





# SURVEILLANCE DES EAUX COTIERES DES BASSINS RHONE MEDITERRANEE ET CORSE - **LOT 3**: Surveillance des populations de poissons par ADN environnemental, Année 2021









7, place Cassan - Carnon-Plage 34 130 Mauguio - France Tél.: 04.67.66.32.48 contact@andromede-ocean.com

marbec equippe bederently equipped to the conservation

#### **Coordination Andromède:**

HOLON Florian & DELARUELLE Gwenaëlle



#### Contact mail:

florian.holon@andromede-ocean.com

gwenaelle.delaruelle@andromede-ocean.com

#### Coordination Agence de l'Eau RMC:

**BOISSERY Pierre** 

Pierre.BOISSERY@eaurmc.fr





#### Participants aux missions de terrain :

AGEL Noémie, BLANDIN Agathe, BOCKEL Thomas, DELARUELLE Gwénaëlle, DETER Julie, HOLON Florian, MARRE Guilhem, PAVY Thomas, PERSONNIC Sébastien, RAUBY Thibault, RAUBY Justine.

#### Traitement des données et rédaction :

BOCKEL Thomas, DELARUELLE Gwenaëlle.

#### Ce document doit être cité sous la forme suivante :

ANDROMEDE, 2021. Surveillance biologique dans la région Ouest de la Provence-Alpes-Côte d'Azur et en région Occitanie— Analyse des données 2021 — Réseau PISCIS de suivi des assemblages ichtyologiques. Contrat Andromède Océanologie / Agence de l'eau. 70 pages.





# Sommaire

l.	CONT	EXTE ET OBJECTIFS	1
II.	Метн	IODOLOGIE	2
	II.A.	Protocole d'échantillonnage	2
	II.B.	Matériel de prélèvement et d'analyse	
	II.C.	Analyse des données	4
III.	RESUI	LTATS PAR SITE DE SURVEILLANCE	
	III.A.	Masse d'eau FDRC01 - Paulilles PI	7
	III.B.	Masse d'eau FDRC01 - Sec à Joel Cap Cerbère	
	III.C.	Masse d'eau FRDCo2f - Grand Travers PI	
	III.D.	Masse d'eau FRDCo5 - Carry PI	
	III.E.	Masse d'eau FRDCo5 - Grand Four à Chaux	
	III.F.	Masse d'eau FRDCo6b - Frioul PI	
	III.G.	Masse d'eau FRDCo6b - Tiboulen	
	III.H.	Masse d'eau FRDC07a - Ile Plane PI	29
	III.I.	Masse d'eau FRDCo7b - Cap Canaille PI	
	III.J.	Masse d'eau FRDCoze - Liouquet Pl	
	III.K.	Masse d'eau FRDCorc - Rosier	
	III.L. III.M.	Masse d'eau FRDCorf - Cap Sicié Ouest PI	
IV.		Masse d'eau FRDCo7f - Sicié	
IV.	IV.A.	YSE GLOBALE DES INDICATEURS ICHTYOLOGIQUES	
	IV.A. IV.B.	Analyse par indicateur	
	IV.D.	Cartographile continue de la nenesse specifique	50
V.	SYNTI	HESE	59
VI.	BANCARISATION DES DONNEES DE SURVEILLANCE DES POPULATIONS DE POISSONS		
VII.	BIBLIC	OGRAPHIE	61
VIII	ANNE	XES	6,
V	VIII.A.		
		Annexe 2 : Fichiers de hancarisation	

## I. Contexte et objectifs

La Méditerranée est considérée comme un haut-lieu de biodiversité au vu du nombre et de la diversité d'espèces qu'elle accueille (Myers et al., 2000). On dénombre à ce jour plus de 600 espèces de poissons marins en mer Méditerranée, dont une partie majoritaire provient de l'Atlantique (Quignard and Tomasini, 2000). La partie orientale abrite plus de 66 % de cette diversité en raison du gradient thermo halin allant d'Est en Ouest (Malak et al., 2012). De même que l'Atlantique a approvisionné la partie occidentale de la Méditerranée, la partie orientale a été alimentée en espèces d'origine Indopacifique par le canal de Suez (George and Athanassiou, 1967; Golani, 2000, 2005). Parmi les 600 espèces de poissons de la mer Méditerranée, 74 sont considérées comme endémiques. Ces dernières peuplent en majorité la partie occidentale de la Méditerranée, notamment le long des côtes liguriennes, tyrrhéniennes et tunisiennes (Malak et al., 2012). La situation géographique de la Méditerranée, située entre l'Atlantique et la mer rouge, lui octroie un flux d'espèces exotiques agissant comme une « pompe à diversité » (Quignard and Tomasini, 2000).

L'organisation fonctionnelle et biogéographique des communautés ichtyologiques côtières méditerranéennes est peu connue (Bouchoucha and Herve, 2013). Les études réalisées en France se sont essentiellement concentrées sur les Aires Marines Protégées ou ont concerné les espèces exploitées (Harmelin, 1987; Francour and Harmelin, 1989; Francour and Finelli, 1991; Bouchereau et al., 1992; Dufour et al., 2007; Lenfant et al., 2008; Seytre and Francour, 2008; Mouillot et al., 2011).

Le suivi des peuplements ichtyologiques nécessite de disposer d'une méthode non destructive, utilisable à large échelle et dans différentes situations, sur une gamme de profondeurs recouvrant une part importante de la zone côtière. Cette méthode doit être peu perturbatrice et sa mise en œuvre ne doit pas engendrer de coûts prohibitifs. Les méthodes jusqu'alors utilisées sont basées sur des captures (Lobry et al., 2006) et/ou des observations visuelles (Sale and Douglas, 1981) dont les plus communes (UVC, Underwater visual census) sont réalisées directement par des plongeurs (Harmelin-Vivien and Harmelin, 1975; Seytre and Francour, 2008) le long de transects ou en statique à partir d'un point d'observation. Les progrès technologiques et la diminution des coûts de matériel ont permis aux techniques basées sur la vidéo de se développer pour les suivis ichtyologiques. Ces techniques restent cependant limitées par les contraintes de visibilité et la nature mobile des organismes observés. La technologie de recherche de traces d'ADN dans l'environnement a fortement progressé ces dernières années et permet aujourd'hui un recensement non invasif et exhaustif des populations de poissons (Boulanger et al., 2021).

Andromède Océanologie a démarré en 2015, en partenariat avec l'Agence de l'eau RMC, un réseau de surveillance des assemblages ichtyologiques marins côtiers de Méditerranée française (réseau PISCIS). La caractérisation des peuplements de poissons est réalisée par campagne régionale annuelle effectuée à la fin du printemps (mai-juin), en même temps que les missions RECOR (suivi des récifs coralligènes – Lot 2 du marché de surveillance) et TEMPO (surveillance des herbiers de posidonie – Lot 1 du marché de surveillance). La première campagne océanographique du réseau PISCIS, réalisée en 2015, a permis une évaluation globale des cortèges piscicoles, entre le delta du Rhône et la frontière maritime italienne, incluant la Corse, grâce à un vaste programme d'acquisition vidéo. Lors des campagnes successives, des évolutions méthodologiques ont été apportées et une amélioration du protocole d'acquisition de données a été mise en place. En 2020, la technique d'échantillonnage a évolué de la vidéo vers l'ADN environnemental.

Ce rapport présente les résultats du réseau PISCIS pour la campagne 2021 qui s'est déroulée en région Occitanie et en région Sud (partie Ouest), regroupant 13 sites d'échantillonnage (lot 3 du marché de surveillance). La description des cortèges ichtyologiques des fonds côtiers de ces sites est basée sur une analyse de la richesse spécifique, et de la répartition des groupes trophiques et des différents groupes d'espèces cibles en fonction des sites et des principaux habitats marins.

Les objectifs à <u>moyen terme</u> de cette étude sont d'identifier les relations qui existent entre ces descripteurs et les pressions anthropiques (réseau <u>IMPACT</u>), les données acoustiques (réseau <u>CALME</u>) et les données de température (réseau <u>CALOR</u>). Les objectifs à plus <u>long terme</u> sont d'évaluer la qualité des eaux côtières à travers une combinaison de descripteurs des communautés ichtyologiques afin de répondre aux objectifs environnementaux de la Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (2008/56/CU du 17 juin 2008, DCSMM).



## II. Méthodologie

#### II.A. Protocole d'échantillonnage

Les sites échantillonnés en 2021 correspondent aux sites déjà suivis dans le cadre des réseaux de surveillance RECOR (récifs coralligènes) et TEMPO (herbiers de posidonie, sites à -15 mètres).



Tous les sites échantillonnés font l'objet d'une surveillance acoustique (réseau CALME) et sont équipés de capteurs de température (réseau CALOR). Des corrélations statistiques pourront ainsi être réalisées entre les données acoustiques, les données de température et les données biologiques.

La carte suivante présente les différents sites du réseau PISCIS suivis en Occitanie et en Région Sud (partie Ouest) en 2021, soit 13 stations (5 stations Coralligène (RECOR) et 8 stations Herbier à 15m (TEMPO)).

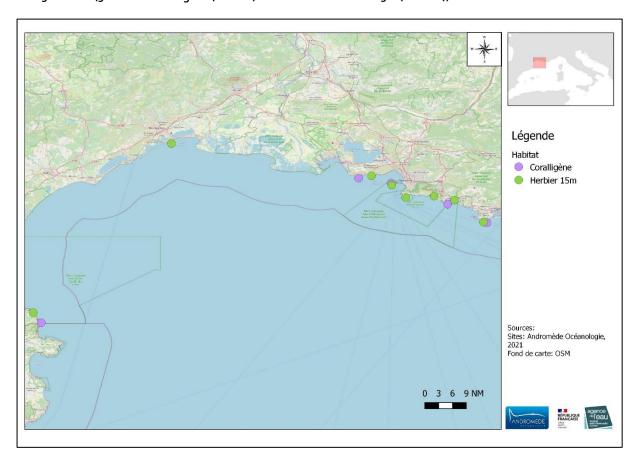


Figure 1 : Localisation des sites d'échantillonnage du réseau PISCIS en 2021 selon l'habitat (soit 13 stations (5 stations Coralligène et 8 stations Herbier à 15m)).



#### II.B. Matériel de prélèvement et d'analyse

#### II.B.1. Matériel de prélèvement

La collecte des échantillons d'ADN environnemental a été réalisée à l'aide d'une technique développée par la **société SPYGEN**, permettant la filtration de 30 litres d'eau à travers une capsule de filtration à 0,2 µm. Plus précisément, les **kits VigiDNA MW1** ont été utilisés. Ces kits stériles intègrent les consommables nécessaires pour l'échantillonnage et notamment un tuyau, une crépine, une capsule de filtration à très faible porosité (0,2 µm) et un tampon de conservation de l'ADN (CL1). Ces kits sont stériles afin de prévenir toute contamination par de l'ADN humain ou autres ADN. **Pour chaque site de surveillance deux kits ont été utilisés (soit deux échantillons par site).** 

#### II.B.2. Pompe étanche de filtration

Les prélèvements ont été réalisés à l'aide d'une <u>pompe étanche</u> déposée sur le fond. Cette pompe était descendue soit depuis la surface soit par un plongeur. Ainsi, l'échantillonnage se faisait par filtration de 30 litres d'eau de mer, directement sur le fond, au plus près du substrat, pour optimiser les chances de détecter les espèces.

Notre système étanche de filtration de l'eau de mer (pour directement recueillir l'ADNe au plus près de l'habitat à partir de la technique VigiDNA) a fait l'objet d'une déclaration d'invention entre l'université de Montpellier et les entreprises Andromède Océanologie, Spygen et Subspace.

Cette méthode maximise notre efficacité de détection de l'ADNe potentiellement rare en mer et évite les contaminations liées à l'usage de multiples contenants (sacs ou bouteilles

niskin) obligeant une filtration en surface après la plongée (Mouillot, Comm. pers.).



Figure 2 : Pompe étanche conçue par Andromède Océanologie et l'Université de Montpellier.

#### II.B.3. Traitement des échantillons

L'extraction (réalisée en salle blanche), l'amplification, le séquençage de l'ADNe (technologie Miseq®) et les analyses bioinformatiques ont été réalisés par SPYGEN, selon les protocoles présentés dans ces deux publications scientifiques : Valentini et al. 2016 et Pont et al. 2018. Les échantillons ont été centrifugés à 15 000 g durant 15 min, à 6°C, après quoi le surnageant a été éliminé et 360 µL de tampon ATL ont été ajoutés. L'extraction a été réalisée avec le kit d'extraction DNeasy Blood and Tissue (Qiagen). Avant la PCR, un tag a été ajouté à chaque échantillon, afin de pouvoir l'identifier. Après l'amplification, les échantillons ont été titrés par électrophorèse et purifiés. Le séquençage a été réalisé avec un séquenceur Illumina Miseq. 12 PCR ont été réalisées sur chaque échantillons pour plus de robustesse, et une PCR de contrôle a été réalisée pour évaluer la contamination.

Afin de pouvoir assigner un taxon aux séquences génétiques amplifiées dans nos échantillons ADNe, il a été nécessaire de construire une base de référence taxonomique au préalable avec les espèces pour lesquelles une séquence d'ADN de 12S contenant l'amorce utilisée est déjà connue. Nous avons utilisé pour cela la liste des poissons de la mer Méditerranée de FishBase, et les informations taxonomiques trouvées sur NCBI, que nous avons comparé à la liste des séquences du fragment de gêne mitochondrial 12S des Actinoptérygiens et Chondrichtyens de la base de données European Nucleotid Archive (www.ebi.ac.uk/ena). Nous avons complété ces bases 12S récemment; nous sommes actuellement en mesure d'identifier plus de 90 % des espèces des côtes méditerranéennes occidentales.

Les séquences ont été alignées avec le logiciel U-GENE. Pour chaque espèce, nous avons renseigné également son statut de conservation IUCN, son habitat et sa provenance (native, endémique, introduite). Les séquences de mauvaise qualité ont



été éliminées. Les séquences identiques ont été regroupées en exemplaire unique afin de ne conserver qu'un seul exemplaire de chaque séquence.

La méthode d'assignation a été réalisée avec la fonction ecotag du package ObiTools. Le programme utilise trois entrées : les séquences devant être assignées, une base de données taxonomique renseignant les relations entre taxons, et la base de référence des poissons de Méditerranée, dont l'identifiant unique permet de les relier à la taxonomie. Ecotag compare chaque séquence à la base de référence et calcule la similarité comme le ratio entre la longueur de la plus longue chaine commune et la longueur du plus court alignement correspondant. Ecotag ne garde ensuite que les séquences qui ont la plus grande similarité et leur assigne le taxid du taxon correspondant. Si l'assignation à l'espèce ne peut se faire précisément (>98 %), le programme assignera à la séquence le genre (96-98 %) ou la famille (90-96 %) ou remontera au dernier ancêtre commun selon la base de référence.

Les différentes étapes du traitement de l'ADN environnemental sont présentées sur la figure ci-dessous :

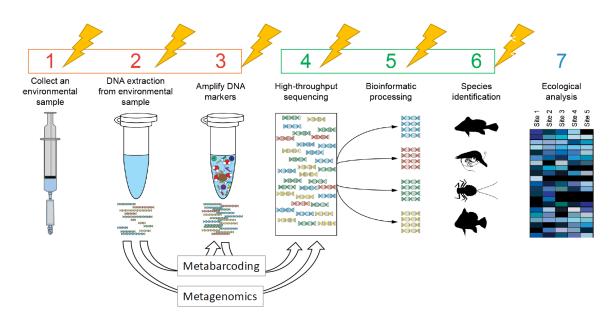


Figure 3 : Schéma récapitulatif de la chaine de traitement des échantillons d'ADN.

## II.C. Analyse des données

L'analyse des échantillons d'ADN environnemental permet d'obtenir une **liste des espèces observées**. Plusieurs informations ont été extraites de la base de données « FishBase » (Froese, R. and Pauly) pour les espèces de poissons identifiées par ADNe :

Taille maximale d'un individu de l'espèce ;

Groupe trophique (régime alimentaire) : herbivore, zooplanctonivore diurne ou nocturne, macrocarnivore, mesocarnivore, piscivore ou omnivore ;

Habitat préférentiel ;

Statut de protection UICN ;

Températures habituelles d'observation.



La base de données a été manipulée et analysée avec le **logiciel R** (R Core Team, 2016). La première phase de l'analyse des données a consisté à dresser une description des cortèges ichtyologiques des sites échantillonnés. Pour ce faire, nous avons retenu plusieurs **descripteurs et indices de diversité** dont la formule et la définition sont indiquées dans le tableau suivant.

Tableau 1 : Descripteurs des assemblages ichtyologiques

Descripteurs	Formules	Composants	Finalité
Richesse spécifique			nombre d'espèces comptées sur un point d'échantillonnage
Indicateur de diversité fonctionelle			diversité des traits écologiques (régime alimentaire, croissance, reproduction, taille etc) au sein d'un site
Large Reef Fish Indicator			nombre d'espèces de poissons de récif de grande taille (20 cm ou plus à l'âge adulte)
Indicateur crypto- benthique			nombre d'espèces de poissons de récif de petite taille 10 cm ou moins à l'âge adulte)
Indicateur UICN			Nombre d'espèces présente sur la liste rouge de l'UICN pondéré par catégorie UICN
Indicateur non indigène			Nombre d'espèces invasives ou exotiques présentes sur le site échantillonné
Indicateur thermique			température "préférée" des espèces de poissons sur un site

Ces indicateurs ont été calculés à différentes échelles :

Site (deux habitats confondus);

Site-Habitat (habitat pour chaque site);

Habitat (tous sites confondus).

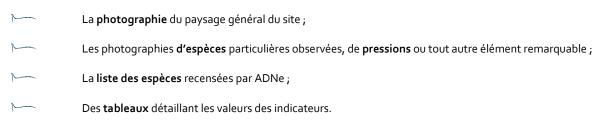
Les données ont été analysées à l'aide de modèles et de méthodes statistiques classiques (modèle linéaire, test de Fisher, test de Student, ...) pour faire ressortir les relations entre indicateurs et variables explicatives.

<u>Remarque</u>: Comme tout inventaire faunistique, un inventaire ichtyologique fait face à un défi majeur: la mobilité des espèces observées. Au-delà des caractéristiques de l'habitat et de la méthode de comptage employée, les espèces identifiées peuvent varier significativement en fonction de la saison, de l'heure, des conditions météorologiques, ... C'est pourquoi aucun inventaire, sauf cas très particulier (zone isolée et délimitée), ne peut se prétendre complétement exhaustif. Idéalement, il faudrait répéter ce type d'inventaire plusieurs fois, à différentes dates, à différentes heures, dans différentes conditions météorologiques, afin de consolider le jeu de données et de s'assurer qu'il soit bien représentatif des cortèges qui peuplent chacun des sites. Les résultats qui suivent sont donc à considérer avec prudence.



## III. Résultats par site de surveillance

Ce présent rapport détaille une fiche par site de surveillance PISCIS répondant au lot 3 qui intègre les éléments suivants :



Chaque indicateur est détaillé par un curseur imagé qui replace la valeur observée dans le contexte régional (valeurs minimale, maximale et moyenne observées sur tous les sites échantillonnés). Les informations acquises durant le lot 3 de ce marché ont été comparées à celles du précédent suivi réalisés en 2020 par ADNe dans les mêmes région à savoir le <u>projet eREF</u>, en partenariat avec la société SPYGEN et l'université de Montpellier – UMR Marbec, visant à établir un état de référence de la biodiversité en vertébrés dans les masses d'eaux côtières méditerranéennes à partir d'ADN environnemental.

Des cartes de krigeage des indicateurs.

Les indicateurs calculés donnent une valeur (par exemple de richesse spécifique) pour des sites ponctuels le long du littoral méditerranéen français. Afin d'obtenir une cartographie de ces indicateurs, il faut procéder à une interpolation de ces données dans l'espace. Pour établir ces cartes, nous utilisons une méthode de géostatistique répandue, le krigeage, avec prise en compte de la corrélation entre l'indicateur d'intérêt, l'habitat et la profondeur

#### III.A. Masse d'eau FDRCo1 - Paulilles PI

#### III.A.1. Présentation du site

Le site Paulilles PI est localisé dans la masse d'eau FRDCo1, entre Port-Vendres et Banyuls sur mer, dans l'anse de Paulilles. Il est situé dans l'herbier à une profondeur de 14,5 m.

Sur ce site, les plongeurs ont observé des crénilabres paon (*Symphodus tinca*), des girelles (*Coris julis*) et des mendoles (*Spicara maena*). Toutes ces espèces ont été recensées par ADNe à l'exception de *Spicara maena*.



Figure 4 Illustration du site

Tableau 2 : Caractéristiques du site, des prélèvements et des filtres.

# FICHE TERRAIN PISCIS-2: SUIVI DES PEUPLEMENTS DE POISSONS PAR ADNe

Caractéri	stiques du site	
Nom du site / station	Paulilles_PI	
Date	02/06/2021	
Heure	9H30	
Latitude :	42 30.137	
Longitude :	03 07.991	
Habitat	☐ Coralligène ✔ Herbier 15m	
Profondeur du site (m)	14,5	
Crénilabres paon, girelles, men nombreux holothuries. Dans he bryozoaires (Reteporella sp., Per fascialis), étoiles de mer Ophidia:		
Espèces remarquables	spirographe	
Perturbations observées	Grosse ancre récente avec chaine	
Température de l'eau (°C)	15	
	GUILHEM MARRE	
Nom des plongeurs	GWENAELLE DELARUELLE	
Caractéristiques prélèvements ADNe		
Profondeur ADN (m)	14,5	
Durée filtration	30 min	
Type filtre ADN	0.2 μm	
Kit	Tuyau DeepWater1	
Caractéristic	ques filtres ADNe	
Nor	n pompe	
ReserveBenefit1	InToSea2	
N° filtre ADN - 1	N° filtre ADN - 2	
SPY211053	SPY211057	
Méthode filtration ADN - 1	Méthode filtration ADN - 2	
descente avec plongeur et immobile	descente avec plongeur et immobile	
avec plongeur et baladée	avec plongeur et baladée	
decendue depuis la surface	decendue depuis la surface	



## III.A.2. Liste des espèces recensées par ADN

Sur le site Paulilles PI, 41 espèces ont été recensées par ADNe en 2021, qui sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 3 : Liste d'espèces.

Famille	Genre	Espece
Belonidae	Belone	belone
Blenniidae	Blennius	ocellaris
Blenniidae	Lipophrys	trigloides
Blenniidae	Parablennius	pilicornis
Blenniidae	Parablennius	incognitus
Blenniidae	Parablennius	rouxi
Clupeidae	Sardina	pilchardus
Clupeidae	Sardinella	aurita
Gobiesocidae	Lepadogaster	lepadogaster
Gobiidae	Buenia	affinis
Gobiidae	Gobius	xanthocephalus
Labridae	Coris	julis
Labridae	Ctenolabrus	rupestris
Labridae	Symphodus	ocellatus
Labridae	Symphodus	tinca
Labridae	Symphodus	melanocercus
Molidae	Mola	mola
Mugilidae	Oedalechilus	labeo
Mullidae	Mullus	barbatus
Mullidae	Mullus	surmuletus
Pomacentridae	Chromis	chromis
Scombridae	Scomber	colias
Scombridae	Thunnus	thynnus
Scorpaenidae	Scorpaena	notata
Scorpaenidae	Scorpaena	porcus
Serranidae	Serranus	cabrilla
Serranidae	Serranus	scriba
Sparidae	Boops	boops
Sparidae	Diplodus	vulgaris
Sparidae	Diplodus	cervinus
Sparidae	Diplodus	sargus
Sparidae	Diplodus	annularis
Sparidae	Oblada	melanura
Sparidae	Pagellus	erythrinus
Sparidae	Pagellus	bogaraveo
Sparidae	Pagellus	acarne
Sparidae	Sarpa	salpa
Sparidae	Sparus	aurata
Sparidae	Spondyliosoma	cantharus
Syngnathidae	Hippocampus	guttulatus
Torpedinidae	Torpedo	marmorata

## III.A.3. Valeurs des indicateurs et comparaison régionale

L'analyse comparative des indicateurs calculés en 2021 montre que l'ensemble des indicateurs présentent des valeurs audessus des moyennes régionales à l'exception de l'indicateur thermique.

Tableau 4 : Comparaison régionale des indicateurs.

Région	Occitanie		
Code masse d'eau	FRDC01		
Site	Paulilles Pl	Échelle de comparaison Région Occitanie	
Année	2021	Légende	
Habitat	Herbier 15m		
Richesse spécifique	41	1 52 27	
Diversité fonctionelle	13	14 8.82	
Indicateur LRFI	26	1 35	
Indicateur Cryptobenthique	9	0 13	
Indicateur thermique	18.6	15.71 23.58 0  18.85	
Indicateur non indigène	1	0 0.55	
Indicateur UICN	2	0 3	



## III.B. Masse d'eau FDRCo1 - Sec à Joel Cap Cerbère

#### III.B.1. Présentation du site

Le site Sec à Joel cap cerbère est localisé dans la masse d'eau FRDCo1. Il est situé sur l'habitat Coralligène à une profondeur de 34 m.



Figure 5 Illustration du site

Tableau 5 : Caractéristiques du site, des prélèvements et des filtres

# FICHE TERRAIN PISCIS-2: SUIVI DES PEUPLEMENTS DE POISSONS PAR ADNe

Caractéris	stiques du site	
Nom du site / station	Sec_a_joel_cap_cerbere	
Date	03/06/2021	
Heure	8h20	
Latitude :	42 26,490	
Longitude :	03 10,869	
Habitat	✓ Coralligène ☐ Herbier 15m	
Profondeur du site (m)	34	
	Gorgonocéphales (4), oursins violets,	
Espèces remarquables	une bonnelie	
Perturbations observées	Engins de pêche	
Température de l'eau (°C)	14	
	AGATHE BLANDIN	
Nom des plongeurs	THOMAS BOCKEL	
Caractéristiques prélèvements ADNe		
Profondeur ADN (m)	34,7	
Durée filtration	30 min	
Type filtre ADN	0.2 μm	
Kit	Tuyau DeepWater1	
Caractéristic	ues filtres ADNe	
Nom	n pompe	
ReserveBenefit1	InToSea2	
N° filtre ADN - 1	N° filtre ADN - 2	
SPY211052	SPY211058	
Méthode filtration ADN - 1	Méthode filtration ADN - 2	
descente avec plongeur et immobile	descente avec plongeur et immobile	
avec plongeur et baladée	avec plongeur et baladée	
decendue depuis la surface	decendue depuis la surface	

## III.B.2. Liste des espèces recensées par ADN

Sur le site Sec à Joel cap cerbère, **38 espèces** ont été recensées par ADNe en 2021, qui sont présentées dans le tableau cidessous.

Tableau 6 : Liste d'espèces.

Famille	Genre	Espece
Blenniidae	Parablennius	gattorugine
Blenniidae	Parablennius	rouxi
Cepolidae	Cepola	macrophthalma
Clupeidae	Sardina	pilchardus
Gobiesocidae	Lepadogaster	candolii
Gobiidae	Aphia	minuta
Gobiidae	Corcyrogobius	liechtensteini
Gobiidae	Gobius	xanthocephalus
Gobiidae	Lesueurigobius	suerii
Gobiidae	Odondebuenia	balearica
Istiophoridae	Istiophorus	albicans
Labridae	Coris	julis
Labridae	Ctenolabrus	rupestris
Labridae	Symphodus	melanocercus
Lophiidae	Lophius	piscatorius
Molidae	Mola	mola
Mullidae	Mullus	barbatus
Mullidae	Mullus	surmuletus
Pomacentridae	Chromis	chromis
Rajidae	Raja	brachyura
Scombridae	Scomber	colias
Scorpaenidae	Scorpaena	scrofa
Scorpaenidae	Scorpaena	notata
Serranidae	Anthias	anthias
Serranidae	Epinephelus	marginatus
Serranidae	Serranus	cabrilla
Sparidae	Boops	boops
Sparidae	Diplodus	sargus
Sparidae	Diplodus	puntazzo
Sparidae	Diplodus	cervinus
Sparidae	Diplodus	vulgaris
Sparidae	Diplodus	annularis
Sparidae	Pagellus	acarne
Sparidae	Pagellus	erythrinus
Sparidae	Sparus	aurata
Sparidae	Spondyliosoma	cantharus
Torpedinidae	Torpedo	marmorata
Uranoscopidae	Uranoscopus	scaber

### III.B.3. Valeurs des indicateurs et comparaison régionale

L'analyse comparative des indicateurs calculés en 2021 montre que les indicateurs richesse spécifique (38 espèces), diversité fonctionnelle (11), LRFI (26 espèces), cryptobenthique (8 espèces) et UICN (3 espèce) sont au-desssus de la moyenne régionale en comparaison avec les autres sites. L'indicateur non indigène est nul pour ce site. L'indicateur UICN présente la valeur maximale régionale (3 espèces : *Epinephelus marginatus, Mola mola, Torpedo marmorata*).

Tableau 7 : Comparaison régionale des indicateurs.

Région	Occitanie	Échelle de comparaison Région Occitanie Légende	
Code masse d'eau	FRDC01		
Site	Sec a joel cap cerbere		
Année	2021		
Habitat	Coralligène		
Richesse spécifique	38	1 52   0 27	
Diversité fonctionelle	11	1 14	
Indicateur LRFI	26	1 35	
Indicateur Cryptobenthique	8	0 13 6.09	
Indicateur thermique	18.81	15.71 23.58	
Indicateur non indigène	0	0 2 0.55	
Indicateur UICN	3	0 3 0.82	

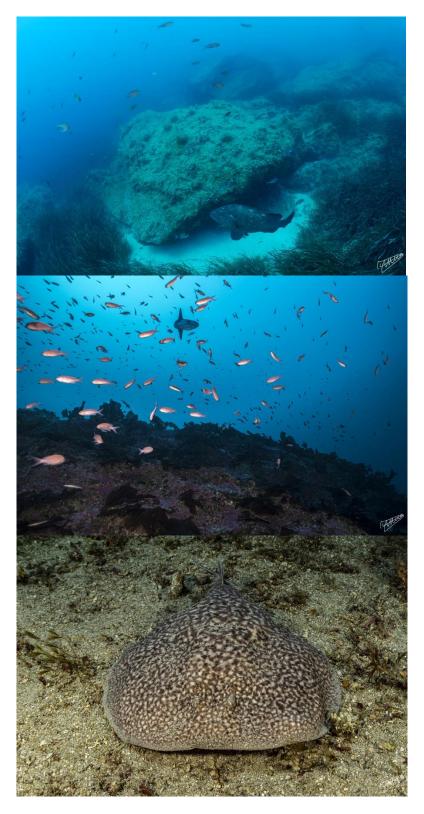


Figure 6 : [1] Mérou brun, Epinephelus marginatus à Port-Cros ; [2] Poisson lune,, Mola mola à Port-Cros ; [3] Torpille marbrée Torpedo marmorata à Cassis (©Laurent Ballesta, Andromède Océanologie)

### III.C. Masse d'eau FRDCo2f - Grand Travers PI

#### III.C.1. Présentation du site

Le site de Grand Travers PI est localisé dans la masse d'eau FRDCo2f. Il est situé dans l'herbier à une profondeur de 8 m.

Les plongeurs ont observé sur ce site quelques individus de serrans (genre *Serranus*). Ce genre a bien été recensé par ADNe.

Les pompes ont été descendues avec le plongeur sur ce site.



Figure 7 Illustration du site

Tableau 8 : Caractéristiques du site, des prélèvements et des filtres.

FICHE TERRAIN PISCIS-2 : SUIVI DES PEUPLEMENTS DE POISSONS PAR ADNe				
CONTIDEO I EGI ELIMENTO DE I GIGGONO I ANNA ABRIC				
Caractéris	stiques du site			
Nom du site / station	Grand_Travers PI			
Date	31/05/2021			
Heure	17H15			
Latitude :	43 31.101			
Longitude :	03 57.843			
Habitat	☐ Coralligène ☑ Herbier 15m			
Profondeur du site (m)	8			
	gorgones blanches, spirographes,			
_ 、	nombreuses ophiures, oursins, cliones,			
Espèces remarquables	quelques serrans			
Perturbations observées	AUCUNE			
Température de l'eau (°C)	15			
	GUILHEM MARRE			
Nom des plongeurs	GWENAELLE DELARUELLE			
Caractéristiques prélèvements ADNe				
Profondeur ADN (m)	8			
Durée filtration	30 min			
Type filtre ADN	0.2 μm			
Kit	Tuyau DeepWater1			
Caractéristic	ques filtres ADNe			
Non	n pompe			
ReserveBenefit1	InToSea2			
N° filtre ADN - 1	N° filtre ADN - 2			
SPY211068	SPY211073			
Méthode filtration ADN - 1	Méthode filtration ADN - 2			
descente avec plongeur et immobile	descente avec plongeur et immobile			
avec plongeur et baladée	avec plongeur et baladée			
decendue depuis la surface	decendue depuis la surface			

## III.C.2. Liste des espèces recensées par ADN

Sur le site Grand Travers PI, 28 espèces ont été recensées par ADNe en 2021, qui sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 9 : Liste d'espèces

Famille	Genre	Espece
Belonidae	Belone	belone
Blenniidae	Parablennius	gattorugine
Blenniidae	Parablennius	pilicornis
Clupeidae	Sardina	pilchardus
Gobiidae	Gobius	xanthocephalus
Istiophoridae	Istiophorus	albicans
Labridae	Coris	julis
Labridae	Ctenolabrus	rupestris
Labridae	Symphodus	ocellatus
Labridae	Symphodus	tinca
Merlucciidae	Merluccius	merluccius
Moronidae	Dicentrarchus	labrax
Mullidae	Mullus	barbatus
Mullidae	Mullus	surmuletus
Scombridae	Scomber	scombrus
Scorpaenidae	Scorpaena	porcus
Scorpaenidae	Scorpaena	notata
Serranidae	Serranus	cabrilla
Serranidae	Serranus	scriba
Sparidae	Boops	boops
Sparidae	Diplodus	vulgaris
Sparidae	Diplodus	puntazzo
Sparidae	Diplodus	sargus
Sparidae	Diplodus	annularis
Sparidae	Pagellus	erythrinus
Sparidae	Sarpa	salpa
Sparidae	Sparus	aurata
Sparidae	Spondyliosoma	cantharus

#### III.C.3. Valeurs des indicateurs et comparaison régionale

L'analyse comparative des indicateurs calculés en 2021 montre que les indicateurs richesse spécifique (28 espèces), LRFI (10 espèces), diversité fonctionnelle (23) et non indigène (1 espèce) sont au-desssus de la moyenne régionale en comparaison avec les autres sites. L'indicateur UICN est nul pour ce site.



Tableau 10 : Comparaison régionale des indicateurs.

Région	Occitanie		
Code masse d'eau	FRDC02f	Échelle de comparaison	
Site	Grand Travers PI	Région Occitanie  Légende	
Année	2021		
Habitat	Herbier 15m		
Richesse spécifique	28	1  0   52   27	
Diversité fonctionelle	10	1 14	
Indicateur LRFI	23	1 35	
Indicateur Cryptobenthique	3	0 13	
Indicateur thermique	17.87	15.71 23.58	
Indicateur non indigène	1	0 0.55	
Indicateur UICN	0	0 3	

## III.D. Masse d'eau FRDCo5 - Carry PI

#### III.D.1. Présentation du site

Le site de Carry est localisé dans la masse d'eau FRDCo5, au large du port de Carry-le-Rouet (dans la réserve). Il est situé sur l'herbier à 15,5 m de profondeur.

Les plongeurs ont observé sur ce site quelques girelles (*Coris julis*) et castagnoles (*Chromis chromis*) ainsi qu'un banc de saupes (*Sarpa salpa*). Ces espèces ont bien été recensées par ADNe.

Les pompes ADN ont ici été descendues avec les plongeurs et posées sur le fond.



Figure 8 Illustration du site

Tableau 11 : Caractéristiques du site, des prélèvements et des filtres.

#### FICHE TERRAIN PISCIS-2 : SUIVI DES PEUPLEMENTS DE POISSONS PAR ADNe

Caractéris	stiques du site	
Nom du site / station	Carry PI	
Date	11/06/2021	
Heure	11h30	
Latitude :	43 19.479	
Longitude :	05 10.006	
Habitat	☐ Coralligène ☑ Herbier 15m	
Profondeur du site (m)	15,5	
Espèces remarquables	Quelques girelles, castagnoles, banc de saupes mais faible faune associée	
Perturbations observées		
Température de l'eau (°C)		
Nom des plongeurs	DETER JULIE DELARUELLE GWENAELLE	
Caractéristiques prélèvements ADNe		
Profondeur ADN (m)	15,5	
Durée filtration	30 min	
Type filtre ADN	0.2 μm	
Kit	Tuyau DeepWater1	
Caractéristic	ques filtres ADNe	
Non	n pompe	
InToSea2	Sans nom (pompe 2)	
N° filtre ADN - 1	N° filtre ADN - 2	
SPY211060	SPY211059	
Méthode filtration ADN - 1	Méthode filtration ADN - 2	
descente avec plongeur et immobile	descente avec plongeur et immobile	
avec plongeur et baladée	avec plongeur et baladée	
decendue depuis la surface	decendue depuis la surface	



## III.D.2. Liste des espèces recensées par ADN

Sur le site Carry PI, 45 espèces ont été recensées par ADNe en 2021, qui sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 12 Liste d'espèces

Famille	Genre	Espece
Apogonidae	Apogon	imberbis
Belonidae	Belone	belone
Blenniidae	Parablennius	gattorugine
Clupeidae	Sardina	pilchardus
Clupeidae	Sardinella	aurita
Engraulidae	Engraulis	encrasicolus
Gaidropsaridae	Gaidropsarus	mediterraneus
Gobiesocidae	Lepadogaster	lepadogaster
Gobiidae	Gobius	xanthocephalus
Gobiidae	Pseudaphya	ferreri
Istiophoridae	Istiophorus	albicans
Labridae	Coris	julis
Labridae	Ctenolabrus	rupestris
Labridae	Symphodus	tinca
Labridae	Symphodus	ocellatus
Labridae	Symphodus	melanocercus
Merlucciidae	Merluccius	merluccius
Moronidae	Dicentrarchus	labrax
Mullidae	Mullus	barbatus
Mullidae	Mullus	surmuletus
Pomacentridae	Chromis	chromis
Sciaenidae	Sciaena	umbra
Scorpaenidae	Scorpaena	porcus
Scyliorhinidae	Scyliorhinus	stellaris
Serranidae	Serranus	cabrilla
Serranidae	Serranus	scriba
Serranidae	Serranus	hepatus
Soleidae	Pegusa	nasuta
Soleidae	Solea	senegalensis
Sparidae	Boops	boops
Sparidae	Diplodus	vulgaris
Sparidae	Diplodus	sargus
Sparidae	Diplodus	annularis
Sparidae	Lithognathus	mormyrus
Sparidae	Oblada	melanura
Sparidae	Pagellus	erythrinus
Sparidae	Pagellus	bogaraveo
Sparidae	Pagellus	acarne
Sparidae	Sarpa	salpa

Sparidae	Sparus	aurata
Sparidae	Spondyliosoma	cantharus
Sphyraenidae	Sphyraena	sphyraena
Torpedinidae	Torpedo	marmorata
Tripterygiidae	Tripterygion	delaisi
Uranoscopidae	Uranoscopus	scaber

### III.D.3. Valeurs des indicateurs et comparaison régionale

L'analyse comparative des indicateurs calculés en 2021 montre que l'ensemble des indicateurs sont au-desssus de la moyenne régionale en comparaison avec les autres sites. Les indicateurs richesse spécifique (45 espèces), diversité fonctionnelle (12) et LRFI (35 espèces) sont particulièrement élevés par rapport aux valeurs régionales.

Tableau 13 : Comparaison régionale des indicateurs

Région	PACA		
Code masse d'eau	FRDC05	Échelle de comparaison	
Site	Carry PI	Région PACA	
Année	2021	Légende	
Habitat	Herbier 15m		
Richesse spécifique	45	26.62	
Diversité fonctionelle	12	0 15 8.87	
Indicateur LRFI	35	19.34	
Indicateur Cryptobenthique	6	0 16	
Indicateur thermique	18.68	0 20.66 18.78	
Indicateur non indigène	1	0 0.26	
Indicateur UICN	2	0 5	



## III.E. Masse d'eau FRDCo5 - Grand Four à Chaux

#### III.E.1. Présentation du site

Le site Grand Four à Chaux est localisé dans la masse d'eau FRDCo5, au sein du parc marin de la côte bleue. Il est situé sur l'habitat Coralligène à une profondeur de 40 m.

Sur ce site, les plongeurs ont apercu un mérou (*Epinephelus marginatus*) et un congre (*Conger conger*). Seule l'espèce *Epinephelus marginatus* a été recensée par ADNe.



Figure 9 : Illustration du site

Tableau 14 : Caractéristiques du site, des prélèvements et des filtres.

FICHE TERRAIN PISCIS-2 :		
SUIVI DES PEUPLEMENTS DE POISSONS PAR ADNe		
	stiques du site	
Nom du site / station	Grand_Four_a_Chaux	
Date	11/06/2021	
Heure	17h	
Latitude :	43 18,625	
Longitude :	05 05,362	
Habitat	✓ Coralligène ☐ Herbier 15m	
Profondeur du site (m)	40	
Espèces remarquables	Gros mérous, congre	
Perturbations observées		
Température de l'eau (°C)		
	FLORIAN HOLON	
Nom des plongeurs	THIBAULT RAUBY	
Caractéristiques prélèvements ADNe		
Profondeur ADN (m)		
Durée filtration	30 min	
Type filtre ADN	0.2 μm	
Kit	Tuyau DeepWater1	
Caractéristic	ques filtres ADNe	
Non	n pompe	
Sans nom (pompe 2)	InToSea2	
N° filtre ADN - 1	N° filtre ADN - 2	
SPY211064	SPY211056	
Méthode filtration ADN - 1	Méthode filtration ADN - 2	
descente avec plongeur et immobile	descente avec plongeur et immobile	
avec plongeur et baladée	avec plongeur et baladée	
decendue depuis la surface	decendue depuis la surface	

## III.E.2. Liste des espèces recensées par ADN

Sur le site Grand Four à Chaux, **28 espèces** ont été recensées par ADNe en 2021, qui sont présentées dans le tableau cidessous.

Famille	Genre	Espece
Blenniidae	Parablennius	rouxi
Clupeidae	Sardina	pilchardus
Clupeidae	Sardinella	aurita
Engraulidae	Engraulis	encrasicolus
Gobiidae	Corcyrogobius	liechtensteini
Gobiidae	Lebetus	guilleti
Gobiidae	Lesueurigobius	suerii
Istiophoridae	Istiophorus	albicans
Labridae	Coris	julis
Labridae	Symphodus	tinca
Mullidae	Mullus	surmuletus
Mullidae	Mullus	barbatus
Scombridae	Scomber	colias
Scombridae	Scomber	scombrus
Scorpaenidae	Scorpaena	scrofa
Serranidae	Anthias	anthias
Serranidae	Epinephelus	marginatus
Serranidae	Serranus	cabrilla
Serranidae	Serranus	hepatus
Sparidae	Boops	boops
Sparidae	Diplodus	vulgaris
Sparidae	Diplodus	annularis
Sparidae	Diplodus	sargus
Sparidae	Diplodus	puntazzo
Sparidae	Pagellus	acarne
Sparidae	Pagellus	erythrinus
Sparidae	Sparus	aurata
Uranoscopidae	Uranoscopus	scaber

## III.E.3. Valeurs des indicateurs et comparaison régionale

L'analyse comparative des indicateurs calculés en 2021 montre que les indicateurs richesse spécifique (28 espèces), diversité fonctionnelle (9), LRFI (22 espèces), thermique (19,29 °C) et UICN (1 espèce) sont au-desssus de la moyenne régionale en comparaison avec les autres sites. L'indicateur non indigène est nul pour ce site.

Tableau 15 : Comparaison régionale des indicateurs.

Région	PACA	
_	FACA	
Code masse d'eau	FRDC05	Échelle de comparaison
Site	Grand Four a Chaux	Région PACA Légende
Année	2021	
Habitat	Coralligène	
Richesse spécifique	28	1 0 68
Diversité fonctionelle	9	0 15 D 8.87
Indicateur LRFI	22	0 41 10 19.34
Indicateur Cryptobenthique	4	0 16
Indicateur thermique	19.29	0 20.66   0 18.78
Indicateur non indigène	0	0 2
Indicateur UICN	1	0 5 0 0.59

#### III.F.Masse d'eau FRDCo6b - Frioul PI

#### III.F.1. Présentation du site

Le site Frioul PI est localisé dans la masse d'eau FRDCo6b. Il se situe dans l'herbier à une profondeur de 16 m.

Les plongeurs ont observé sur ce site un crénilabre à 5 taches (*Symphodus roissali*), des castagnoles (*Chromis chromis*), des girelles (*Coris julis*), un petit sar commun (*Diplodus sargus*) et une espèce du genre *Tripterygion*. Ces espèces ont bien été recensées par ADNe.

Les pompes ont ici été descendues avec les plongeurs et posées sur le fond.



Figure 10 : Illustration du site

Tableau 16 : Caractéristiques du site, des prélèvements et des filtres.

FICHE TERRAIN PISCIS-2 :		
SUIVI DES PEUPLEMEN	TS DE POISSONS PAR ADNe	
Caractéris	stiques du site	
Nom du site / station Frioul Pl		
Date	10/06/2021	
Heure		
Latitude :	43 16.136	
Longitude :	05 17.303	
Habitat	☐ Coralligène	
Profondeur du site (m)	16	
Espèces remarquables	Crénilabre à cinq taches, castagnoles, girelles, petit sar commun, tryptérigion	
Perturbations observées		
Température de l'eau (°C)	16,8	
Nom des plongeurs	DETER JULIE DELARUELLE GWENAELLE	
Caractéristiques prélèvements ADNe		
Profondeur ADN (m)	16	
Durée filtration	30 min	
Type filtre ADN	0.2 µm	
Kit	Tuyau DeepWater1	
Caractéristic	ques filtres ADNe	
Non	n pompe	
InToSea2	Sans nom (pompe 2)	
N° filtre ADN - 1	N° filtre ADN - 2	
SPY211054	SPY211055	
Méthode filtration ADN - 1	Méthode filtration ADN - 2	
descente avec plongeur et immobile	descente avec plongeur et immobile	
avec plongeur et baladée	avec plongeur et baladée	
decendue depuis la surface	decendue depuis la surface	



## III.F.2. Liste des espèces recensées par AND

Sur le site Frioul PI, **50 espèces** ont été recensées par ADNe en 2021, qui sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 17 Liste d'espèces

Famille	Genre	Espece
Apogonidae	Apogon	imberbis
Belonidae	Belone	belone
Blenniidae	Parablennius	rouxi
Blenniidae	Parablennius	gattorugine
Cepolidae	Cepola	macrophthalma
Clupeidae	Sardina	pilchardus
Clupeidae	Sardinella	aurita
Gobiesocidae	Lepadogaster	candolii
Gobiidae	Buenia	affinis
Gobiidae	Gammogobius	steinitzi
Gobiidae	Gobius	cruentatus
Gobiidae	Gobius	xanthocephalus
Gobiidae	Odondebuenia	balearica
Gobiidae	Zebrus	zebrus
Istiophoridae	Istiophorus	albicans
Labridae	Coris	julis
Labridae	Symphodus	ocellatus
Labridae	Symphodus	tinca
Labridae	Symphodus	melanocercus
Moronidae	Dicentrarchus	labrax
Mullidae	Mullus	surmuletus
Mullidae	Mullus	barbatus
Pomacentridae	Chromis	chromis
Sciaenidae	Sciaena	umbra
Scombridae	Sarda	sarda
Scombridae	Scomber	colias
Scorpaenidae	Scorpaena	porcus
Scorpaenidae	Scorpaena	scrofa
Scorpaenidae	Scorpaena	notata
Serranidae	Epinephelus	marginatus
Serranidae	Serranus	hepatus
Serranidae	Serranus	scriba
Serranidae	Serranus	cabrilla
Sparidae	Boops	boops
Sparidae	Diplodus	annularis
Sparidae	Diplodus	sargus
Sparidae	Diplodus	vulgaris
Sparidae	Diplodus	puntazzo
Sparidae	Lithognathus	mormyrus
Sparidae	Oblada	melanura
Sparidae	Pagellus	erythrinus
Sparidae	Sarpa	salpa
Sparidae	Sparus	aurata
Sparidae	Spondyliosoma	cantharus

Sphyraenidae	Sphyraena	viridensis
Syngnathidae	Nerophis	maculatus
Syngnathidae	Syngnathus	acus
Torpedinidae	Torpedo	marmorata
Tripterygiidae	Tripterygion	delaisi
Tripterygiidae	Tripterygion	melanurum

### III.F.3. Valeurs des indicateurs et comparaison régionale

L'analyse comparative des indicateurs calculés en 2021 montre que l'ensemble des indicateurs sont au-desssus de la moyenne régionale en comparaison avec les autres sites, à l'excepton de l'indicateur non indigène qui est nul. Les indicateurs diversité fonctionelle (14 espèces), LRFI (34 espèces) et cryptobenthique (14 espèces) sont particulièrement élevés par rapport aux valeurs régionales.

Tableau 18 : Comparaison régionale des indicateurs

Région	PACA		
Code masse d'eau	FRDC06b	Échelle de comparaison	
Site	Frioul PI	Région PACA	
Année	2021	Légende	
Habitat	Herbier 15m		
Richesse spécifique	50	26.62	
Diversité fonctionelle	14	0 15 0 8.87	
Indicateur LRFI	34	19.34	
Indicateur Cryptobenthique	14	0 16	
Indicateur thermique	18.97	0 20.66 0 18.78	
Indicateur non indigène	0	0 2 0 0.26	
Indicateur UICN	2	0 0.59	



## III.G. Masse d'eau FRDCo6b - Tiboulen

#### III.G.1. Présentation du site

Le site Tiboulen est localisé dans la masse d'eau FRDCo6b. Il est situé sur l'habitat Coralligène à une profondeur de 40 m.



Figure 11 : Illustration du site (filet de pêche récent)

Tableau 19 : Caractéristiques du site, des prélèvements et des filtres.

FICHE TERRAIN PISCIS-2 : SUIVI DES PEUPLEMENTS DE POISSONS PAR ADNe			
CONTIDEO I EST EEMEN	TO DET GIGGORG PAIR ABRO		
Caractéri	Caractéristiques du site		
Nom du site / station	Tiboulen		
Date	10/06/2021		
Heure	10h30		
Latitude :	43 16,847		
Longitude :	05 17,059		
Habitat	✓ Coralligène ☐ Herbier 15m		
Profondeur du site (m)	40		
Espèces remarquables	langoustes		
Perturbations observées			
Température de l'eau (°C)			
	DETER JULIE		
Nom des plongeurs	AGEL NOEMIE		
Caractéristique	s prélèvements ADNe		
Profondeur ADN (m)	40		
Durée filtration	30 min		
Type filtre ADN	0.2 μm		
Kit	Tuyau DeepWater1		
Caractéristi	ques filtres ADNe		
Noi	m pompe		
Sans nom (pompe 2)	InToSea2		
N° filtre ADN - 1	N° filtre ADN - 2		
SPY211050	SPY211049		
Méthode filtration ADN - 1	Méthode filtration ADN - 2		
descente avec plongeur et immobile	descente avec plongeur et immobile		
avec plongeur et baladée	avec plongeur et baladée		
decendue depuis la surface	decendue depuis la surface		

## III.G.2. Liste des espèces recensées par ADN

Sur le site Tiboulen, **50 espèces** ont été recensées par ADNe en 2021, qui sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 20 Liste d'espèces

Famille	Genre	Espece
Alopiidae	Alopias	vulpinus
Apogonidae	Apogon	imberbis
Blenniidae	Parablennius	rouxi
Bothidae	Bothus	podas
Carangidae	Seriola	dumerili
Clupeidae	Sardina	pilchardus
Clupeidae	Sardinella	aurita
Engraulidae	Engraulis	encrasicolus
Gadidae	Trisopterus	capelanus
Gobiidae	Buenia	affinis
Gobiidae	Corcyrogobius	liechtensteini
Gobiidae	Crystallogobius	linearis
Gobiidae	Gammogobius	steinitzi
Gobiidae	Gobius	geniporus
Gobiidae	Gobius	cruentatus
Gobiidae	Gobius	xanthocephalus
Gobiidae	Lebetus	guilleti
Gobiidae	Odondebuenia	balearica
Gobiidae	Pseudaphya	ferreri
Istiophoridae	Istiophorus	albicans
Labridae	Coris	julis
Labridae	Ctenolabrus	rupestris
Labridae	Symphodus	melanocercus
Labridae	Symphodus	tinca
Molidae	Mola	mola
Mullidae	Mullus	barbatus
Mullidae	Mullus	surmuletus
Pomacentridae	Chromis	chromis
Sciaenidae	Sciaena	umbra
Scombridae	Scomber	colias
Scophthalmidae	Scophthalmus	rhombus
Scorpaenidae	Scorpaena	scrofa
Scorpaenidae	Scorpaena	notata
Scyliorhinidae	Scyliorhinus	stellaris
Serranidae	Anthias	anthias
Serranidae	Epinephelus	marginatus
Serranidae	Serranus	cabrilla
Sparidae	Boops	boops
Sparidae	Diplodus	cervinus
Sparidae	Diplodus	vulgaris
Sparidae	Diplodus	annularis
Sparidae	Diplodus	sargus
Sparidae	Pagellus	acarne



Sparidae	Pagellus	erythrinus
Sparidae	Sparus	aurata
Sparidae	Spondyliosoma	cantharus
Torpedinidae	Torpedo	marmorata
Trachinidae	Trachinus	draco
Tripterygiidae	Tripterygion	delaisi
Uranoscopidae	Uranoscopus	scaber

#### III.G.3. Valeurs des indicateurs et comparaison régionale

L'analyse comparative des indicateurs calculés en 2021 montre que les indicateurs richesse spécifique (50 espèces), diversité fonctionnelle (12), LRFI (31 espèces), cryptobenthique (13 espèces), thermique (19,2 °C) et UICN (valeur maxiamle régionale, 5 espèces (*Alopias vulpinus, Epinephelus marginatus, Mola mola, Scyliorhinus stellaris, Torpedo marmorata*)) sont au-desssus de la moyenne régionale en comparaison avec les autres sites. L'indicateur non indigène est nul pour ce site.

Tableau 21 : Comparaison régionale des indicateurs.

Région	PACA	
Code masse d'eau	FRDC06b	Échelle de comparaison
Site	Tiboulen	Région PACA
Année	2021	Légende
Habitat	Coralligène	
Richesse spécifique	50	26.62
Diversité fonctionelle	12	0 15
Indicateur LRFI	31	0 41 19.34
Indicateur Cryptobenthique	13	0 16
Indicateur thermique	19.2	0 20.66  0  18.78
Indicateur non indigène	0	0 2 0 2 0.26
Indicateur UICN	5	0 5 0

## III.H. Masse d'eau FRDCo7a - lle Plane PI

#### III.H.1. Présentation du site

Le site lle Plane PI est localisé dans la masse d'eau FRDCo7a. Il est situé dans l'herbier à une profondeur de 15 m.

Les plongeurs ont observé sur ce site des picarels (*Spicara smaris*), des rougets (*Mullus surmuletus*), un sublet (*Symphodus rostratus*) et des girelles (*Coris julis*). Pour ce site, parmi ces espèces, seules *Mullus surmuletus* et *Coris julis* ont été recensées par ADNe.



Figure 12 : Illustration du site

Tableau 22 : Caractéristiques du site, des prélèvements et des filtres.

FICHE TERRAIN PISCIS-2 : SUIVI DES PEUPLEMENTS DE POISSONS PAR ADNe		
SUIVI DES PEUPLEMEN	IS DE POISSONS PAR ADNE	
Coroctório	stigues du cite	
	tiques du site	
Nom du site / station	Ile_Plane Pl	
Date	09/06/2021	
Heure	11h10	
Latitude :	43 11.669	
Longitude :	05 22.375	
Habitat	☐ Coralligène ☑ Herbier 15m	
Profondeur du site (m)	15	
	picarels, rougets, symphodus rostratus,	
Espèces remarquables	girelles, labre	
Perturbations observées		
Température de l'eau (°C)	17	
	DETER JULIE	
Nom des plongeurs	DELARUELLE GWENAELLE	
	prélèvements ADNe	
Profondeur ADN (m)	15	
Durée filtration	30 min	
Type filtre ADN	0.2 μm	
Kit	Tuyau DeepWater1	
Caractéristic	ues filtres ADNe	
Nom pompe		
InToSea2	Sans nom (pompe 2)	
N° filtre ADN - 1	N° filtre ADN - 2	
SPY211062	SPY211048	
Méthode filtration ADN - 1	Méthode filtration ADN - 2	
descente avec plongeur et immobile	descente avec plongeur et immobile	
avec plongeur et baladée	avec plongeur et baladée	
descendue depuis la surface	decendue depuis la surface	



## III.H.2. Liste des espèces recensées par ADN

Sur le site lle Plane PI, 39 espèces ont été recensées par ADNe en 2021, qui sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 23 : Liste d'espèces.

Famille	Genre	Espece
Apogonidae	Apogon	imberbis
Blenniidae	Lipophrys	trigloides
Blenniidae	Parablennius	pilicornis
Clupeidae	Sardina	pilchardus
Clupeidae	Sardinella	aurita
Engraulidae	Engraulis	encrasicolus
Gobiidae	Gobius	xanthocephalus
Gobiidae	Lebetus	guilleti
Gobiidae	Odondebuenia	balearica
Istiophoridae	Istiophorus	albicans
Labridae	Coris	julis
Labridae	Symphodus	tinca
Labridae	Symphodus	ocellatus
Mugilidae	Chelon	labrosus
Mugilidae	Chelon	auratus
Mullidae	Mullus	barbatus
Mullidae	Mullus	surmuletus
Pomacentridae	Chromis	chromis
Scombridae	Sarda	sarda
Scombridae	Scomber	colias
Scombridae	Scomber	scombrus
Scombridae	Thunnus	thynnus
Scorpaenidae	Scorpaena	porcus
Scorpaenidae	Scorpaena	notata
Serranidae	Serranus	scriba
Serranidae	Serranus	cabrilla
Sparidae	Boops	boops
Sparidae	Diplodus	vulgaris
Sparidae	Diplodus	sargus
Sparidae	Diplodus	annularis
Sparidae	Diplodus	puntazzo
Sparidae	Oblada	melanura
Sparidae	Pagellus	erythrinus
Sparidae	Pagellus	bogaraveo
Sparidae	Pagellus	acarne
Sparidae	Sarpa	salpa
Sparidae	Sparus	aurata
Sparidae	Spondyliosoma	cantharus
Syngnathidae	Nerophis	maculatus

## III.H.1. Valeurs des indicateurs et comparaison régionale

L'analyse comparative des indicateurs calculés en 2021 montre que l'ensemble des indicateurs sont au-dessus des moyennes régionales à l'exception de l'indicateur UICN qui est nul.

Tableau 24 : Comparaison régionale des indicateurs

Région	PACA	
Code masse d'eau	FRDC07a	
Site	lle Plane Pl	Échelle de comparaison Région PACA
Année	2021	Légende
Habitat	Herbier 15m	
Richesse spécifique	39	26.62
Diversité fonctionelle	12	0 15
Indicateur LRFI		19.34
Indicateur Cryptobenthique	7	0 16
Indicateur thermique	18.77	0 20.66 18.78
Indicateur non indigène	1	0 2 0.26
Indicateur UICN	0	0 5

## III.I. Masse d'eau FRDCo7b - Cap Canaille PI

#### III.I.1. Présentation du site

Le site de Cap Canaille PI est localisé dans la masse d'eau FRDCo7b, dans l'herbier, à une profondeur de 15 m, au large de la commune de Cassis.

La baie de Cassis est soumise à une forte pression de pêche, aux impacts du mouillage des grosses unités et est située face au port de Cassis. C'est également une zone de décantation des macrodéchets (Charbonnel *et al.*, 2000).

Sur ce site, les pompes ADN ont été descendues et posées depuis la surface. De nombreuses holothuries ainsi que quelques bryozoaires et spirographes ont été observés.



Figure 13: Illustration du site.

Tableau 25 : Caractéristiques du site, des prélèvements et des filtres.

FICHE TERRAIN PISCIS-2 : SUIVI DES PEUPLEMENTS DE POISSONS PAR ADNe			
SOIVI DES PEOPLEMEN	113 DE FOISSONS FAR ADNE		
Caractéri	Caractéristiques du site		
Nom du site / station	Cap_Canaille PI		
Date	08/06/2021		
Heure	14h		
Latitude :	43 12.147		
Longitude :	05 32.595		
Habitat	☐ Coralligène ✓ Herbier 15m		
Profondeur du site (m)	15		
	nombreuses holothuries dans herbier,		
Espèces remarquables	quelques bryrozoaires, spirographes		
Perturbations observées			
Température de l'eau (°C)	18		
	DETER JULIE		
Nom des plongeurs	DELARUELLE GWENAELLE		
	s prélèvements ADNe		
Profondeur ADN (m)	15		
Durée filtration	30 min		
Type filtre ADN	0.2 μm		
Kit	Tuyau DeepWater1		
Caractéristic	ques filtres ADNe		
Nom pompe			
InToSea2	Sans nom (pompe 2)		
N° filtre ADN - 1	N° filtre ADN - 2		
SPY211051	SPY211063		
Méthode filtration ADN - 1	Méthode filtration ADN - 2		
descente avec plongeur et immobile	descente avec plongeur et immobile		
avec plongeur et baladée	avec plongeur et baladée		
descendue depuis la surface	descendue depuis la surface		

# III.I.2. Liste des espèces recensées par ADN

Sur le site Cap Canaille PI, 50 espèces ont été recensées par ADNe en 2021, qui sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 26 : Liste d'espèces

Famille	Genre	Espece
Alopiidae	Isurus	oxyrinchus
Apogonidae	Apogon	imberbis
Belonidae	Cololabis	saira
Blenniidae	Lipophrys	trigloides
Blenniidae	Parablennius	gattorugine
Blenniidae	Parablennius	incognitus
Bothidae	Bothus	podas
Clupeidae	Sardina	pilchardus
Gaidropsaridae	Gaidropsarus	mediterraneus
Gobiidae	Buenia	affinis
Gobiidae	Gobius	niger
Gobiidae	Gobius	cruentatus
Gobiidae	Gobius	ater
Gobiidae	Gobius	xanthocephalus
Istiophoridae	Istiophorus	albicans
Labridae	Coris	julis
Labridae	Symphodus	tinca
Labridae	Symphodus	ocellatus
Labridae	Symphodus	melanocercus
Labridae	Thalassoma	pavo
Moronidae	Dicentrarchus	labrax
Mugilidae	Chelon	auratus
Mullidae	Mullus	surmuletus
Mullidae	Mullus	barbatus
Pomacentridae	Chromis	chromis
Scombridae	Sarda	sarda
Scombridae	Scomber	colias
Scorpaenidae	Scorpaena	porcus
Scorpaenidae	Scorpaena	notata
Serranidae	Serranus	cabrilla
Serranidae	Serranus	scriba
Soleidae	Solea	senegalensis
Sparidae	Boops	boops
Sparidae	Diplodus	sargus
Sparidae	Diplodus	vulgaris
Sparidae	Diplodus	annularis
Sparidae	Diplodus	puntazzo
Sparidae	Lithognathus	mormyrus
Sparidae	Oblada	melanura
Sparidae	Pagellus	acarne
Sparidae	Pagellus	erythrinus
Sparidae	Sarpa	salpa
Sparidae	Sparus	aurata



Sparidae	Spondyliosoma	cantharus
Sphyraenidae	Sphyraena	viridensis
Syngnathidae	Syngnathus	acus
Triglidae	Chelidonichthys	lucernus
Tripterygiidae	Tripterygion	delaisi
Tripterygiidae	Tripterygion	melanurum
Uranoscopidae	Uranoscopus	scaber

# III.1.3. Valeurs des indicateurs et comparaison régionale

L'analyse comparative des indicateurs calculés en 2021 montre que l'ensemble des indicateurs sont au-desssus de la moyenne régionale en comparaison avec les autres sites. Les indicateurs richesse spécifique (50 espèces), diversité fonctionnelle (11), LRFI (33 espèces), cryptobenthique (12 espèces) et thermique (18,98 °C) sont particulièrement élevés par rapport aux valeurs régionales.

Tableau 27 : Comparaison régionale des indicateurs

Région	PACA		
Code masse d'eau	FRDC07b	Échelle de comparaison	
Site	Cap Canaille PI	Région PACA Légende	
Année	2021		
Habitat	Herbier 15m		
Richesse spécifique	50	26.62	
Diversité fonctionelle	11	0 15	
Indicateur LRFI	33	19.34	
Indicateur Cryptobenthique	12	0 16	
Indicateur thermique	18.98	0 20.66 0 18.78	
Indicateur non indigène	1	0 0.26	
Indicateur UICN	2	0 5	

# III.J. Masse d'eau FRDCo7c - Liouquet PI

#### III.J.1. Présentation du site

Le site Liouquet PI est localisé dans la masse d'eau FRDCo7c. Il est situé dans l'herbier à une profondeur de 15 m.

Sur ce site, les plongeurs ont observé des girelles (*Coris julis*), des castagnoles (*Chromis chromis*), des serrans (*Serranus sp.*), des picarels (*Spicara smaris*), des sars (*Diplodus sp.*) et des juvéniles de crénilabres (*Symphodus sp.*). Toutes ces espèces ont été recensées par ADNe à l'exception de *Spicara smaris*.



Figure 14 : Illustration du site

Tableau 28 : Caractéristiques du site, des prélèvements et des filtres.

#### FICHE TERRAIN PISCIS-2 : SUIVI DES PEUPLEMENTS DE POISSONS PAR ADNe

Caractéristiques du site		
Nom du site / station	Liouquet PI	
Date	07/06/2021	
Heure	18H45	
Latitude :	43 10.721	
Longitude :	05 39.863	
Habitat	☐ Coralligène ☑ Herbier 15m	
Profondeur du site (m)	15	
	Girelles, labres, castagnoles, serrans, picarels, sars, juvéniles de symphodus et crénilabres. Holothuries sur le sable, bryozoaires érigés au pied de l'herbier, présence de rhizomes plagio en bordure de la matte morte. Quelques	
Espèces remarquables	Codium dans l'herbier	
Perturbations observées		
Température de l'eau (°C)	18	
Nom des plongeurs  DETER JULIE DELARUELLE GWENAELLE		
Caractéristiques prélèvements ADNe		
Profondeur ADN (m)	15	
Durée filtration	30 min	
Type filtre ADN	0.2 μm	
Kit	Tuyau DeepWater1	
Caractéristic	ques filtres ADNe	
Nom pompe		
Sans nom (pompe 2)	InToSea2	
N° filtre ADN - 1	N° filtre ADN - 2	
SPY211047	SPY211044	
Méthode filtration ADN - 1	Méthode filtration ADN - 2	
descente avec plongeur et immobile	descente avec plongeur et immobile	
avec plongeur et baladée	avec plongeur et baladée	
descendue depuis la surface	descendue depuis la surface	



# III.J.2. Liste des espèces recensées par ADN

Sur le site Liouquet PI, 19 espèces ont été recensées par ADNe en 2021, qui sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 29 Liste d'espèces

Famille	Genre	Espece
Belonidae	Belone	belone
Clupeidae	Sardina	pilchardus
Gobiidae	Gobius	xanthocephalus
Labridae	Coris	julis
Labridae	Symphodus	ocellatus
Labridae	Symphodus	tinca
Pomacentridae	Chromis	chromis
Scombridae	Thunnus	thynnus
Serranidae	Serranus	scriba
Sparidae	Boops	boops
Sparidae	Diplodus	sargus
Sparidae	Diplodus	vulgaris
Sparidae	Diplodus	annularis
Sparidae	Lithognathus	mormyrus
Sparidae	Pagellus	acarne
Sparidae	Pagellus	erythrinus
Sparidae	Sarpa	salpa
Sparidae	Sparus	aurata
Sparidae	Spondyliosoma	cantharus

## III.J.3. Valeurs des indicateurs et comparaison régionale

L'analyse comparative des indicateurs calculés en 2021 montre que l'ensemble des indicateurs présentent des valeurs en dessous des moyennes régionales. Les indicateurs UICN et non indigène sont nuls pour ce site.

Tableau 30 : Comparaison régionale des indicateurs.

Région	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende	
Code masse d'eau	FRDC07c		
Site	Liouquet PI		
Année	2021		
Habitat	Herbier 15m		
Richesse spécifique	19	26.62	
Diversité fonctionelle	8	0 15 8.87	
Indicateur LRFI	16	0 41 0 1 19.34	
Indicateur Cryptobenthique	1	0 16	
Indicateur thermique	18.73	0 20.66 18.78	
Indicateur non indigène	0	0 2 0 2 0.26	
Indicateur UICN		0 5	



#### III.K. Masse d'eau FRDCo7c - Rosier

#### III.K.1. Présentation du site

Le site Rosier est localisé dans le cœur marin du Parc National des Calanques, dans la baie de La Ciotat, sur la masse d'eau FRDCo7c. Il est situé sur l'habitat Coralligène à une profondeur de 55 m.

Sur ce site les plongeurs ont observé des Mostelles (*Phycis phycis*), des mérous (*Epinephelus marginatus*), et des chapons (*Scorpaena scrofa*). Sur ce site parmi ces espèces, seules *Epinephelus marginatus et Scorpaena scrofa* ont été recensées par ADNe.



Figure 15 : Illustration du site

Tableau 31 : Caractéristiques du site, des prélèvements et des filtres.

#### **FICHE TERRAIN PISCIS-2:** SUIVI DES PEUPLEMENTS DE POISSONS PAR ADNe Caractéristiques du site Nom du site / station Rosier Date 07/06/2021 Heure 15h42 Latitude: 43 09,252 Longitude: 05 37,442 Habitat ✓ Coralligène ☐ Herbier 15m Profondeur du site (m) Mostelle, mérous (30 et 60 cm), Espèces remarquables langoustes, chapons Perturbations observées Pneu, filets et fils de peche Température de l'eau (°C) 14 THOMAS PAVY Nom des plongeurs FLORIAN HOLON Caractéristiques prélèvements ADNe Profondeur ADN (m) 55 **Durée filtration** 30 min Type filtre ADN 0.2 µm Kit Tuyau DeepWater1 Caractéristiques filtres ADNe Nom pompe Sans nom (pompe 2) InToSea2 N° filtre ADN - 1 N° filtre ADN - 2 SPY211045 SPY211046 Méthode filtration ADN - 1 Méthode filtration ADN - 2 descente avec plongeur et immobile descente avec plongeur et immobile avec plongeur et baladée avec plongeur et baladée descendue depuis la surface descendue depuis la surface

# III.K.2. Liste des espèces recensées par ADN

Sur le site Rosier, 44 espèces ont été recensées par ADNe en 2021, qui sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 32 : Liste d'espèces.

Famille	Genre	Espece
Blenniidae	Blennius	ocellaris
Blenniidae	Lipophrys	trigloides
Blenniidae	Parablennius	incognitus
Cepolidae	Cepola	macrophthalma
Citharidae	Citharus	linguatula
Clupeidae	Sardina	pilchardus
Clupeidae	Sardinella	aurita
Engraulidae	Engraulis	encrasicolus
Gadidae	Trisopterus	capelanus
Gobiidae	Crystallogobius	linearis
Gobiidae	Lebetus	guilleti
Gobiidae	Lesueurigobius	friesii
Gobiidae	Lesueurigobius	suerii
Gobiidae	Odondebuenia	balearica
Gobiidae	Pseudaphya	ferreri
Istiophoridae	Istiophorus	albicans
Labridae	Coris	julis
Labridae	Thalassoma	pavo
Mullidae	Mullus	barbatus
Mullidae	Mullus	surmuletus
Myctophidae	Ceratoscopelus	maderensis
Pomacentridae	Chromis	chromis
Scombridae	Scomber	colias
Scombridae	Scomber	scombrus
Scombridae	Thunnus	thynnus
Scorpaenidae	Scorpaena	scrofa
Scorpaenidae	Scorpaena	notata
Scyliorhinidae	Scyliorhinus	canicula
Serranidae	Anthias	anthias
Serranidae	Epinephelus	marginatus
Serranidae	Serranus	cabrilla
Serranidae	Serranus	hepatus
Soleidae	Solea	senegalensis
Sparidae	Boops	boops
Sparidae	Diplodus	vulgaris

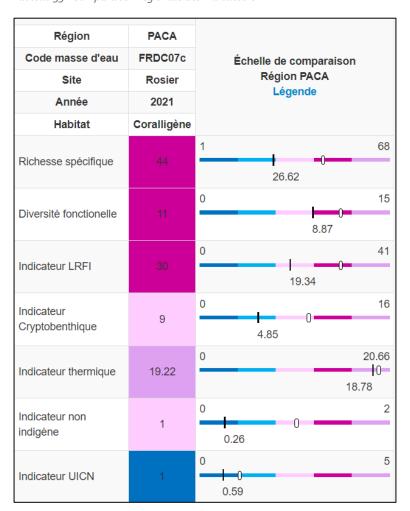


Sparidae	Diplodus	sargus
Sparidae	Pagellus	acarne
Sparidae	Pagellus	erythrinus
Sparidae	Pagellus	bogaraveo
Sparidae	Sarpa	salpa
Sparidae	Sparus	aurata
Sphyraenidae	Sphyraena	viridensis
Sphyraenidae	Sphyraena	sphyraena
Uranoscopidae	Uranoscopus	scaber

## III.K.3. Valeurs des indicateurs et comparaison régionale

L'analyse comparative des indicateurs calculés en 2021 montre que tous les indicateurs pour ce site sont supérieurs aux moyenne régionales.

Tableau 33 : Comparaison régionale des indicateurs.



# III.L.Masse d'eau FRDCo7f - Cap Sicié Ouest PI

#### III.L.1. Présentation du site

Le site de Cap Sicié Ouest PI est localisé dans la masse d'eau FRDCo7f. Il est situé dans l'herbier à une profondeur de 14,9 m.

De nombreuses athérines (Atherinidae Ge. sp.) ont été observées sur ce site.

Les pompes ADN ont ici été descendues en plongée et posées sur le fond.



Figure 16 : Illustration du site

Tableau 34 : Caractéristiques du site, des prélèvements et des filtres.

# FICHE TERRAIN PISCIS-2 : SUIVI DES PEUPLEMENTS DE POISSONS PAR ADNe

Caractéristiques du site		
Nom du site / station	Cap_Sicie_Ouest PI	
Date	15/06/2021	
Heure	10h35	
Latitude :	43 02.802	
Longitude :	05 50.390	
Habitat	☐ Coralligène ☑ Herbier 15m	
Profondeur du site (m)	14,9	
Espèces remarquables	Athérines.	
Perturbations observées		
Température de l'eau (°C)	19	
	DETER JULIE	
Nom des plongeurs	BLANDIN AGATHE	
Caractéristiques prélèvements ADNe		
Profondeur ADN (m)	14,9	
Durée filtration	30 min	
Type filtre ADN	0.2 μm	
1 )   0   1111   0   1211	0.2 μm	
Kit	0.2 μm Tuyau DeepWater1	
Kit	•	
Kit Caractéristic	Tuyau DeepWater1	
Kit Caractéristic	Tuyau DeepWater1 ues filtres ADNe	
Kit Caractéristic	Tuyau DeepWater1 ues filtres ADNe pompe	
Kit Caractéristic Non InToSea2	Tuyau DeepWater1  ques filtres ADNe  n pompe  Sans nom (pompe 2)	
Kit  Caractéristic  Non  InToSea2  N° filtre ADN - 1	Tuyau DeepWater1  ues filtres ADNe n pompe Sans nom (pompe 2) N° filtre ADN - 2	
Caractéristic Non InToSea2 N° filtre ADN - 1 SPY211071	Tuyau DeepWater1  ues filtres ADNe  pompe  Sans nom (pompe 2)  N° filtre ADN - 2  SPY211072	
Caractéristic Non InToSea2 N° filtre ADN - 1 SPY211071 Méthode filtration ADN - 1	Tuyau DeepWater1  ues filtres ADNe n pompe Sans nom (pompe 2) N° filtre ADN - 2 SPY211072 Méthode filtration ADN - 2	



# III.L.1. Liste des espèces recensées par ADN

Sur le site Cap Sicié Ouest PI, 56 espèces ont été recensées par ADNe en 2021, qui sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 35 Liste d'espèces

Famille	Genre	Espece
Apogonidae	Apogon	imberbis
Blenniidae	Lipophrys	trigloides
Blenniidae	Parablennius	gattorugine
Blenniidae	Parablennius	pilicornis
Blenniidae	Parablennius	rouxi
Blenniidae	Parablennius	incognitus
Bothidae	Bothus	podas
Carangidae	Seriola	dumerili
Clupeidae	Sardina	pilchardus
Clupeidae	Sardinella	aurita
Engraulidae	Engraulis	encrasicolus
Gobiesocidae	Lepadogaster	candolii
Gobiesocidae	Lepadogaster	lepadogaster
Gobiidae	Gobius	bucchichi
Istiophoridae	Istiophorus	albicans
Labridae	Coris	julis
Labridae	Symphodus	melanocercus
Labridae	Symphodus	ocellatus
Labridae	Symphodus	tinca
Labridae	Thalassoma	pavo
Moronidae	Dicentrarchus	labrax
Mugilidae	Chelon	labrosus
Mugilidae	Chelon	auratus
Mugilidae	Oedalechilus	labeo
Mullidae	Mullus	barbatus
Mullidae	Mullus	surmuletus
Pomacentridae	Chromis	chromis
Sciaenidae	Sciaena	umbra
Scorpaenidae	Scorpaena	porcus
Scorpaenidae	Scorpaena	notata
Scorpaenidae	Scorpaena	scrofa
Serranidae	Anthias	anthias
Serranidae	Serranus	cabrilla
Serranidae	Serranus	scriba
Soleidae	Solea	senegalensis
Sparidae	Boops	boops
Sparidae	Diplodus	puntazzo
Sparidae	Diplodus vulgaris	
Sparidae	Diplodus	sargus
Sparidae	Diplodus	annularis
Sparidae	Lithognathus	mormyrus

Sparidae	Oblada	melanura
Sparidae	Pagellus	bogaraveo
Sparidae	Pagellus	acarne
Sparidae	Pagellus	erythrinus
Sparidae	Sarpa	salpa
Sparidae	Sparus	aurata
Sparidae	Spondyliosoma	cantharus
Sphyraenidae	Sphyraena	sphyraena
Syngnathidae	Hippocampus	guttulatus
Syngnathidae	Nerophis	maculatus
Torpedinidae	Torpedo	marmorata
Trachinidae	Trachinus	draco
Tripterygiidae	Tripterygion	tripteronotum
Tripterygiidae	Tripterygion	delaisi
Tripterygiidae	Tripterygion	melanurum

# III.L.1. Valeurs des indicateurs et comparaison régionale

L'analyse comparative des indicateurs calculés en 2021 montre que l'ensemble des indicateurs sont au-desssus de la moyenne régionale en comparaison avec les autres sites. Les indicateurs richesse spécifique (56 espèces), LRFI (39 espèces), cryptobenthique (14 espèces) et thermique (19,29 °C) sont particulièrement élevés par rapport aux valeurs régionales. Les indicateurs diversité fonctionnelle (15) et non indigène (2 espèces, la blennie pilicorne *Parablennius pilicornis* et *Solea senegalensis*) présentent les valeurs maximales régionales.



Tableau 36 : Comparaison régionale des indicateurs

Région	PACA		
Code masse d'eau	FRDC07f	Échelle de comparaison	
Site	Cap Sicié Ouest Pl	Région PACA Légende	
Année	2021		
Habitat	Herbier 15m		
Richesse spécifique	56	26.62	
Diversité fonctionelle	15	0 15 0 8.87	
Indicateur LRFI	39	0 41 19.34	
Indicateur Cryptobenthique	14	0 16	
Indicateur thermique	19.29	0 20.66 0 18.78	
Indicateur non indigène	2	0 2 0	
Indicateur UICN	1	0 5	

# III.M. Masse d'eau FRDCo7f - Sicié

#### III.M.1. Présentation du site

Le site Sicié se situe face à la station d'épuration et à l'Est du rocher des Deux Frères, dans la masse d'eau FRDCo7f. Il est situé sur l'habitat Coralligène à une profondeur de 42 m.

Sur ce site, les plongeurs ont observé une mostelle (*Phycis phycis*), un chapon (*Scorpaena scrofa*), des murènes en pleine eau (*Muraena helena*) et de nombreux anthias (*Anthias sp.*). Sur ce site parmi ces espèces, seule *Anthias sp.* a été recensée par ADNe.



Figure 17 : Illustration du site

Tableau 37 : Caractéristiques du site, des prélèvements et des filtres.

#### FICHE TERRAIN PISCIS-2 : SUIVI DES PEUPLEMENTS DE POISSONS PAR ADNe

Caractéristiques du site					
Nom du site / station	Sicié				
Date	15/06/2021				
Heure	16H45				
Latitude :	43 02,539				
Longitude :	05 51,691				
Habitat	✓ Coralligène ☐ Herbier 15m				
Profondeur du site (m)	42				
	Mostelle, langouste, chapon, corail				
	rouge, gorgonocéphales, holothuries,				
	oursins diadèmes, algues filamenteuses				
_ 、	(ouest), murènes en pleine eau,				
Espèces remarquables	nombreux anthias.				
Dantonbatiana abaamitaa	Ancre à l'Ouest, bloc béton, engins de				
Perturbations observées	pêche				
Température de l'eau (°C)	16				
	HOLON FLORIAN				
Na dala	GUILHEM MARRE				
Nom des plongeurs	JUSTINE RAUBY				
Caractéristiques prélèvements ADNe					
Profondeur ADN (m)	42				
Durée filtration	30 min				
Type filtre ADN	0.2 μm				
Kit	Tuyau DeepWater1				
Caractéristic	ques filtres ADNe				
Non	n pompe				
InToSea2	Sans nom (pompe 2)				
N° filtre ADN - 1	N° filtre ADN - 2				
SPY211070	SPY211069				
Méthode filtration ADN - 1	Méthode filtration ADN - 2				
descente avec plongeur et immobile	descente avec plongeur et immobile				
avec plongeur et baladée	avec plongeur et baladée				
decendue depuis la surface	decendue depuis la surface				



# III.M.2. Liste des espèces recensées par and

Sur le site Sicié, 33 espèces ont été recensées par ADNe en 2021, qui sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 38 : Liste d'espèces.

Famille	Genre	Espece
Clupeidae	Sardina	pilchardus
Clupeidae	Sardinella	aurita
Engraulidae	Engraulis	encrasicolus
Gobiesocidae	Lepadogaster	candolii
Gobiidae	Aphia	minuta
Gobiidae	Buenia	affinis
Gobiidae	Corcyrogobius	liechtensteini
Gobiidae	Crystallogobius	linearis
Gobiidae	Lebetus	guilleti
Gobiidae	Odondebuenia	balearica
Gobiidae	Pseudaphya	ferreri
Istiophoridae	Istiophorus	albicans
Labridae	Coris	julis
Labridae	Symphodus	ocellatus
Moronidae	Dicentrarchus	labrax
Mullidae	Mullus	barbatus
Mullidae	Mullus	surmuletus
Pomacentridae	Chromis	chromis
Scombridae	Scomber	colias
Scyliorhinidae	Scyliorhinus	canicula
Serranidae	Anthias	anthias
Serranidae	Serranus	cabrilla
Sparidae	Boops	boops
Sparidae	Diplodus	puntazzo
Sparidae	Diplodus	sargus
Sparidae	Diplodus	annularis
Sparidae	Diplodus	vulgaris
Sparidae	Pagellus	erythrinus
Sparidae	Pagellus	acarne
Sparidae	Sparus	aurata
Trachinidae	Trachinus	draco
Tripterygiidae	Tripterygion	delaisi
Uranoscopidae	Uranoscopus	scaber

# III.M.3. Valeurs des indicateurs et comparaison régionale

L'analyse comparative des indicateurs calculés en 2021 montre que les indicateurs richesse spécifique (33 espèces), diversité fonctionnelle (9), LRFI (20 espèces), et cryptobenthique (9 espèces) sont au-desssus de la moyenne régionale en comparaison avec les autres sites. Les indicateurs non indigène et UICN sont nuls pour ce site.

Tableau 39 : Comparaison régionale des indicateurs.

Région	PACA	
Code masse d'eau	FRDC07f	Échelle de comparaison
Site	Sicié	Région PACA Légende
Année	2021	Legende
Habitat	Coralligène	
Richesse spécifique	33	1 0 68 26.62
Diversité fonctionelle	9	0 15 0 8.87
Indicateur LRFI	20	0 41 0 19.34
Indicateur Cryptobenthique	9	0 16
Indicateur thermique	18.49	0 20.66 18.78
Indicateur non indigène	0	0 2 0 2 0.26
Indicateur UICN	0	0 5 0 0.59



# IV. Analyse globale des indicateurs ichtyologiques

L'objectif de cette partie est de fournir une vue d'ensemble des peuplements de poissons sur les sites échantillonnés lors des campagnes océanographiques, en présentant les valeurs des différents descripteurs (par site, par habitat, par groupe trophique) et en analysant leurs distributions.



Figure 18 : Chapon Scorpaena scrofa à La Ciotat (©Laurent Ballesta, Andromède Océanologie).

#### Liste des taxons observées

40 familles, 73 genres et 102 espèces différentes ont été détectés en Occitanie et en Région Sud (partie Ouest) en 2021. La liste des espèces détectées est disponible en annexe.

# IV.A. Analyse par indicateur

#### IV.A.1. Richesse spécifique

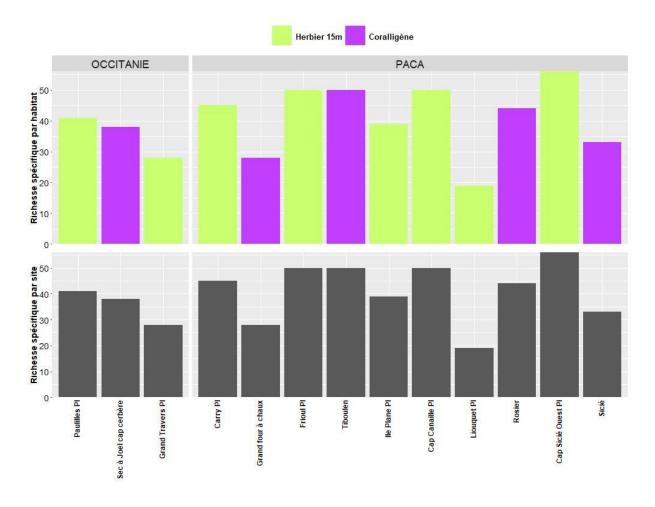


Figure 20 : Richesse spécifique par site et par habitat

La richesse spécifique est en moyenne légèrement supérieure sur l'herbier à 15 m (ns).

Les sites présentant la plus forte richesse spécifique sont les sites de Cap Sicié Ouest PI, Cap Canaille PI et Frioul PI.

Les espèces Gobie moucheté (*Gobius bucchichi*) et Tripterygion rouge (*Tripterygion tripteronotum*) ont été recensées uniquement sur le site d'herbier de Cap Sicié Ouest PI.

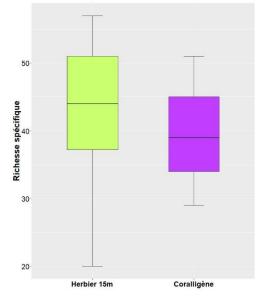


Figure 19 : Richesse spécifique par habitat



#### IV.A.2. Indicateur de diversité fonctionnelle

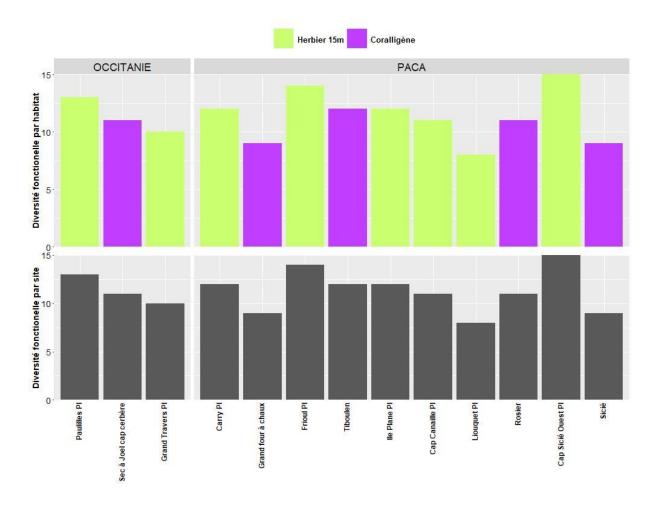


Figure 22 : Indicateur de diversité fonctionnelle par site et par habitat.

La diversité fonctionnelle est variable en fonction des sites et des habitats et est en moyenne **légèrement supérieure sur l'herbier à 15m** (ns).

Le site présentant la plus forte diversité fonctionnelle est à nouveau le site de Cap Sicié Oues PI, suivi par les sites Frioul PI et Paulilles PI.

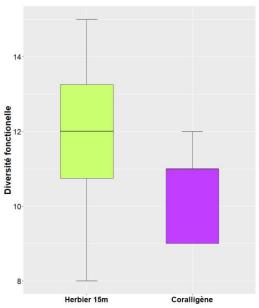


Figure 21 : Indicateur de diversité fonctionnelle par habitat.

#### IV.A.3. Indicateur des espèces de poissons de récif de grande taille (LRFI)

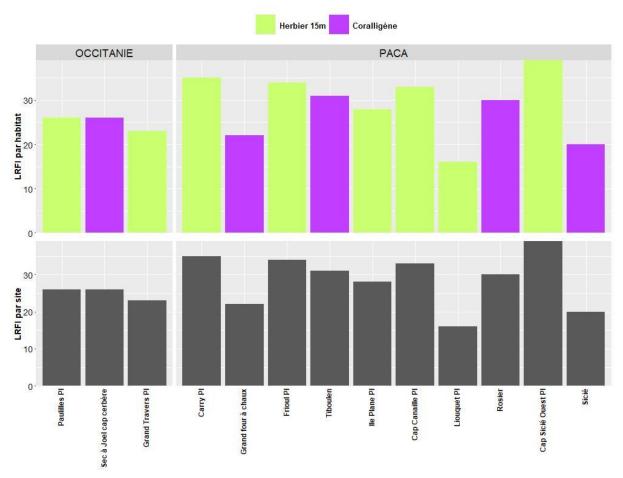


Figure 24 : Indicateur LRFI par site et par habitat

L'indicateur des espèces de poissons de récif de grande taille est variable en fonction des sites et des habitats et est en moyenne légèrement supérieur sur l'herbier à 15 m (ns).

Le site présentant le plus fort LRFI est à nouveau le site de Cap Sicié Ouest PI, suivi par les sites de Frioul PI et Carry PI.

La sole pole (*Pegusa nasuta*), qui fait partie des espèces de poissons de récif de grande taille, a été recensée uniquement sur les sites d'herbier de Cap Sicié Ouest PI, Frioul PI et Carry PI.

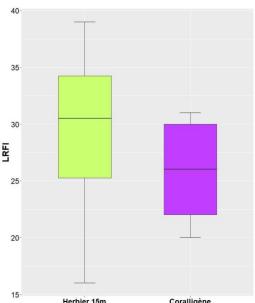


Figure 23 : Indicateur LRFI par habitat





Figure 25 : Sole Pegusa nasuta (©Laurent Ballesta, Andromède Océanologie)

#### IV.A.4. Indicateur crypto-benthique (CB)

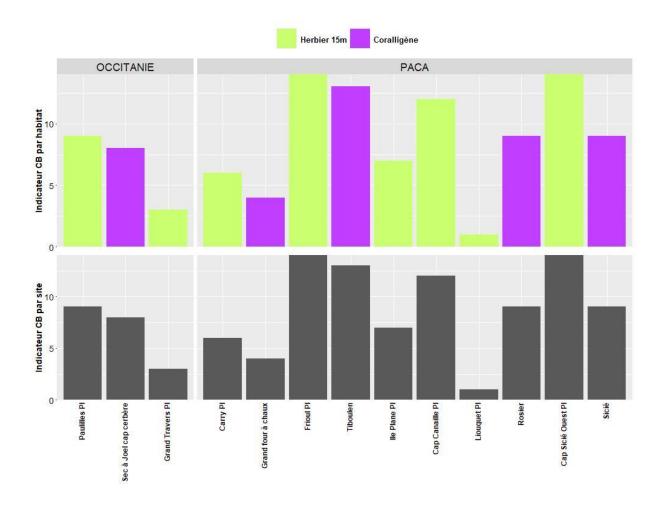


Figure 27 : Indicateur crypto-benthique par site et par habitat

L'indicateur crypto-benthique est variable en fonction des sites et des habitats et en moyenne plus élevé sur l'habitat Coralligène (ns).

Les sites présentant le plus fort indicateur crypto-benthique sont les sites d'herbier de Frioul PI et Cap Sicié Ouest PI.

Les espèces crypto-benthiques Gobie moucheté (*Gobius bucchichi*), Tripterygion rouge (*Tripterygion tripteronotum*) et Gobie zebré (*Zebrus zebrus*) ont été rencensées uniquement sur les sites d'herbier de Frioul PI et Cap Sicié Ouest PI.

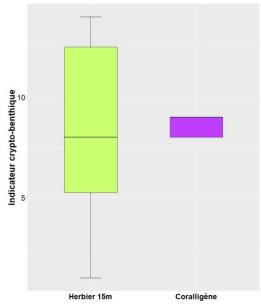


Figure 26 : Indicateur crypto-benthique par habitat



# IV.A.5. Indicateur liste rouge UICN

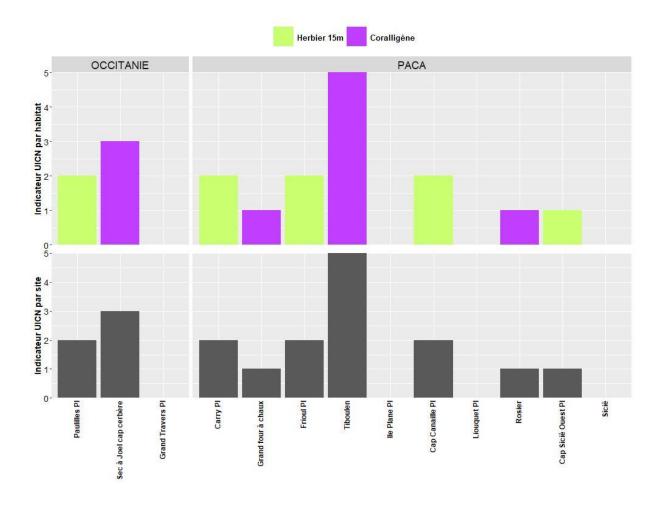


Figure 28 : Indicateur UICN par site et par habitat

L'indicateur UICN est assez homogène en fonction des sites et des habitats (ns).

Le site de coralligène de Tiboulen présente un indicateur UICN plus élevé que les autres. Il s'agit du **seul site où a été recensé en 2021 le requin renard** (*Alopias vulpinus*), classé sur la liste rouge de l'IUCN.

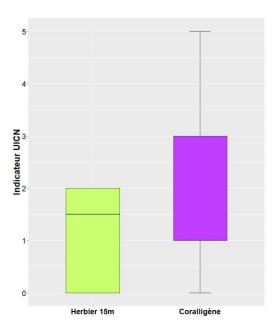


Figure 29 : Indicateur UICN par habitat



## IV.A.6. Indicateur non indigène

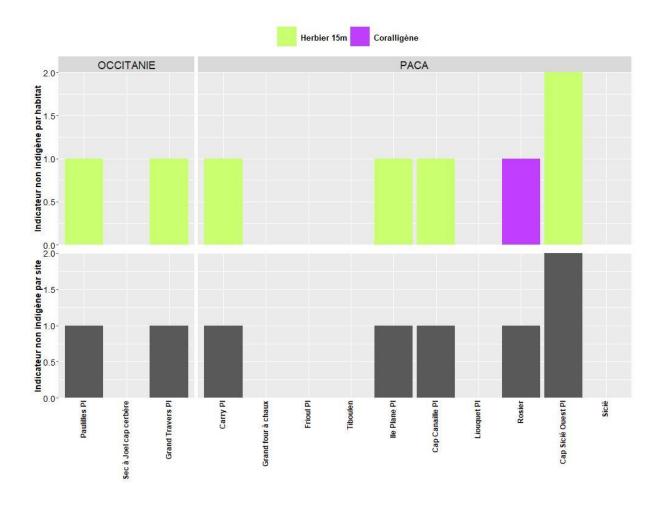


Figure 30 : Indicateur non indigène par site et par habitat

Les espèces non indigènes ont été recensées sur des sites d'herbier à 15 m, à l'exception du site coralligène Rosier. Il s'agit des espèces Blennie pilicorne (*Parablennius pilicornis*) et Sole du Sénégal (*Solea senegalensis*).



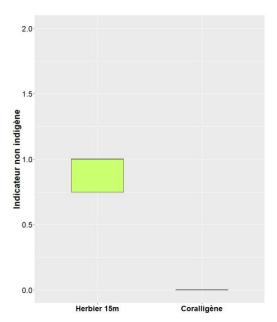


Figure 32 : Parablennius pilicornis à Galite (©Laurent Ballesta, Figure 31 : Indicateur non indigène par habitat Andromède Océanologie)



## IV.A.7. Indicateur thermique

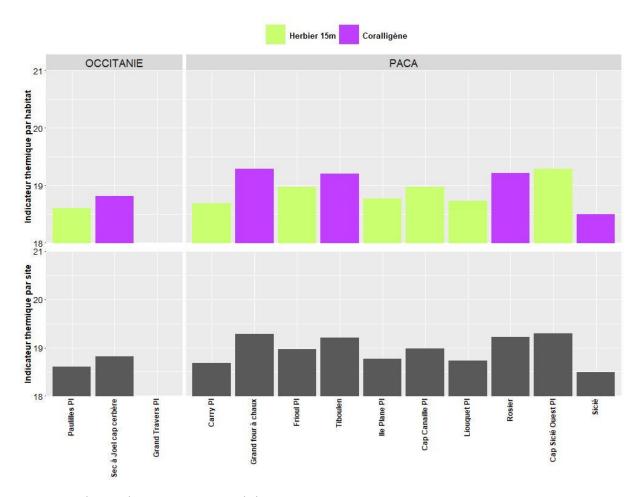


Figure 34 : Indicateur thermique par site et par habitat.

L'indicateur thermique est variable en fonction des sites et des habitats (ns)

On observe une variabilité légèrement plus grande pour cet indicateur au sein de l'habitat Coralligène, surement due à la plus grande variabilité de profondeur sur cet habitat.

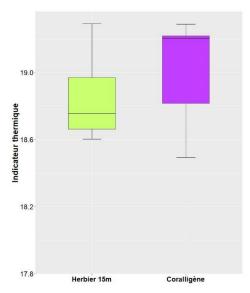


Figure 33 : Indicateur thermique par habitat

# IV.A.8. Tableau récapitulatif des indicateurs calculés

Tableau 40 : Synthèse des indicateurs calculés par site et comparaison régionale.

Région	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	Occitanie	PACA	PACA	Occitanie	PACA	Occitanie	PACA	PACA	
Code masse d'eau	FRDC07b	FRDC07f	FRDC05	FRDC06b	FRDC05	FRDC02f	FRDC07a	FRDC07c	FRDC01	FRDC07c	FRDC01	FRDC07f	FRDC06b	
Site	Cap Canaille PI	Cap Sicié Ouest PI	Carry PI	Frioul PI	Grand Four a Chaux	Grand Travers PI	lle Plane Pl	Liouquet PI	Paulilles PI	Rosier	Sec a joel cap cerbere	Sicié	Tiboulen	Échelle de comparaison Méditerranée Légende
Année	2021	2021	2021	2021	2021	2021	2021	2021	2021	2021	2021	2021	2021	
Habitat	Herbier 15m	Herbier 15m	Herbier 15m	Herbier 15m	Coralligène	Herbier 15m	Herbier 15m	Herbier 15m	Herbier 15m	Coralligène	Coralligène	Coralligène	Coralligène	
Richesse spécifique	50	56	45	50	28	28	39	19	41	44	38	33	50	24.38
Diversité fonctionelle	11	15	12	14	9	10	12	8	13		11	9	12	0 16 8.39
Indicateur LRFI	33	39	35	34	22	23	28	16	26		26	20	31	17.86
Indicateur Cryptobenthique	12	14	6	14	4	3	7	1	9	9	8	9	13	4.32
Indicateur thermique	18.98	19.29	18.68	18.97	19.29	17.87	18.77	18.73	18.6	19.22	18.81	18.49	19.2	0 23.58
Indicateur non indigène	1	2	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0.2
Indicateur UICN	2	1	2	2	1	0	0	0	2	1	3	0	5	1.15

# IV.B. Cartographie continue de la richesse spécifique

Une cartographie continue de la richesse spécifique est réalisée sur les masses d'eau échantillonnées. Cette cartographie est réalisée par krigeage en fonction de l'habitat (herbier vs coralligène) et de la profondeur. La cartographie obtenue est accessible sur la plateforme Medtrix sur le projet PISCIS.

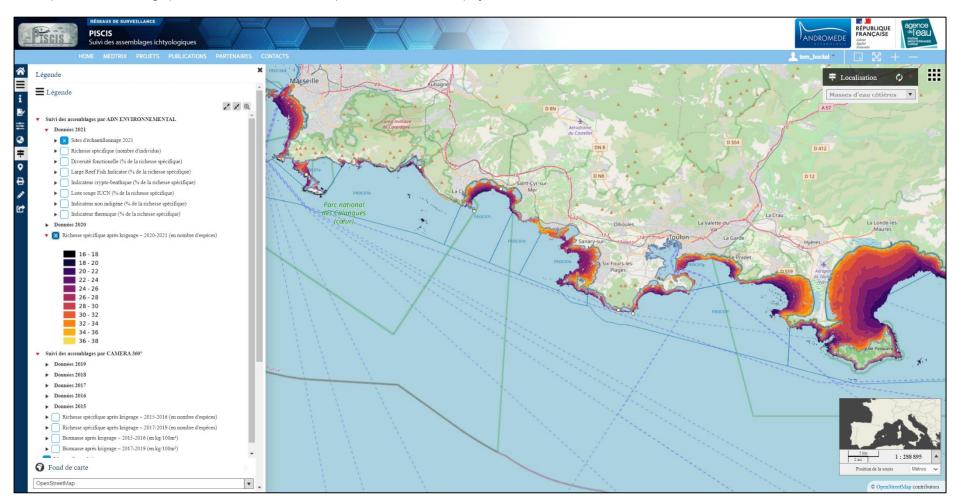


Figure 35 : Cartographie de la richesse spécifique par krigeage, 2020-2021

# V. Synthèse

Le lot 3 du marché de surveillance des populations de poissons par ADN environnemental (réseau PISCIS) de l'année 2021 a permis l'échantillonnage de 13 sites-habitat par ADN environnemental en région Occitanie et en région Sud (partie Ouest). Au total, 40 familles, 73 genres et 102 espèces différentes ont été détectés lors de cette campagne. Plusieurs indicateurs ont pu être calculés à différents niveaux : site, site-habitat, habitat. Pour la majorité des indicateurs, les sites d'herbier à 15 m présentent des valeurs similaires ou légèrement plus élevées que l'habitat coralligène, mais ces tendances sont non significatives.

**Deux espèces non indigènes** ont pu être détectées en 2021 et recensées en majorité sur les sites d'herbier à 15 m. Il s'agit des espèces *Parablennius pilicornis* et *Solea senegalensis*.

En 2021, le **requin renard** *Alopias Vulpinus* a été détecté pour la première fois sur les côte françaises par ADN environnemental sur le site de Coralligène de Tiboulen, au large de Marseille.

La majorité des espèces observées par les plongeurs ont bien été recensées par ADNe. Certaines espèces comme les picarels (*Spicara smaris*), les mendoles (*Spicara maena*), les mostelles (*Phycis phycis*), les murènes (*Muraena helena*), et les congres (*Conger conger*) ont cependant été observées par les plongeurs sur quelques stations et non détectées par ADNe. Cette comparaison fera l'objet d'une étude plus poussée par la suite dans le cadre du projet eREF (partenariat avec la société SPYGEN et l'université de Montpellier – UMR Marbec).

Le réseau PISCIS, avec des stations sur l'ensemble de la côte, réparties sur les deux habitats prioritaires que sont l'Herbier de posidonie et le Coralligène, représente une base solide pour un suivi à long terme des assemblages ichtyologiques de Méditerranée française. Elles complètent les données biologiques issues des réseaux de surveillance TEMPO et RECOR et fournissent des informations ponctuelles sur le fonctionnement de ces écosystèmes, c'est-à-dire sur les fonctions que ces écosystèmes assurent comme par exemple la fonction d'habitat. Pour les campagnes de surveillance 2021 à 2023, la méthode d'ADNe est privilégiée à la vidéo. Le calcul des indicateurs sera effectué sur un nombre important de points de surveillance, et à différents pas de temps. Ces nombreuses acquisitions de données prévues pour les années à venir sont très encourageants et laissent présager des résultats très intéressants à moyen terme vers une meilleure compréhension de la distribution des assemblages ichtyologiques en Méditerranée française, qui seront intégrés dans le prochain atlas de surveillance biologique.

Les données du réseau PISCIS permettront aussi de mettre à jour les grilles d'interprétation des différents indicateurs de l'état écologique du coralligène et de l'herbier développés pour l'atlas cartographique grâce à l'amélioration des connaissances et à l'acquisition de nouvelles données avec les campagnes postérieures à 2019. En effet, pour chaque indicateur nous avons réalisé un classement des valeurs en couvrant toute la distribution des valeurs observées pour cet indicateur sur l'ensemble des données de la surveillance. Le score attribué dépend donc de la distribution globale des valeurs sur toutes les données de surveillance.

# VI. Bancarisation des données de surveillance des populations de poissons

Tous les résultats du réseau PISCIS, initié en 2015, sont disponibles en ligne sur la plateforme MEDTRIX (réseau PISCIS, <a href="https://plateforme.medtrix.fr/">https://plateforme.medtrix.fr/</a>) avec :

- la localisation de l'ensemble de sites d'échantillonnage;
- les **principaux descripteurs** par site : pour les années 2015-2019 des indicateurs de biomasse sont présentés (analyse des caméras vidéos), pour les années 2020-2021 les descripteurs présentés dans le tableau 1 sont intégrés au projet.
- les **métadonnées** associées à chaque site (habitat, profondeur, méthode d'aquisition, date, observations diverses...)



Les données du lot3 du marché de surveillance sont donc intégrées au projet PISCIS sur MEDTRIX.

# VII. Bibliographie

Airoldi, L. (2003). The effects of sedimentation on rocky coast assemblages. Oceanography and Marine Biology: an Annual Review 41, 161–236.

Anderson, M. J. (2001). A new method for non-parametric multivariate analysis of variance: NON-PARAMETRIC MANOVA FOR ECOLOGY. Austral Ecology 26, 32–46. doi:10.1111/j.1442-9993.2001.01070.pp.x.

Ballesteros, E. (2006). Mediterranean coralligenous assemblages: a synthesis of present knowledge. Oceanography and Marine Biology: An Annual Review 44, 123–195.

Beijbom, O., Edmunds, P. J., Kline, D. I., Mitchell, B. G., and Kriegman, D. (2012). Automated annotation of coral reef survey images. in 2012 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR) (Providence, RI: IEEE), 1170–1177. doi:10.1109/CVPR.2012.6247798.

Bouchereau, J.-L., Tomasini, J. A., Russ, C., and Jouvenel, J. Y. (1992). Inventaire des poissons peuplant la réserve naturelle des îles Lavezzi. Travaux scientifiques du Parc naturel régional et des réserves naturelles de Corse, 1–11.

Bouchoucha, M., and Herve, G. (2013). Développement d'un indicateur poisson (DCSMM): programmation 2012.

Clarke, K. R., and Gorley, R. N. (2006). PRIMER v6: User Manual/Tutorial. Plymouth, UK: PRIMER-E.

Darling, E. S., Graham, N. A. J., Januchowski-Hartley, F. A., Nash, K. L., Pratchett, M. S., and Wilson, S. K. (2017). Relationships between structural complexity, coral traits, and reef fish assemblages. Coral Reefs 36, 561–575. doi:10.1007/s00338-017-1539-z.

Deter, J., Descamp, P., Ballesta, L., Boissery, P., and Holon, F. (2012a). A preliminary study toward an index based on coralligenous assemblages for the ecological status assessment of Mediterranean French coastal waters. Ecological Indicators 20, 345–352. doi:10.1016/j.ecolind.2012.03.001.

Deter, J., Descamp, P., Boissery, P., Ballesta, L., and Holon, F. (2012b). A rapid photographic method detects depth gradient in coralligenous assemblages. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 418–419, 75–82. doi:10.1016/j.jembe.2012.03.006.

Diaz, S., and Cabido, M. (2001). Vive la différence: plant functional diversity matters to ecosystem processes. Trends in Ecology & Evolution 16, 646–655. doi:10.1016/S0169-5347(01)02283-2.

Dufour, F., Guidetti, P., and Francour, P. (2007). Comparaison des inventaires de poissons dans les aires marines protégées de Méditerranée: influence de la surface et de l'ancienneté. Cybium 31, 19–31.

Ferrari, R., Bryson, M., Bridge, T., Hustache, J., Williams, S. B., Byrne, M., et al. (2016). Quantifying the response of structural complexity and community composition to environmental change in marine communities. Global Change Biology 22, 1965–1975. doi:10.1111/gcb.13197.

Francour, P., and Finelli, F. (1991). Complément à l'inventaire des poissons marins de la réserve de Scandola (Corse, Méditerranée nord-occidentale). Travaux scientifiques du Parc naturel régional et des réserves naturelles de Corse, 35–53.

Francour, P., and Harmelin, J. G. (1989). Inventaire de la faune ichtyologique marine de Port-Cros (Mediterranee occidentale). Scientific Reports of the Port Cros National Park (France). no. 14.

Froese, R. and Pauly, D. FishBase. World Wide Web electronic publication.

George, C. J., and Athanassiou, V. (1967). A two year study of the fishes appearing in the seine fishery of St George Bay, Lebanon. Annali Del Museo Civico Di Storia Naturale de Genova 76, 237–294.

Golani, D. (2000). First record of the bluespotted cornetfish from the Mediterranean Sea. Zootaxa 947 56, 1–90.

Golani, D. (2005). Checklist of the Mediterranean fishes of Israel. Zootaxa, 1–90.

Graham, N. A. J., Jennings, S., MacNeil, M. A., Mouillot, D., and Wilson, S. K. (2015). Predicting climate-driven regime shifts versus rebound potential in coral reefs. Nature 518, 94–97. doi:10.1038/nature14140.



Graham, N. A. J., and Nash, K. L. (2013). The importance of structural complexity in coral reef ecosystems. Coral Reefs 32, 315–326. doi:10.1007/s00338-012-0984-y.

Harmelin, J.-G. (1987). Structure and variability of the ichthyofauna in a Mediterranean protected rocky area(National Park of Port-Cros, France). Marine ecology. Berlin 8, 263–284.

Harmelin-Vivien, M. L., and Harmelin, J. G. (1975). Présentation d'une méthode d'évaluation in situ de la faune ichtyologique. Travaux scientifiques du Parc national de Port-Cros 1, 47–52.

Ifremer (2019). MARS 3D: Model for Applications at Regrional Scale. Available at: http://tds1.ifremer.fr/thredds/dodsC/MARC-MENOR1200-MARS3D\_F2\_SN-FOR\_FULL\_TIME\_SERIE.html [Accessed October 28, 2019].

Johnson, M. P., Frost, N. J., Mosley, M. W. J., Roberts, M. F., and Hawkins, S. J. (2003). The area-independent effects of habitat complexity on biodiversity vary between regions. Ecol Letters 6, 126–132. doi:10.1046/j.1461-0248.2003.00404.x.

Kemker, R., McClure, M., Abitino, A., Hayes, T. L., and Kanan, C. (2018). Measuring Catastrophic Forgetting in Neural Networks. in AAAI Conference on Artificial Intelligence, 9.

Kipson, S., Fourt, M., Teixidó, N., Cebrian, E., Casas, E., Ballesteros, E., et al. (2011). Rapid Biodiversity Assessment and Monitoring Method for Highly Diverse Benthic Communities: A Case Study of Mediterranean Coralligenous Outcrops. PLoS ONE 6, e27103. doi:10.1371/journal.pone.0027103.

Kovalenko, K. E., Thomaz, S. M., and Warfe, D. M. (2012). Habitat complexity: approaches and future directions. Hydrobiologia 685, 1–17. doi:10.1007/s10750-011-0974-z.

Lenfant, P., Dalias, N., Pastor, J., and Saragoni, G. (2008). Suivi temporel du peuplement ichtyque au sein et à proximité de la Réserve Naturelle Marine de Cerbère-Banyuls. UMR 5244 CNRS-EPHE-UPVD.

Liebovitch, L. S., and Toth, T. (1989). A fast algorithm to determine fractal dimensions by box counting. Physics Letters A 141, 386–390. doi:10.1016/0375-9601(89)90854-2.

Lobry, J., Lepage, M., and Girardin, M. (2006). L'échantillonnage de la diversité piscicole en estuaires: stratégie et représentativité dans le contexte de la Directive cadre européenne sur l'eau. Ingénieries-EAT, p-3.

Magurran, A. E. (2004). Measuring biological diversity. Malden, Ma: Blackwell Pub.

Malak, D. A., Livingstone, S. R., Pollard, D., Polidoro, B. A., Cuttelod, A., Bariche, M., et al. (2012). Aperçu du statut de conservation des poissons marins présents en mer Méditerranée. IUCN Gland, Suisse et Málaga, Espagne.

Mouchet, M., Guilhaumon, F., Villéger, S., Mason, N. W. H., Tomasini, J.-A., and Mouillot, D. (2008). Towards a consensus for calculating dendrogram-based functional diversity indices. Oikos 117, 794–800. doi:10.1111/j.0030-1299.2008.16594.x.

Mouillot, D., Albouy, C., Guilhaumon, F., Ben Rais Lasram, F., Coll, M., Devictor, V., et al. (2011). Protected and threatened components of fish biodiversity in the Mediterranean sea. Current biology: CB 21, 1044–50. doi:10.1016/j.cub.2011.05.005.

Myers, N., Mittermeier, R. a., Mittermeier, C. G., da Fonseca, G. a. B., and Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature 403, 853–858. doi:10.1038/35002501.

Piazzi, L., Atzori, F., Cadoni, N., Cinti, M. F., Frau, F., and Ceccherelli, G. (2018). Benthic mucilage blooms threaten coralligenous reefs. Marine Environmental Research 140, 145–151. doi:10.1016/j.marenvres.2018.06.011.

Price, D. M., Robert, K., Callaway, A., Lo lacono, C., Hall, R. A., and Huvenne, V. A. I. (2019). Using 3D photogrammetry from ROV video to quantify cold-water coral reef structural complexity and investigate its influence on biodiversity and community assemblage. Coral Reefs 38, 1007–1021. doi:10.1007/s00338-019-01827-3.

Quignard, J. P., and Tomasini, J. A. (2000). Mediterranean fish biodiversity. Biol. Mar. Medit 7, 1–66.

R Core Team (2020). R: A Language and Environment for Statistical Computing. Available at: http://www.R-project.org/.

Sale, P. F., and Douglas, W. A. (1981). Precision and accuracy of visual census technique for fish assemblages on coral patch reefs. Environmental Biology of Fishes 6, 333–339.



Sartoretto, S., Schohn, T., Bianchi, C. N., Morri, C., Garrabou, J., Ballesteros, E., et al. (2017). An integrated method to evaluate and monitor the conservation state of coralligenous habitats: The INDEX-COR approach. Marine Pollution Bulletin 120, 222–231. doi:10.1016/j.marpolbul.2017.05.020.

Sartoretto, S., Verlaque, M., and Laborel, J. (1996). Age of settlement and accumulation rate of submarine "coralligène" (10 to -60m) of the northwestern Mediterranean Sea; relation to Holocene rise in sea level. Marine Geology 130, 317–331.

Seytre, C., and Francour, P. (2008). Is the Cape Roux marine protected area (Saint-Raphaël, Mediterranean Sea) an efficient tool to sustain artisanal fisheries? First indications from visual censuses and trammel net sampling. Aquatic Living Resources 21, 297–305.

Tzeng, E., Hoffman, J., Saenko, K., and Darrell, T. (2017). Adversarial Discriminative Domain Adaptation. in 2017 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR) (Honolulu, HI: IEEE), 2962–2971. doi:10.1109/CVPR.2017.316.

Valisano, L., Palma, M., Pantaleo, U., Calcinai, B., and Cerrano, C. (2019). Characterization of North–Western Mediterranean coralligenous assemblages by video surveys and evaluation of their structural complexity. Marine Pollution Bulletin 148, 134–148. doi:https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.07.012.

Willis, S. C., Winemiller, K. O., and Lopez-Fernandez, H. (2005). Habitat structural complexity and morphological diversity of fish assemblages in a Neotropical floodplain river. Oecologia 142, 284–295. doi:10.1007/s00442-004-1723-z.



## VIII. Annexes

# VIII.A. Annexe 1 : Liste de l'ensemble des espèces observées en 2021 par ADNe

Famille	Genre	Espece
Alopiidae	Alopias	vulpinus
Alopiidae	Isurus	oxyrinchus
Apogonidae	Apogon	imberbis
Belonidae	Belone	belone
Belonidae	Cololabis	saira
Blenniidae	Blennius	ocellaris
Blenniidae	Lipophrys	trigloides
Blenniidae	Parablennius	gattorugine
Blenniidae	Parablennius	incognitus
Blenniidae	Parablennius	pilicornis
Blenniidae	Parablennius	rouxi
Bothidae	Bothus	podas
Carangidae	Seriola	dumerili
Cepolidae	Cepola	macrophthalma
Citharidae	Citharus	linguatula
Clupeidae	Sardina	pilchardus
Clupeidae	Sardinella	aurita
Engraulidae	Engraulis	encrasicolus
Gadidae	Trisopterus	capelanus
Gaidropsaridae	Gaidropsarus	mediterraneus
Gobiesocidae	Lepadogaster	candolii
Gobiesocidae	Lepadogaster	lepadogaster
Gobiidae	Aphia	minuta
Gobiidae	Buenia	affinis
Gobiidae	Corcyrogobius	liechtensteini
Gobiidae	Crystallogobius	linearis
Gobiidae	Gammogobius	steinitzi
Gobiidae	Gobius	niger
Gobiidae	Gobius	cruentatus
Gobiidae	Gobius	ater
Gobiidae	Gobius	xanthocephalus
Gobiidae	Gobius	bucchichi
Gobiidae	Gobius	geniporus
Gobiidae	Lebetus	guilleti
Gobiidae	Lesueurigobius	suerii
Gobiidae	Lesueurigobius	friesii
Gobiidae	Odondebuenia	balearica
Gobiidae	Pseudaphya	ferreri
Gobiidae	Zebrus	zebrus
Istiophoridae	Istiophorus	albicans
Labridae	Coris	julis



Sparidae	Sarpa	salpa
Sparidae	Sparus	aurata
Sparidae	Spondyliosoma	cantharus
Sphyraenidae	Sphyraena	viridensis
Sphyraenidae	Sphyraena	sphyraena
Syngnathidae	Hippocampus	guttulatus
Syngnathidae	Nerophis	maculatus
Syngnathidae	Syngnathus	acus
Torpedinidae	Torpedo	marmorata
Trachinidae	Trachinus	draco
Triglidae	Chelidonichthys	lucernus
Tripterygiidae	Tripterygion	delaisi
Tripterygiidae	Tripterygion	melanurum
Tripterygiidae	Tripterygion	tripteronotum
Uranoscopidae	Uranoscopus	scaber

#### VIII.B.Annexe 2 : Fichiers de bancarisation

#### Notice descriptive des fichiers de bancarisation – lot3

Deux fichiers Excel de bancarisation des données sont fournis avec ce rapport 2021 : un pour l'ensemble des indicateurs et des caractéristiques de chaque site, et un pour les listes d'espèces par site et la liste d'espèce totale. La description de chaque champ est présentée dans les tables suivantes, elle est aussi ajoutée dans un onglet « infos » de chaque fichier Excel.

#### bancarisation\_piscis\_2021.xlsx

Champs	Description
	Longitude (WGS84, Degrés minutes
wgs84_coord_x_dd	décimales)
wgs84_coord_y_dd	Latitude (WGS84, Degrés minutes décimales)
	Longitude (WGS84, Degrés minutes
wgs84_coord_x_dmd	décimales)
wgs84_coord_y_dmd	Latitude (WGS84, Degrés minutes décimales)
region	Région
waterbody	Masse d'eau
year	Année de suivi
date	Date de terrain
site	Nom du site
station	Nom de la station
station_code	Code de la station
depth	Profondeur (mètres)
Diversité spécifique	
Diversité fonctionelle	
Large Reef Fish Indicator	
Indicateur Cryptobenthique	
Indicateur UICN	
Indicateur Trophique	
Indicateur Non Indigène	
Indicateur Thermique	
Auteur	Auteur de la table



# > listes\_especes\_piscis\_2021.xlsx

Les listes d'espèces sont fournies avec un site par onglet plus un onglet tous\_sites.

Champs
Famille
Genre
Espèce