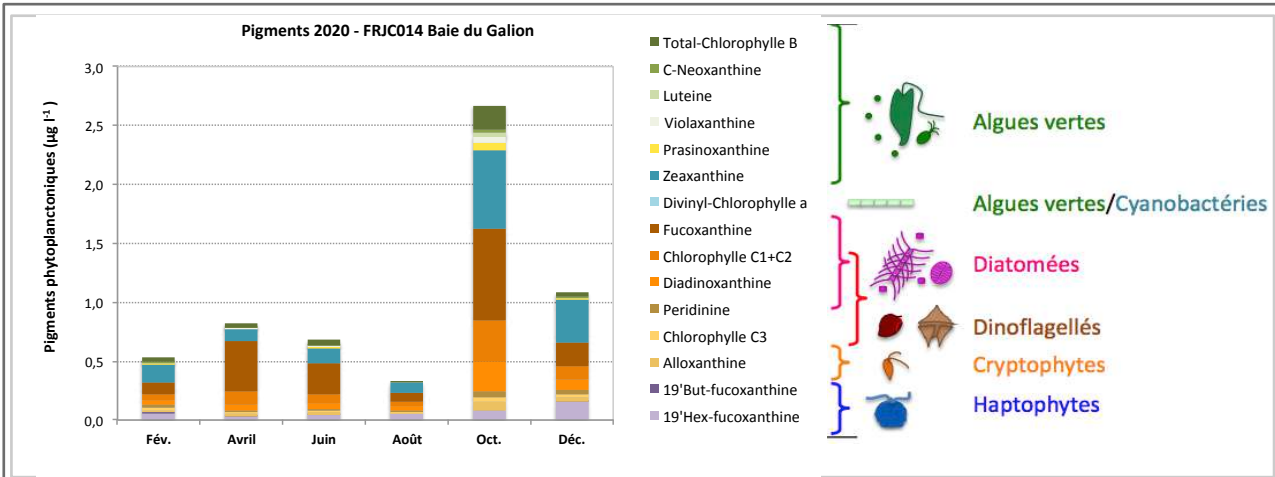
FRJC007 – Ilet à Rats
Résultats du phytoplancton (concentration en pigments, abondances pico, nano et microplanctoniques)



Abondances > 25 000 cellules l-1

	Fév.	Avr.	Juin	Août	Oct.	Déc.
Bacteriastrum delicatulum				86 612		
Gymnodinium	27 576					
Ceratoneis closterium + N. longissima		61 890		61 791		
Pseudo-nitzschia, complexe americana					217 852	
Pseudo-nitzschia, complexe seriata, groupe des effilées						108 706

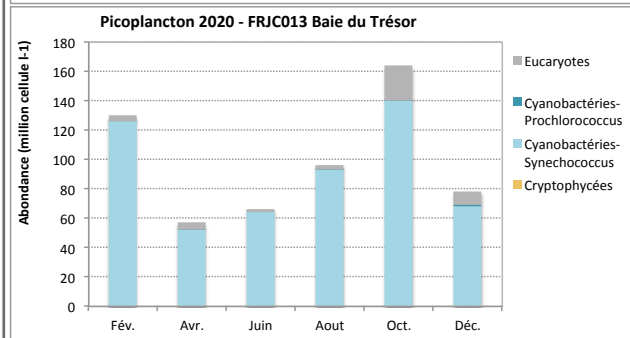
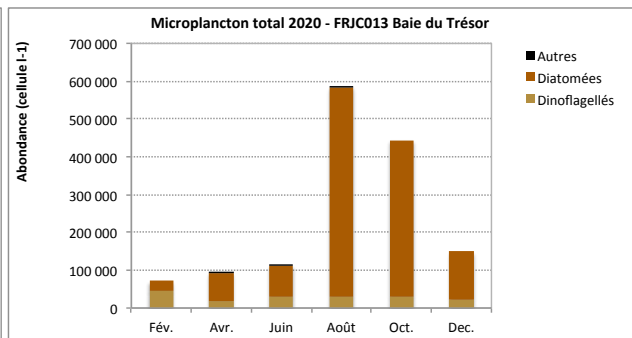
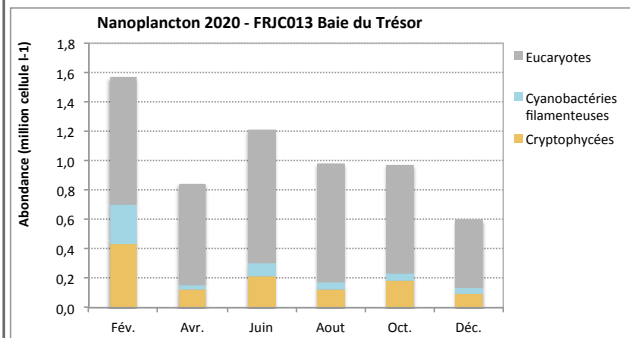
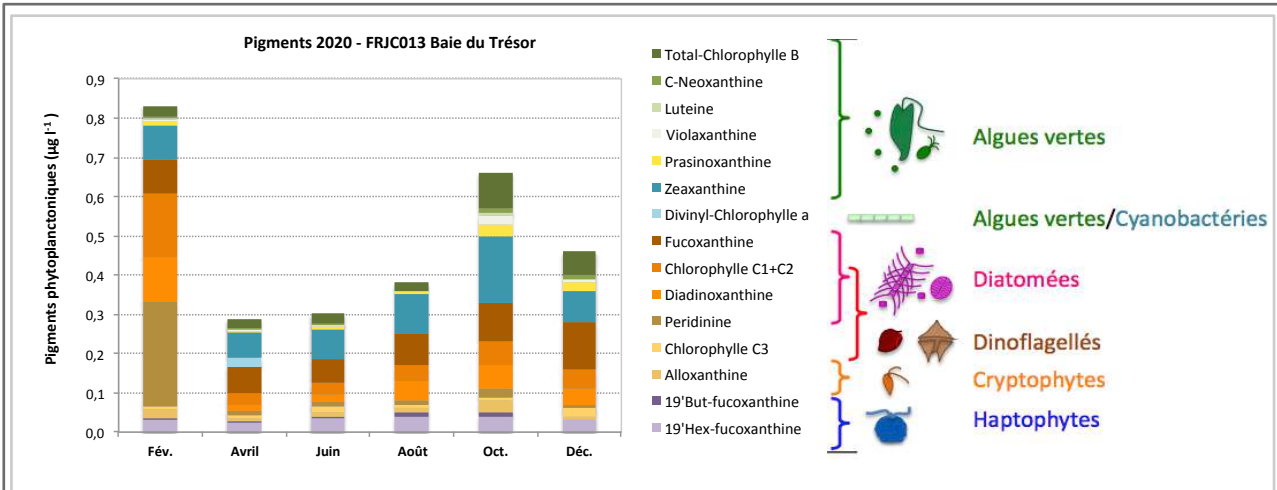
FRJC005 – Baie du Robert
Résultats du phytoplancton (concentration en pigments, abondances pico, nano et microplanctoniques)



Abondances > 25 000 cellules l-1

	Fév.	Avr.	Juin	Août	Oct.	Déc.
Gymnodinium	25 040				36 969	
Asterionella notata					26 406	
Ceratoneis closterium + N. longissima		184 844		25 173		
Pseudo-nitzschia, complexe americana					1 332 195	
Pseudo-nitzschia, complexe delicatissima, groupe des fines		37 959				
Pseudo-nitzschia, complexe seriata, groupe des effilées					5 109 608	
Rhizosolenia delicatula		29 707				

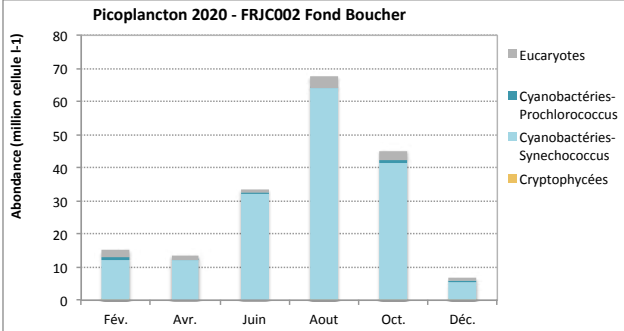
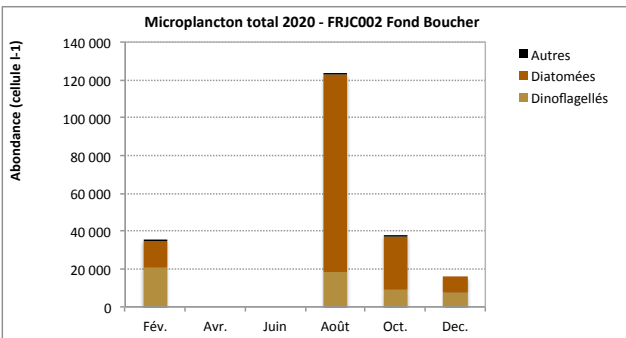
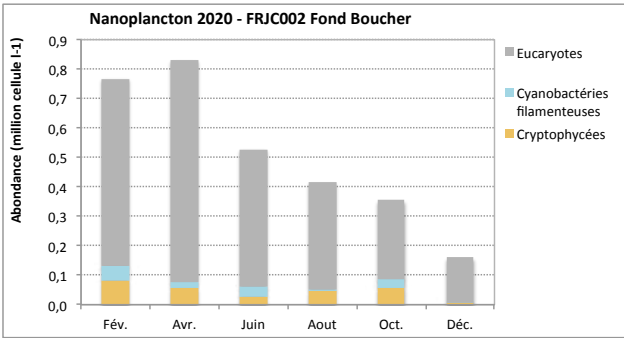
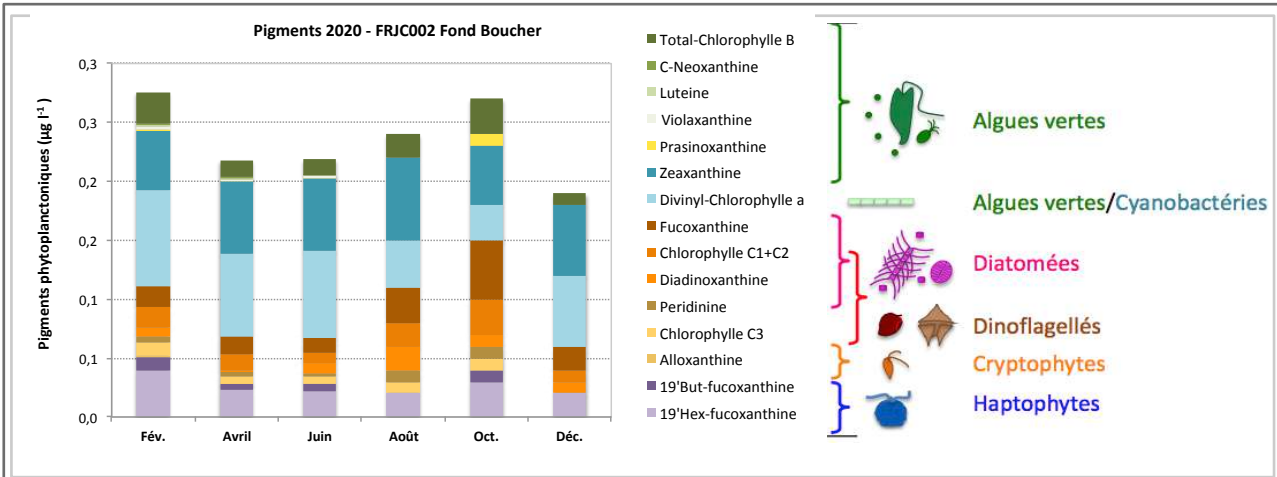
FRJC014 – Baie du Galion
Résultats du phytoplancton (concentration en pigments, abondances pico, nano et microplanctoniques)



Abondances > 25 000 cellules l-1

	Fév.	Avr.	Juin	Août	Oct.	Déc.
Ceratoneis closterium + N. longissima			55 981	43 004		
Pseudo-nitzschia, complexe americana				312 348	222 803	
Pseudo-nitzschia, complexe delicatissima, groupe des fines				80 728		29 047
Pseudo-nitzschia, complexe seriata, groupe des effilées				64 129	124 439	

FRJC013 – Baie du Trésor Résultats du phytoplancton (concentration en pigments, abondances pico, nano et microplanctoniques)

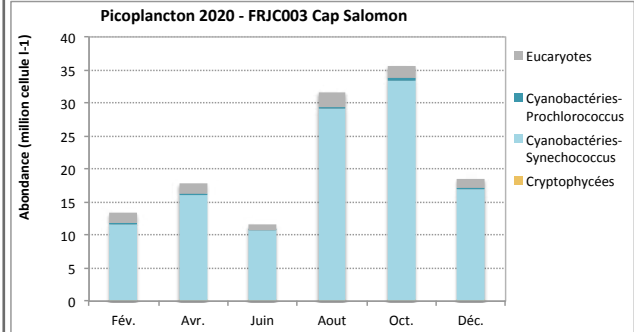
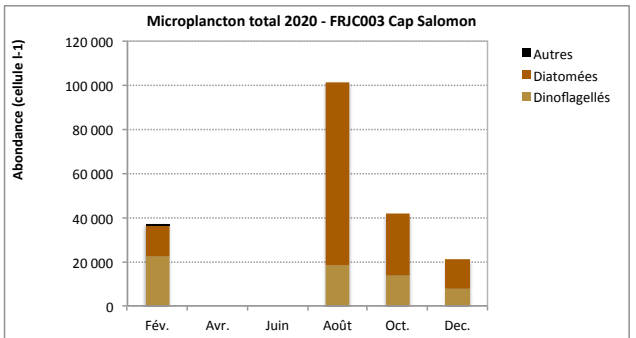
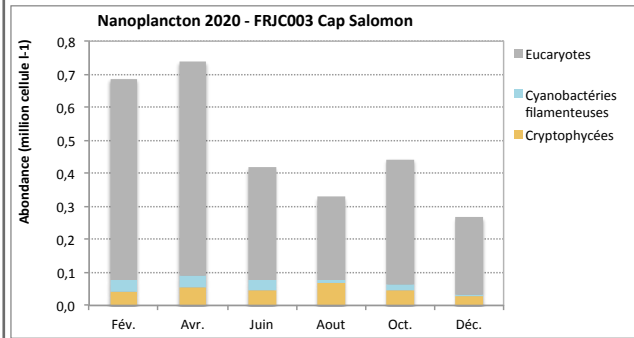
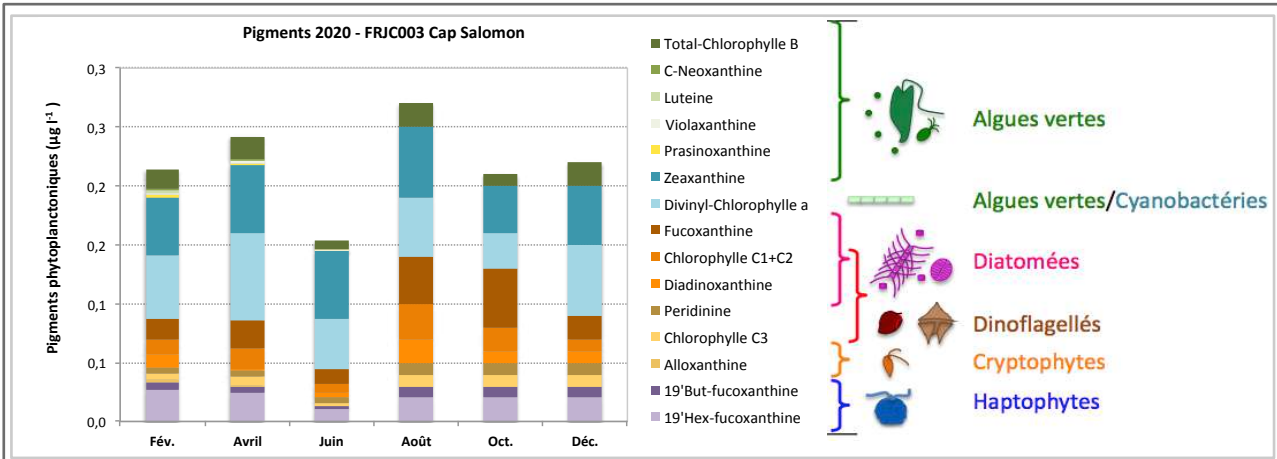


Abondances > 25 000 cellules l-1

	Fév.	Avr.	Juin	Août	Oct.	Déc.
Pseudo-nitzschia, complexe seriata, groupe des effilées				28 519		

FRJC002 – Fond Boucher

Résultats du phytoplancton (concentration en pigments, abondances pico, nano et microplanctoniques)

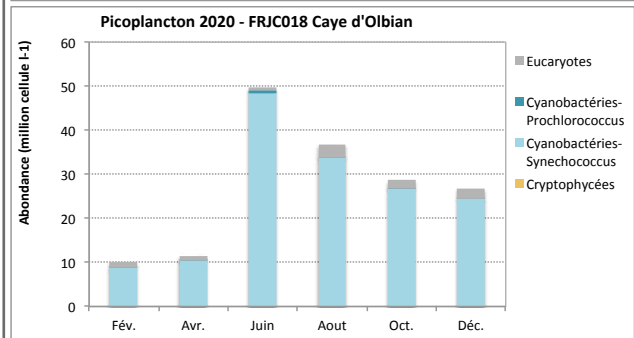
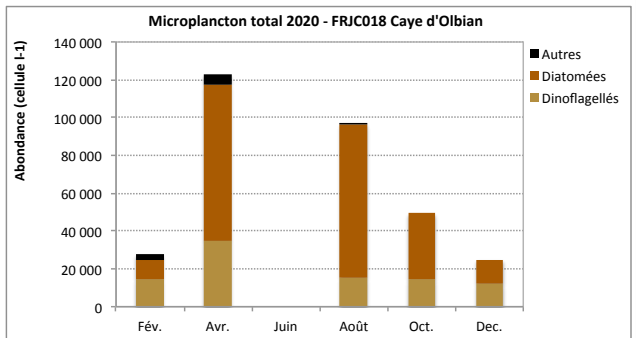
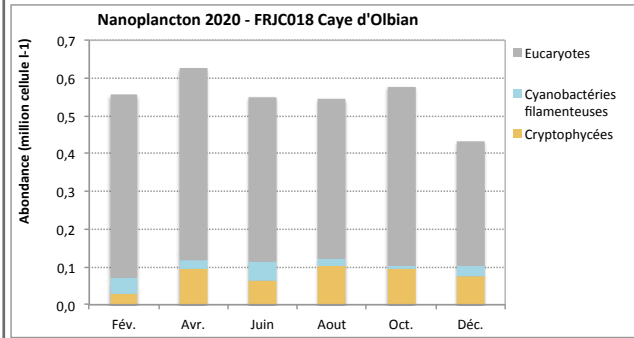
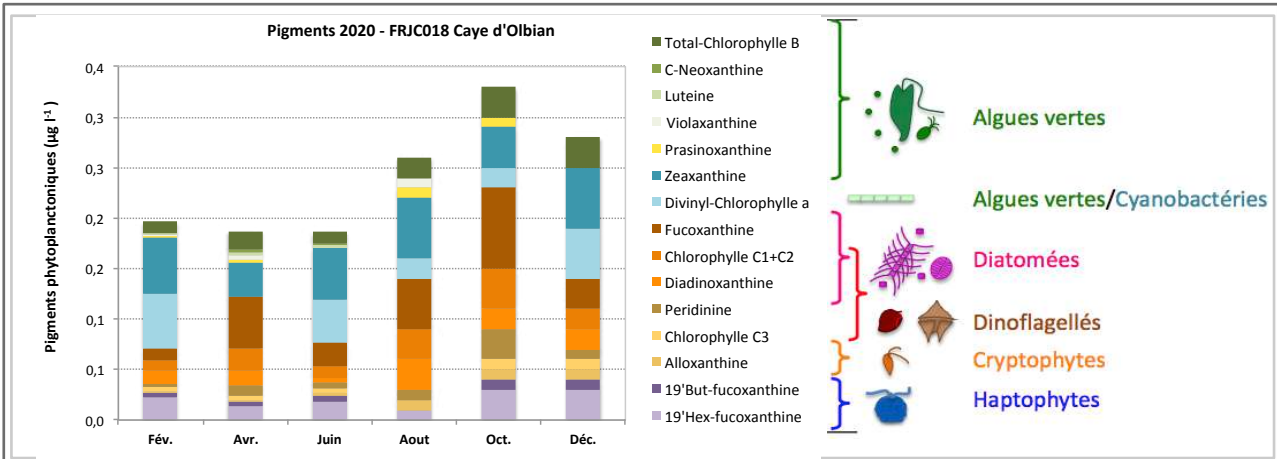


Abondances > 25 000 cellules l-1

	Fév.	Avr.	Juin	Août	Oct.	Déc.
-						

FRJC003 – Cap Salomon

Résultats du phytoplancton (concentration en pigments, abondances pico, nano et microplanctoniques)

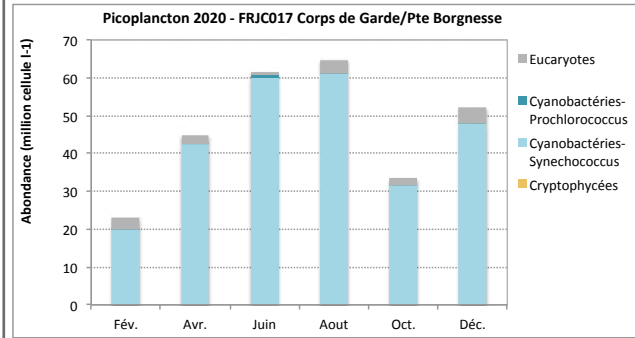
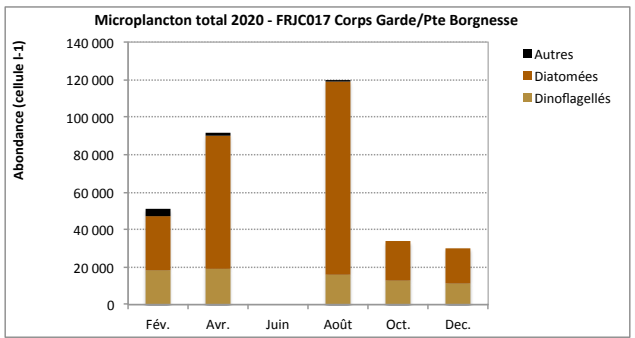
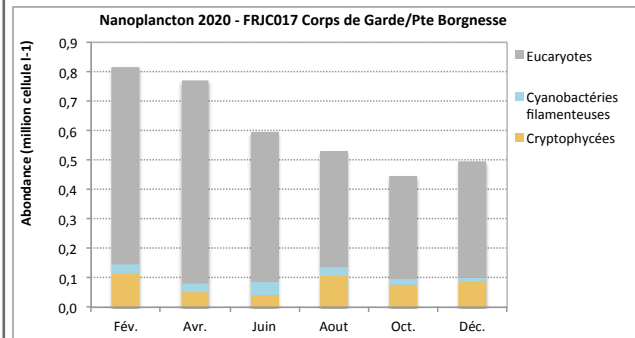
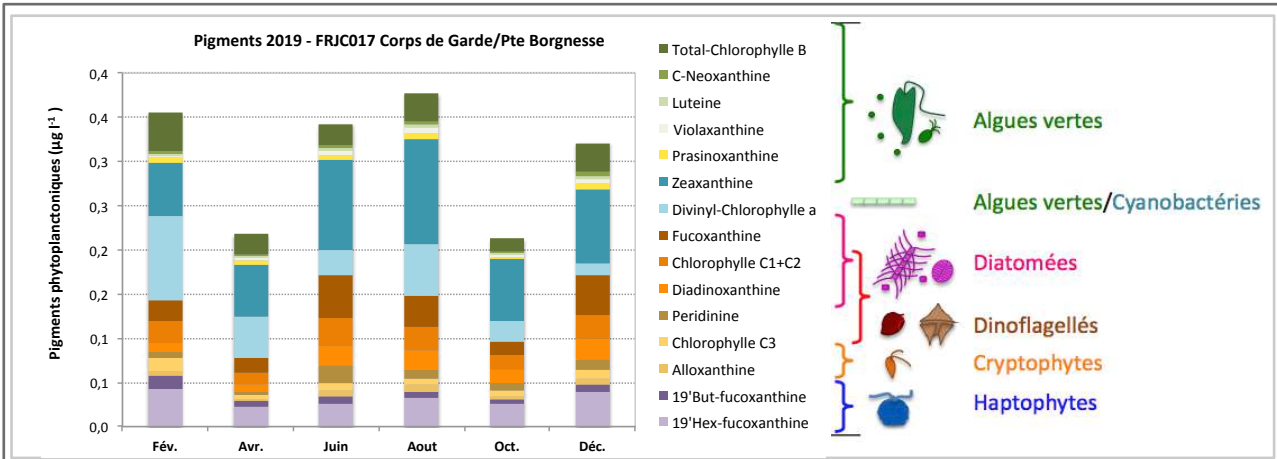


Abondances > 25 000 cellules l-1

	Fév.	Avr.	Juin	Août	Oct.	Déc.
-						

FRJC018 – Caye d'Olbian

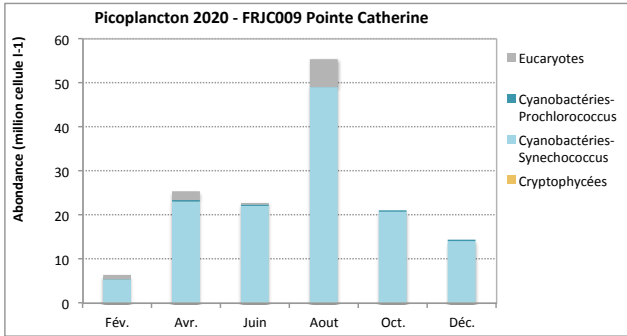
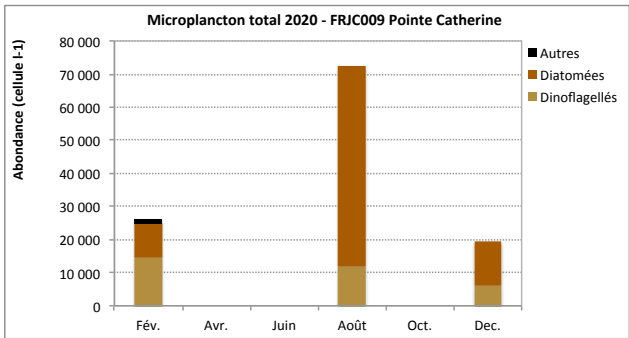
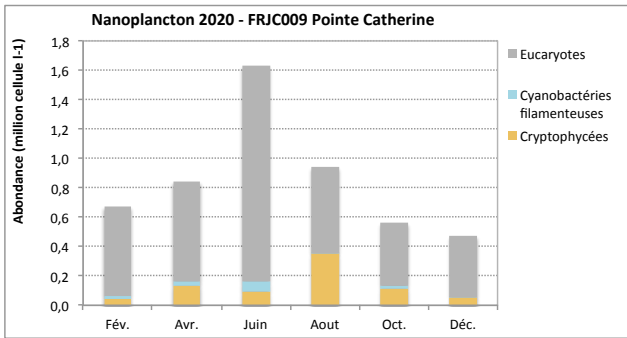
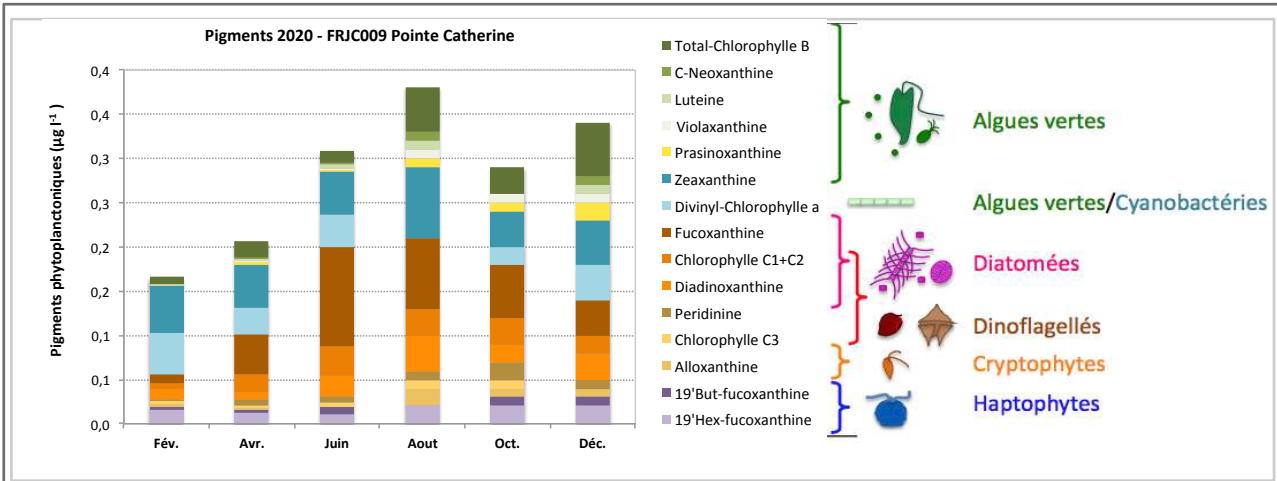
Résultats du phytoplancton (concentration en pigments, abondances pico, nano et microplanctoniques)



Abondances > 25 000 cellules l-1

	Fév.	Avr.	Juin	Août	Oct.	Déc.
Corps de Garde						
Pointe Borgnesse						
<i>Pseudo-nitzschia, complexe delicatissima, groupe des fines</i>	25 878					
<i>Pseudo-nitzschia, complexe seriata, groupe des effilées</i>				26 406		

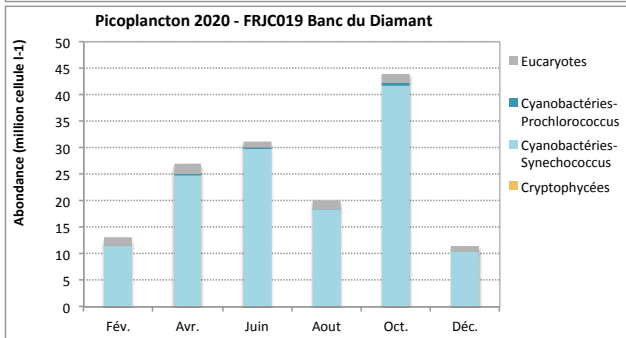
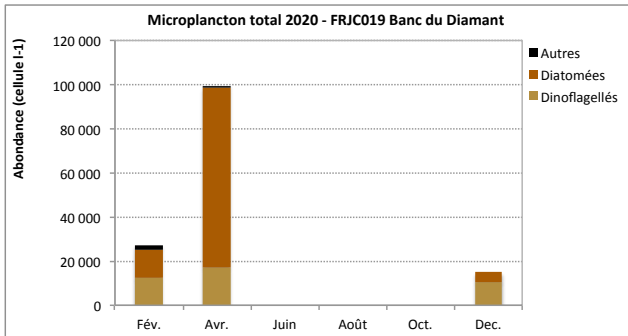
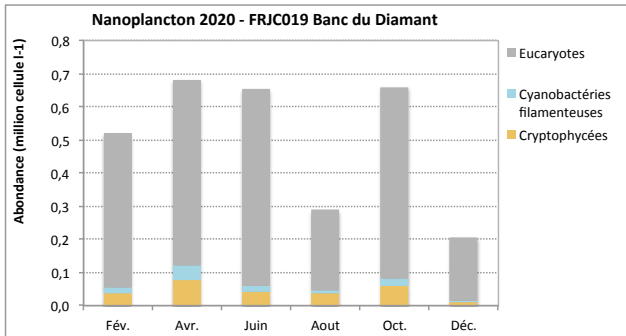
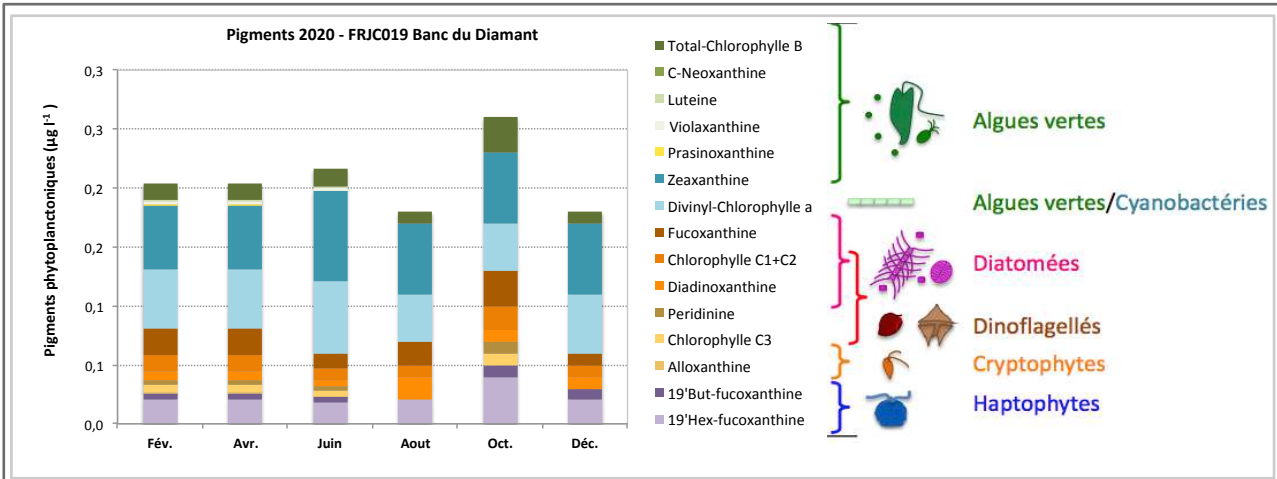
FRJC017 – Corps de Garde/Pointe Borgnesse
Résultats du phytoplancton (concentration en pigments, abondances pico, nano et microplanctoniques)



Abondances > 25 000 cellules l⁻¹

	Fév.	Avr.	Juin	Août	Oct.	Déc.
-						

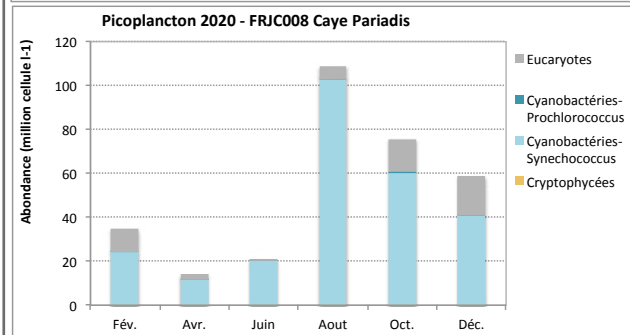
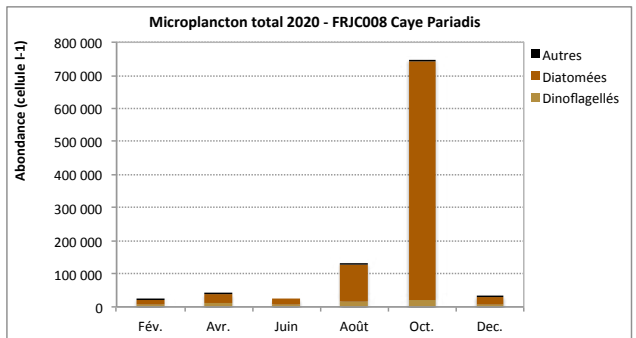
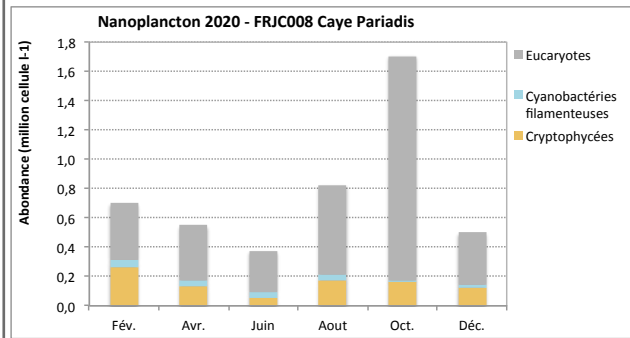
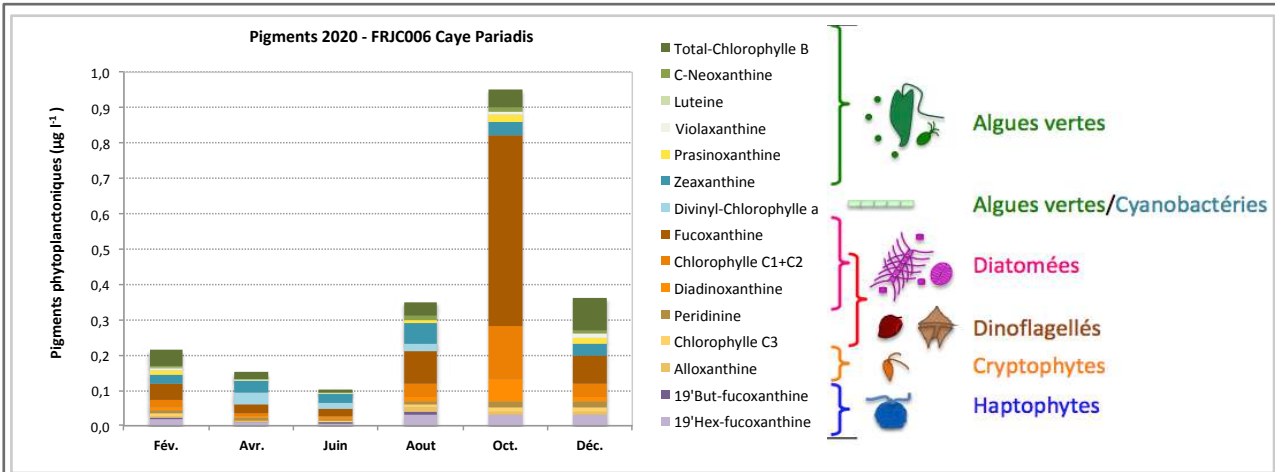
FRJC009 – Pointe Catherine
Résultats du phytoplancton (concentration en pigments, abondances pico, nano et microplanctoniques)



Abondances > 25 000 cellules l-1

	Fév.	Avr.	Juin	Août	Oct.	Déc.
Pseudo-nitzschia, complexe seriata, groupe des effilées		41 844				

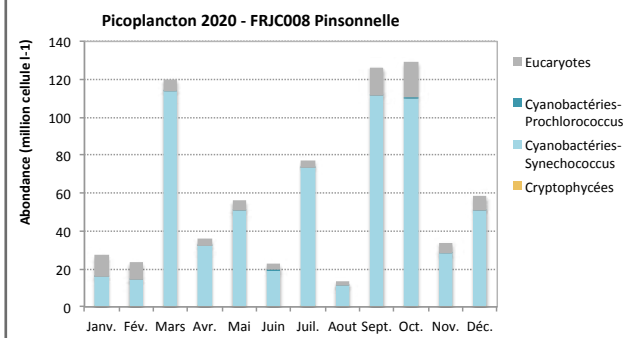
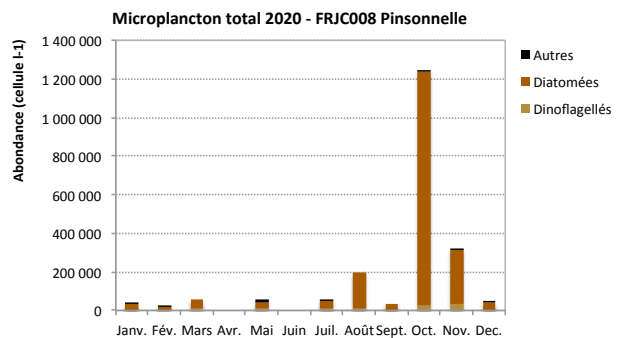
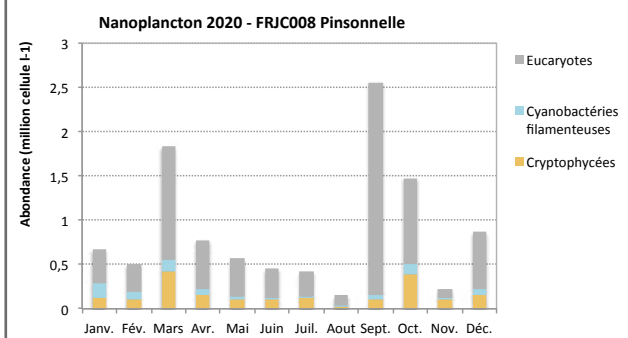
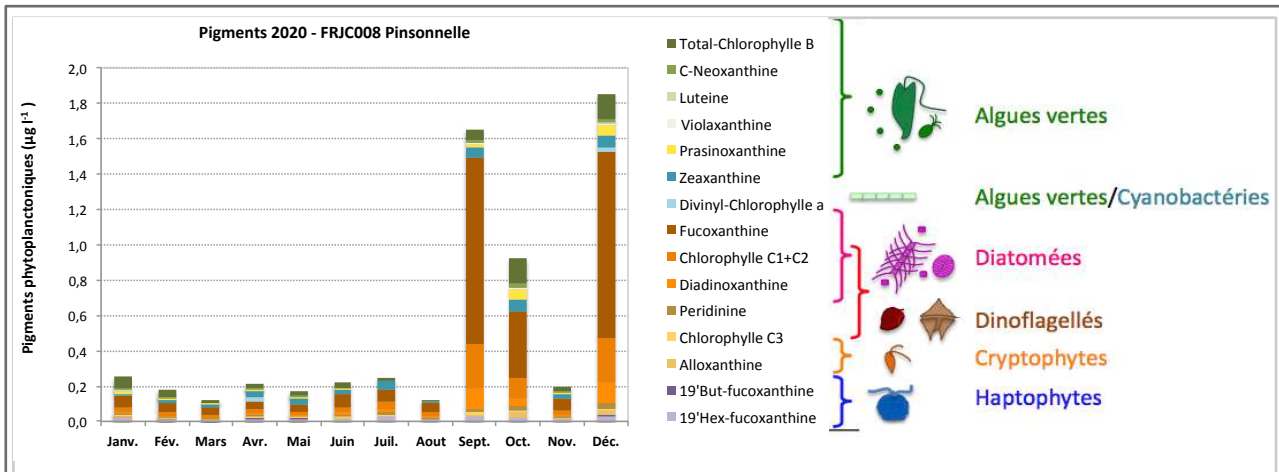
FRJC019 – Banc du Diamant
Résultats du phytoplancton (concentration en pigments, abondances pico, nano et microplanctoniques)



Abondances > 25 000 cellules l-1

	Fév.	Avr.	Juin	Août	Oct.	Déc.
Synedra					29 235	
Ceratoneis closterium + N. longissima					31 122	
Pseudo-nitzschia galaxiae					40 552	
Pseudo-nitzschia, complexe americana					300 843	
Pseudo-nitzschia, complexe seriata, groupe des effilées					172 584	

FRJC006 – Caye Pariadis
Résultats du phytoplancton (concentration en pigments, abondances pico, nano et microplanctoniques)

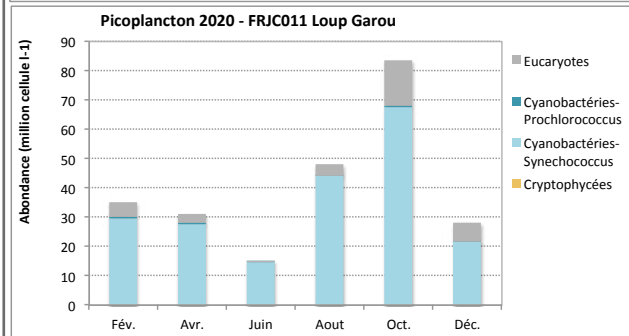
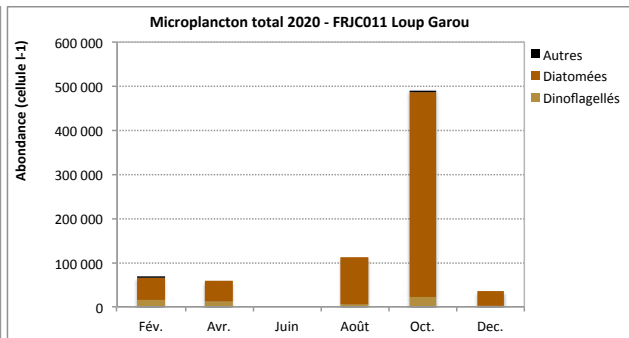
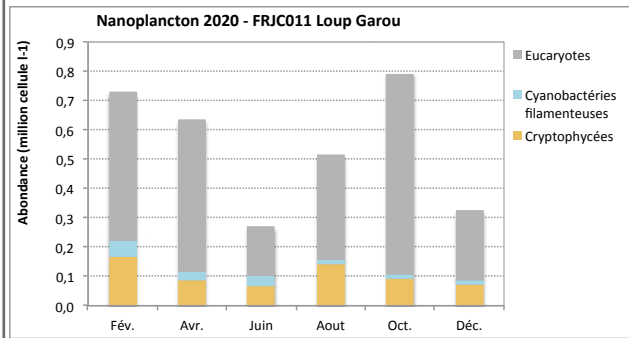
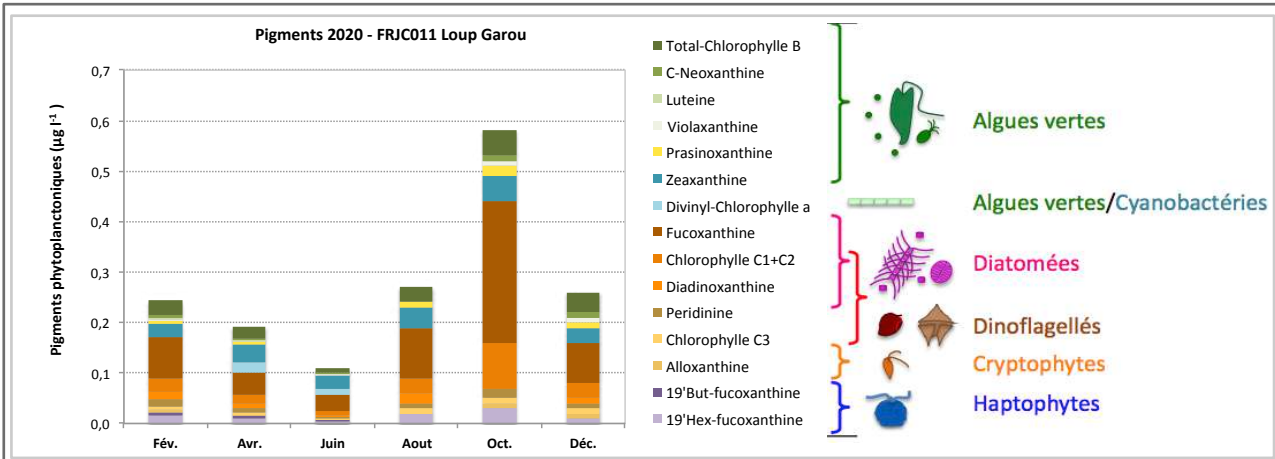


Abondances > 25 000 cellules l-1

	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
<i>Bacteriatrum delicatulum</i>								36 639				
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>										34 328		
<i>Chaetoceros pseudocurvisetus</i>										54 133		
<i>Leptocylindrus danicus</i>										30 367		
<i>Skeletonema costatum</i>										43 570		
<i>Chaetoceros fragilis</i>											55 981	
<i>Ceratoneis closterium + N. longissima</i>								25 416		30 367	44 891	
<i>Pseudo-nitzschia galaxiae</i>										35 648		
<i>Pseudo-nitzschia, complexe americana</i>										488 516		
<i>Pseudo-nitzschia, complexe delicatissima, groupe des fines</i>										36 969		
<i>Pseudo-nitzschia, complexe seriata, groupe des effilées</i>										328 758	29 047	

FRJC008 – Pinsonnelle

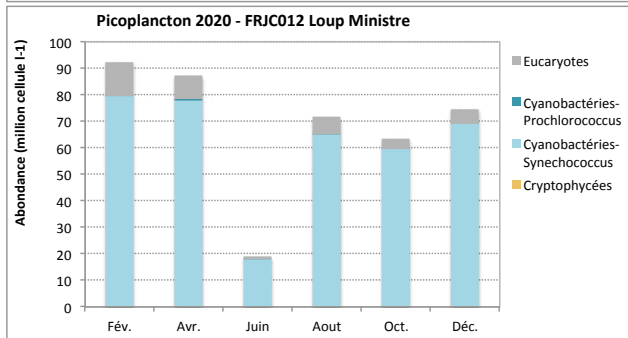
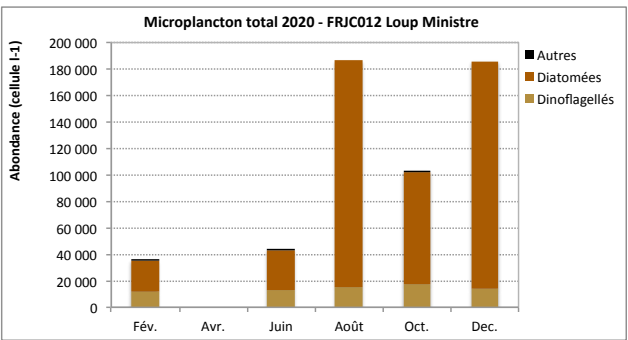
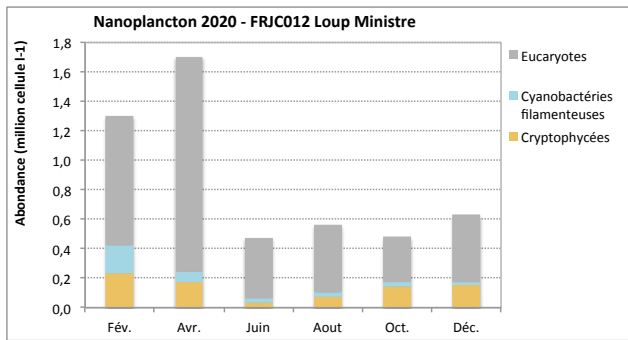
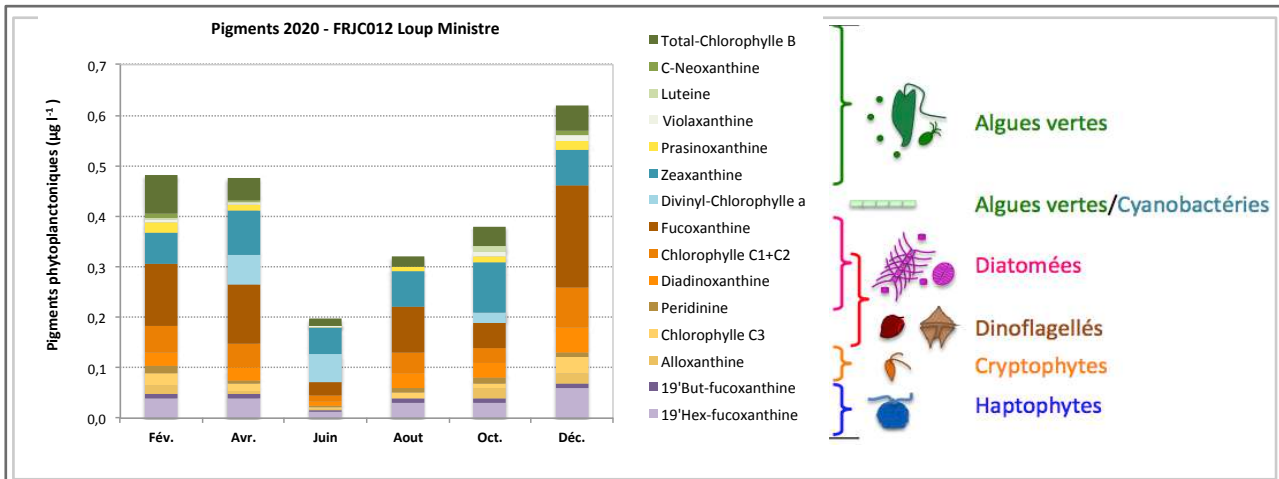
Résultats du phytoplancton (concentration en pigments, abondances pico, nano et microplanctoniques)



Abondances > 25 000 cellules l-1

	Fév.	Avr.	Juin	Août	Oct.	Déc.
Pseudo-nitzschia galaxiae					30 631	
Pseudo-nitzschia, complexe americana					166 887	
Pseudo-nitzschia, complexe seriata, groupe des effilées					117 244	

FRJC011 – Loup Garou
Résultats du phytoplancton (concentration en pigments, abondances pico, nano et microplanctoniques)

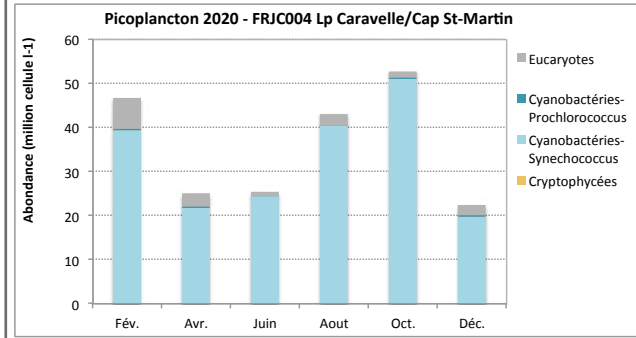
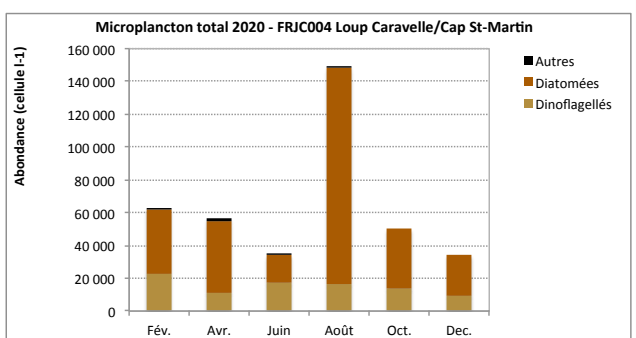
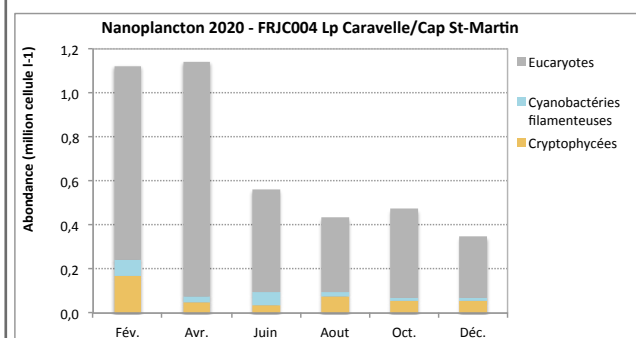
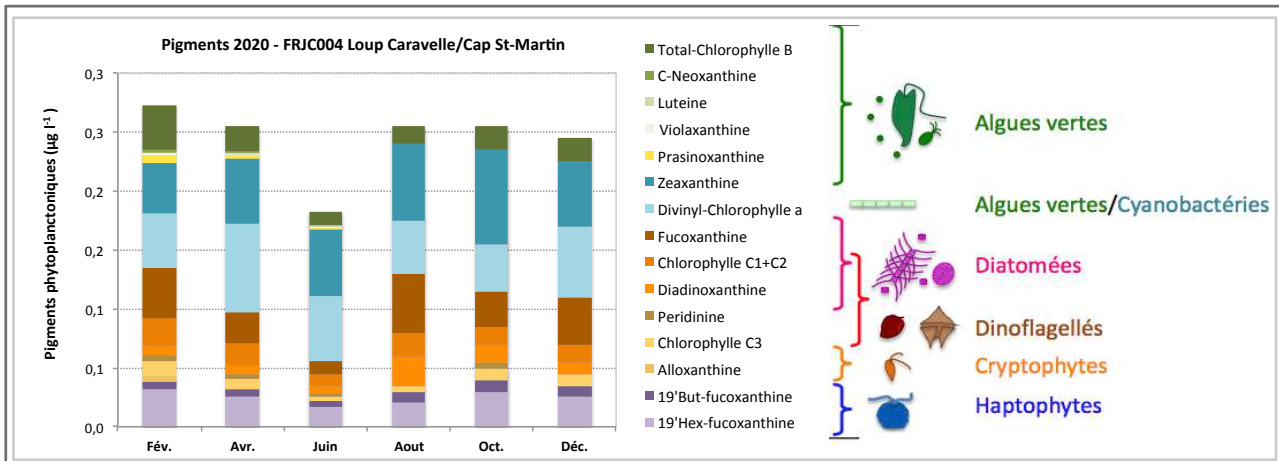


Abondances > 25 000 cellules l-1

	Fév.	Avr.	Juin	Août	Oct.	Déc.
Pseudo-nitzschia, complexe delicatissima, groupe des fines				39 081		
Pseudo-nitzschia, complexe seriata, groupe des effilées				27 727		

FRJC012 – Loup Ministre

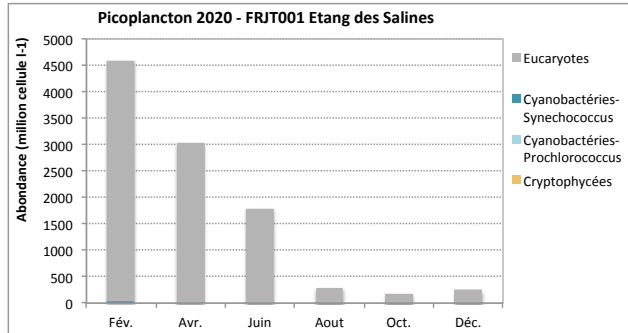
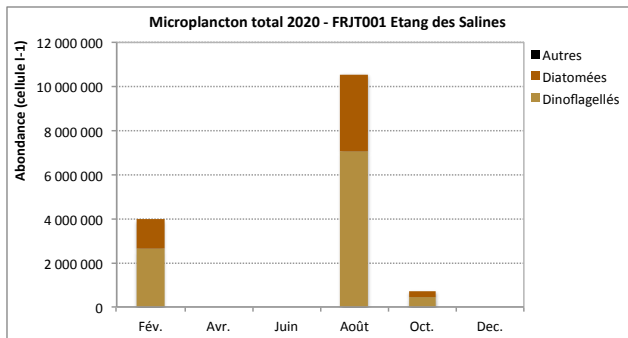
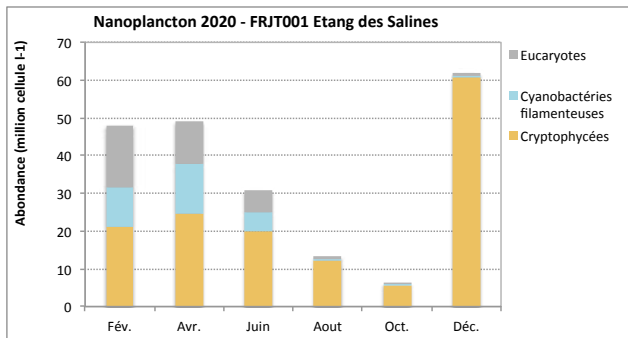
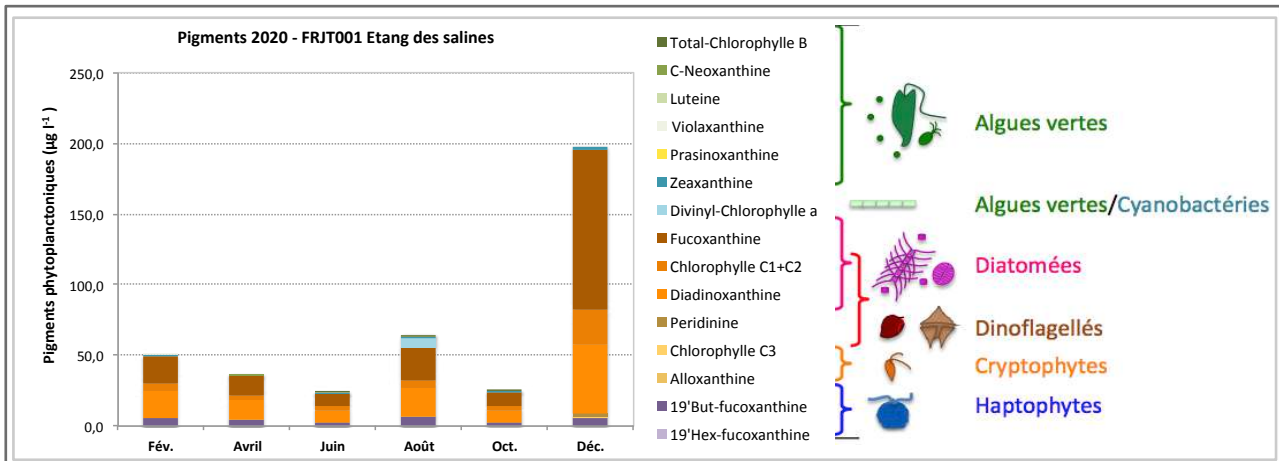
Résultats du phytoplancton (concentration en pigments, abondances pico, nano et microplanctoniques)



Abondances > 25 000 cellules l-1

	Fév.	Avr.	Juin	Août	Oct.	Déc.
Loup Caravelle						
<i>Pseudo-nitzschia, complexe delicatissima, groupe des fines</i>				39 609		
<i>Pseudo-nitzschia, complexe seriata, groupe des effilées</i>				35 208		
Cap St-Martin						
-						

FRJC004 – Loup Caravelle/ Cap St-Martin
Résultats du phytoplancton (concentration en pigments, abondances pico, nano et microplanctoniques)



Abondances > 25 000 cellules l-1

	Fév.	Avr.	Juin	Août	Oct.	Déc.
<i>Amphora</i>				880 208		
<i>Diplopsalis</i>						52 812
<i>Entomoneis alata</i>						52 812
<i>Gymnodinium</i>				880 208		52 812
<i>Gyrodinium fusus</i>	2 640 624			880 208		211 250
<i>Heterocapsa</i>				5 281 249		158 437
<i>Navicula</i>				880 208		52 812
<i>Pleurosigma</i>				880 208		
<i>Entomoneis tenera</i>	1 320 312			880 208		158 437

FRJT001 – Etang des Salines
Résultats du phytoplancton (concentration en pigments, abondances pico, nano et microplanctoniques)

11.4 Annexe 4 : Calcul de l'indicateur nutriment et évaluation des masses d'eau incluant cet indicateur

11.4.1 Evaluation DCE 2015-2020

11.4.1.1 Grilles de qualité

L'indicateur nutriments est basé sur deux indices : l'indice « orthophosphates » et l'indice DIN (= nitrates + nitrites + ammonium).

Des grilles pour les deux indices ont été proposées par Impact Mer en 2010 puis révisées en 2011. Aucune actualisation de ces grilles n'a été réalisée depuis.

Il n'y a pas encore de grilles de qualité pour la masse d'eau de transition.

Indice DIN

Pour l'indice DIN, le paramètre suivi est la **somme des concentrations en nitrates, nitrites et ammonium ($\mu\text{mol/l}$)**.

Deux grilles de qualité sont utilisées, pour les masses d'eau côtières de type 1 (baies) et pour les types de 2 à 7.

Tableau 42 : Grilles de qualité DCE retenue pour l'indice DIN en Martinique (μM)

Type de ME	Référence ($\mu\text{mol/l}$)	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
1	0,35	0,6]	] 0,6-1,5]	] 1,5-3,0]	] 3,0-6,0]	] 6,0
2 à 7	0,15	0,30]	] 0,3-1]	] 1-2,5]	] 2,5-4]	] 4

Source Impact Mer et al., 2011

Métrique : Moyenne des concentrations mensuelles en DIN ($\mu\text{mol/l}$), sur 6 années glissantes

Indice orthophosphates

Pour l'indice orthophosphates, le paramètre suivi est la **concentration en orthophosphates ($\mu\text{mol/l}$)**.

La grille de qualité provisoire retenue pour cet indice dans les MEC en Martinique est la suivante :

Tableau 43 : Grille de qualité DCE retenue pour l'indice « orthophosphates » en Martinique (μM)

Type de ME	Référence ($\mu\text{mol/l}$)	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
1 à 7	0,05	0,10]	] 0,10-0,2]	] 0,2-0,4]	] 0,4-0,8]	] 0,8

Source Impact Mer et al., 2011

Métrique : Moyenne des concentrations mensuelles ($\mu\text{mol/l}$), sur 6 années glissantes

Agrégation des indices pour l'indicateur Nutriments

Le calcul de l'indicateur « nutriments » est réalisé en **moyennant les valeurs des EQR** obtenues pour les indices « **orthophosphates** » et « **DIN** ». La grille de l'indicateur a également été construite en moyennant les valeurs seuils de ces deux indices. Ainsi, les valeurs de l'indicateur correspondent déjà à des EQR.

Tableau 44 : Grilles de qualité DCE retenue pour l'indicateur « nutriments » en Martinique, exprimée sous forme d'EQR

Type de ME	Référence	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
1	1	0,54]	] 0,54-0,24]	] 0,24-0,12]	] 0,12-0,06]	] 0,06
2 à 7	1	0,50]	] 0,50-0,20]	] 0,20-0,09]	] 0,09-0,04]	] 0,04

Source Impact Mer et al., 2011

11.4.1.2 Indicateur nutriments

La qualité est évaluée à partir de la moyenne des données DIN et orthophosphates de sub-surface des mois pour lesquels il y a de données qualifiées « Bon » et « Non qualifiées » et de la grille Impact Mer 2011.

La plupart des données nutriments (azotés et phosphorés) ayant été qualifiées en « douteux » ou « faux » sauf les données de 2017, 2019 et 2020, une évaluation est proposée sur un nombre restreint de données pour cet indicateur. Cette évaluation permet de se rendre compte si les résultats obtenus pour l'indicateur semblent en cohérence avec la qualité de l'eau envisagée à partir de la connaissance des pressions.

Cette évaluation n'est pas prise en compte dans l'évaluation physico-chimique des masses d'eau.

Indice DIN

La qualité est évaluée à partir de la moyenne des DIN (nutriments inorganiques dissous) et de la grille Impact Mer 2011. Le paramètre DIN est la somme des concentrations en ammonium, nitrites et nitrates.

L'indice DIN calculé avec la moyenne classe la plupart des masses d'eau en Bon. FRJC013- Baie du Trésor, FRJC007-Ilet à rats , FRJC005-Baie du Robert et FRJC014-Baie du Galion sont classés en Très Bon et enfin FRJC001-Banc Gamelle, FRJC010-Baie du Marin, FRJC008-Pinsonnelle sont classés en Moyen (Tableau 1).

L'indice DIN calculé avec le percentile 90 donne des résultats moins optimistes pour les masses d'eau de type baies. Pour les baies, les Très Bon sont remplacés par Bon. Pour les autres types, FRJC006-Caye Pariadis et FRJC0017-Corps de Garde/Pointe Borgnesse sont classés en Moyen en plus de FRJC008-Pinsonnelle (Tableau 2).

La qualité de la masse d'eau de transition est donnée à titre indicatif dans l'attente d'avoir suffisamment de données pour établir une grille d'évaluation.

L'évaluation à partir de la moyenne en qualité Très Bon de la Baie du Robert et de la masse d'eau adjacente semble peu cohérente. L'évaluation à partir du percentile 90 donne des résultats plus intéressants, notamment pour Caye Pariadis et Pointe Borgnesse, qui sont des sites avec de nombreuses macroalgues algues vertes pour le premier et en mauvais état général pour le second.

Tableau 2 : Qualité des masses d'eau DCE basé sur la moyenne DIN pour les année 2017, 2019, 2020, évaluée selon la grille de qualité Impact Mer et al., 2011. (ME= Masse d'Eau, EQR = Ecological Quality Ratio, TB = Très Bon ; B = Bon ; MO = Moyen ; ME = Médiocre et MA = Mauvais)

Type	Code ME	Site	Moyenne [DIN] en µmol/l	n valeurs	années	Qualité (ImpactMer, 2011)
1	FRJC013	Baie du Trésor	0,51	18	2017, 19, 20	TB
	FRJC007	Ilet à Rats	0,54	18	2017, 19, 20	TB
	FRJC001	Banc Gamelle	1,34	36	2017, 19, 20	Moy
	FRJC010	Baie du Marin	1,37	18	2017, 19, 20	Moy
	FRJC005	Baie du Robert	0,42	18	2017, 19, 20	TB
	FRJC014	Baie du Galion	0,59	18	2017, 19, 20	TB
2	FRJC008	Pinsonnelle	1,11	36	2017, 19, 20	Moy
	FRJC006	Caye Pariadis	0,76	18	2017, 19, 20	Bon
	FRJC012	Loup Ministre	0,62	18	2017, 19, 20	Bon
3	FRJC011	Loup Garou	0,49	18	2017, 19, 20	Bon
4	FRJC004	Loup Caravelle / Cap St-Martin	0,66	18	2017, 19, 20	Bon
5	FRJC003	Cap Salomon	0,38	18	2017, 19, 20	Bon
	FRJC002	Fond Boucher	0,48	18	2017, 19, 20	Bon
6	FRJC017	Corps de Garde / Pointe Borgnesse	0,52	18	2017, 19, 20	Bon
	FRJC018	Caye d'Olbian	0,45	18	2017, 19, 20	Bon
	FRJC009	Pointe Catherine	0,43	18	2017, 19, 20	Bon
7	FRJC019	Banc du Diamant/Rocher Diamant	0,35	18	2017, 19, 20	Bon
MET	FRJT001	Etang des Salines - Centre	0,77	18	2017, 19, 20	Bon

Tableau 2 : Qualité des masses d'eau DCE basé sur le percentile 90 DIN pour les année 2017, 2019, 2020, évaluée selon la grille de qualité Impact Mer et al., 2011. (ME= Masse d'Eau, EQR = Ecological Quality Ratio, TB = Très Bon ; B = Bon ; MO = Moyen ; ME = Médiocre et MA = Mauvais)

Type	Code ME	Site	Percentile 90 DIN en µmol/l	n valeurs	années	Qualité (ImpactMer, 2011)
1	FRJC013	Baie du Trésor	0,80	18	2017, 19, 20	Bon
	FRJC007	Ilet à Rats	1,35	18	2017, 19, 20	Bon
	FRJC001	Banc Gamelle	1,84	36	2017, 19, 20	Moy
	FRJC010	Baie du Marin	2,72	18	2017, 19, 20	Moy
	FRJC005	Baie du Robert	0,83	18	2017, 19, 20	Bon
	FRJC014	Baie du Galion	0,72	18	2017, 19, 20	Bon
2	FRJC008	Pinsonnelle	2,30	36	2017, 19, 20	Moy
	FRJC006	Caye Pariadis	1,41	18	2017, 19, 20	Moy
	FRJC012	Loup Ministre	0,96	18	2017, 19, 20	Bon
3	FRJC011	Loup Garou	0,91	18	2017, 19, 20	Bon
4	FRJC004	Loup Caravelle / Cap St-Martin	0,91	18	2017, 19, 20	Bon
5	FRJC003	Cap Salomon	0,72	18	2017, 19, 20	Bon
	FRJC002	Fond Boucher	0,88	18	2017, 19, 20	Bon
6	FRJC017	Corps de Garde / Pointe Borgnesse	1,46	18	2017, 19, 20	Moy
	FRJC018	Caye d'Olbian	0,92	18	2017, 19, 20	Bon
	FRJC009	Pointe Catherine	0,81	18	2017, 19, 20	Bon
7	FRJC019	Banc du Diamant/Rocher Diamant	0,79	18	2017, 19, 20	Bon
MET	FRJT001	Etang des Salines - Centre	1,83	18	2017, 19, 20	Moy

Indice orthophosphates

La qualité est évaluée à partir de la moyenne des données et de la grille Impact Mer 2011.

L'indice orthophosphates calculé avec la moyenne classe l'ensemble des masses d'eau en Très bon, sauf FRJC006- Caye Pariadis, classé en Bon (Tableau 3).

L'indice orthophosphates calculé avec le percentile 90 est moins optimiste et classe l'ensemble des masses d'eau en Bon (Tableau 4).

La qualité de la masse d'eau de transition est donnée à titre indicatif car la grille d'évaluation n'est pas adaptée aux niveaux d'orthophosphates mesurés.

Tableau 1 : Qualité des masses d'eau DCE basé sur la moyenne orthophosphates pour les année 2017, 2019, 2020, évaluée selon la grille de qualité Impact Mer et al., 2011. (ME= Masse d'Eau, EQR = Ecological Quality Ratio, TB = Très Bon ; B = Bon ; MO = Moyen ; ME = Médiocre et MA = Mauvais)

Type	Code ME	Site	Moyenne [orthophosphates] en µmol/l	n valeurs	années	Qualité (ImpactMer, 2011)
1	FRJC013	Baie du Trésor	0,07	16	2017, 19, 20	TB
	FRJC007	Ilet à Rats	0,07	16	2017, 19, 20	TB
	FRJC001	Banc Gamelle	0,09	36	2017, 19, 20	TB
	FRJC010	Baie du Marin	0,08	16	2017, 19, 20	TB
	FRJC005	Baie du Robert	0,07	16	2017, 19, 20	TB
	FRJC014	Baie du Galion	0,09	16	2017, 19, 20	TB
2	FRJC008	Pinsonnelle	0,10	35	2017, 19, 20	TB
	FRJC006	Caye Pariadis	0,12	16	2017, 19, 20	Bon
	FRJC012	Loup Ministre	0,08	16	2017, 19, 20	TB
3	FRJC011	Loup Garou	0,07	16	2017, 19, 20	TB
4	FRJC004	Loup Caravelle / Cap St-Martin	0,08	16	2017, 19, 20	TB
5	FRJC003	Cap Salomon	0,09	16	2017, 19, 20	TB
	FRJC002	Fond Boucher	0,06	16	2017, 19, 20	TB
6	FRJC017	Corps de Garde / Pointe Borgnesse	0,09	16	2017, 19, 20	TB
	FRJC018	Caye d'Olbian	0,08	16	2017, 19, 20	TB
	FRJC009	Pointe Catherine	0,07	16	2017, 19, 20	TB
7	FRJC019	Banc du Diamant/Rocher Diamant	0,07	16	2017, 19, 20	TB
MET	FRJT001	Etang des Salines - Centre	1,82	16	2017, 19, 20	Mauvais

Tableau 1 : Qualité des masses d'eau DCE basé sur le percentile 90 orthophosphates pour les années 2017, 2019, 2020, évaluée selon la grille de qualité Impact Mer et al., 2011. (ME= Masse d'Eau, EQR = Ecological Quality Ratio, TB = Très Bon ; B = Bon ; MO = Moyen ; ME = Médiocre et MA = Mauvais)

Type	Code ME	Site	P90 [orthophosphates] en µmol/l	n valeurs	années	Qualité (ImpactMer, 2011)
1	FRJC013	Baie du Trésor	0,14	16	2017, 19, 20	Bon
	FRJC007	Ilet à Rats	0,11	16	2017, 19, 20	Bon
	FRJC001	Banc Gamelle	0,19	36	2017, 19, 20	Bon
	FRJC010	Baie du Marin	0,13	16	2017, 19, 20	Bon
	FRJC005	Baie du Robert	0,13	16	2017, 19, 20	Bon
	FRJC014	Baie du Galion	0,14	16	2017, 19, 20	Bon
2	FRJC008	Pinsonnelle	0,20	35	2017, 19, 20	Bon
	FRJC006	Caye Pariadis	0,18	16	2017, 19, 20	Bon
	FRJC012	Loup Ministre	0,19	16	2017, 19, 20	Bon
3	FRJC011	Loup Garou	0,12	16	2017, 19, 20	Bon
4	FRJC004	Loup Caravelle / Cap St-Martin	0,16	16	2017, 19, 20	Bon
5	FRJC003	Cap Salomon	0,20	16	2017, 19, 20	Bon
	FRJC002	Fond Boucher	0,12	16	2017, 19, 20	Bon
6	FRJC017	Corps de Garde / Pointe Borgnesse	0,15	16	2017, 19, 20	Bon
	FRJC018	Caye d'Olbian	0,14	16	2017, 19, 20	Bon
	FRJC009	Pointe Catherine	0,14	16	2017, 19, 20	Bon
7	FRJC019	Banc du Diamant/Rocher Diamant	0,13	16	2017, 19, 20	Bon
MET	FRJT001	Etang des Salines - Centre	2,94	16	2017, 19, 20	Mauvais

Indicateur Nutriments

L'indicateur nutriments résulte de la combinaison des résultats:

- de l'indice orthophosphates;
- de l'indice DIN (somme ammonium, nitrites, nitrates).

La moyenne des EQR de ces deux indices (calcul percentile 90 retenu) permet d'obtenir la note de l'indicateur nutriments (Tableau 5).

La combinaison des indices place 14 masses d'eau dans la classe Bon et trois dans la classe Moyen. La masse d'eau de transition est classée en Médiocre car les grilles actuellement disponibles sont inadaptées.

Tableau 3 : Qualité des masses d'eau DCE basée sur l'indicateur Nutriments calculé avec le percentile 90 pour les années 2017, 2019 et 2020, évaluée selon la grille de qualité Impact Mer et al., 2011. (ME= Masse d'Eau, EQR = Ecological Quality Ratio, TB = Très Bon ; B = Bon ; MO = Moyen ; ME = Médiocre et MA = Mauvais)

Type	Code ME	Site	Valeur moyenne EQR Orthophospha tes et DIN	années	Qualité (Impact Mer, 2011)
1	FRJC013	Baie du Trésor	0,40	2017, 19, 20	Bon
	FRJC007	Ilet à Rats	0,37	2017, 19, 20	Bon
	FRJC001	Banc Gamelle	0,23	2017, 19, 20	Moyen
	FRJC010	Baie du Marin	0,26	2017, 19, 20	Bon
	FRJC005	Baie du Robert	0,40	2017, 19, 20	Bon
	FRJC014	Baie du Galion	0,43	2017, 19, 20	Bon
2	FRJC008	Pinsonnelle	0,16	2017, 19, 20	Moyen
	FRJC006	Caye Pariadis	0,19	2017, 19, 20	Moyen
	FRJC012	Loup Ministre	0,21	2017, 19, 20	Bon
3	FRJC011	Loup Garou	0,29	2017, 19, 20	Bon
4	FRJC004	Loup Caravelle / Cap St-Martin	0,24	2017, 19, 20	Bon
5	FRJC003	Cap Salomon	0,23	2017, 19, 20	Bon
	FRJC002	Fond Boucher	0,29	2017, 19, 20	Bon
6	FRJC017	Corps de Garde / Pointe Borgnesse	0,22	2017, 19, 20	Bon
	FRJC018	Caye d'Olbian	0,26	2017, 19, 20	Bon
	FRJC009	Pointe Catherine	0,27	2017, 19, 20	Bon
7	FRJC019	Banc du Diamant/Rocher Diamant	0,29	2017, 19, 20	Bon
MET	FRJT001	Etang des Salines - Centre	0,050	2017, 19, 20	Médiocre

La métrique percentile 90 semble plus adaptée pour le calcul des indices. Cette comparaison sera à renouveler avec les données obtenues en 2021, analysées par le laboratoire Ifremer.



Hall C – Le Nadar
5, square Félix Nadar
94300 Vincennes
01 45 14 36 00
www.ofb.gouv.fr



7 Avenue Condorcet BP 32
97201 Fort-de-France
05 96 48 47 20
www.eaumartinique.fr