



Étude de la Fréquentation et de l'Impact de la Plongée par Acoustique (EFIPAC)

Données de fréquentation des sites de plongée et impacts de l'activité sur les sites





Contexte de l'étude

2011 : Mise en œuvre de la Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (**DCSMM**) et élaboration de « Plans d'Actions pour le Milieu Marin » (**PAMM**) pour chacune des quatre sous-régions marines de France, dont la Méditerranée occidentale

Depuis 2015 : Elaboration d'une **stratégie de gestion durable des sites de plongée sous-marine sur la façade Méditerranée**

2019 : Appel à projet (AAP) de l'Office Français de la Biodiversité (OFB) et de la Direction Interrégionale de la Mer Méditerranée (DIRM)

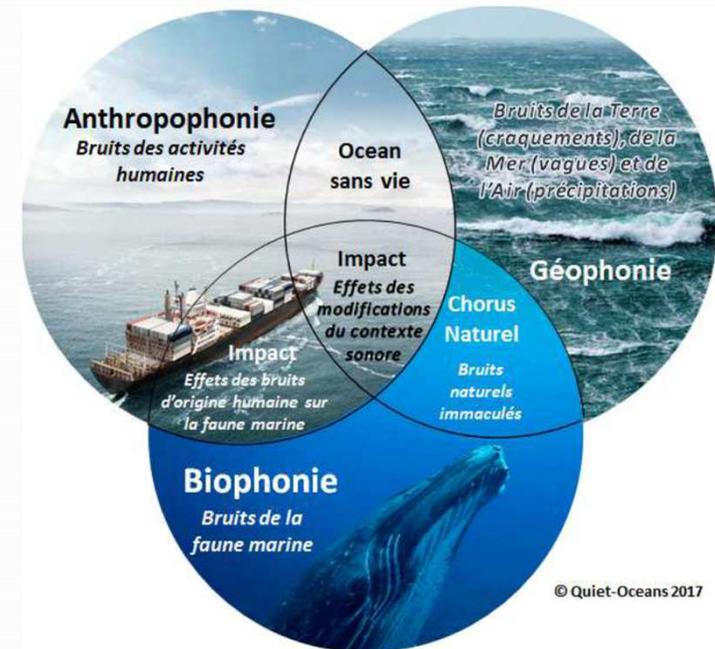


Objectifs de l'étude



Etudier l'impact des activités de plongée sur les habitats et la faune sous-marine du site étudié au travers des méthodes acoustiques

- **Caractériser le bruit d'un plongeur**
- **Caractériser le bruit ambiant**
- **Analyser l'activité biologique avant, pendant et après des événements de plongée sur une période significative de 8 jours**
- **Définir le scénario de l'activité de plongée**
- **Modéliser des scénarios et impacts potentiels sur la faune marine**
- **Emettre des recommandations**



Partenariat



SEANEO, conseil et services en environnement littoral et marin, en aquaculture et pêche

Plongée sous-marine :

- Encadrement du stage relatif à « Impact et gestion de la plongée sous-marine dans les Aires Marines Protégées de Méditerranée »
- Guide MedPAN sur la gestion et le suivi de la plongée dans les Aires Marines Protégées de Méditerranée (2006 - 2007), en collaboration avec la Réserve Naturelle Marine de Cerbère-Banyuls
- Suivi à long terme de l'impact potentiel de la plongée sous-marine sur les peuplements d'invertébrés benthiques (2007 - 2011), et l'étude du comportement des plongeurs sous-marins (2014 - 2015) au sein de la Réserve Naturelle Marine de Cerbère-Banyuls

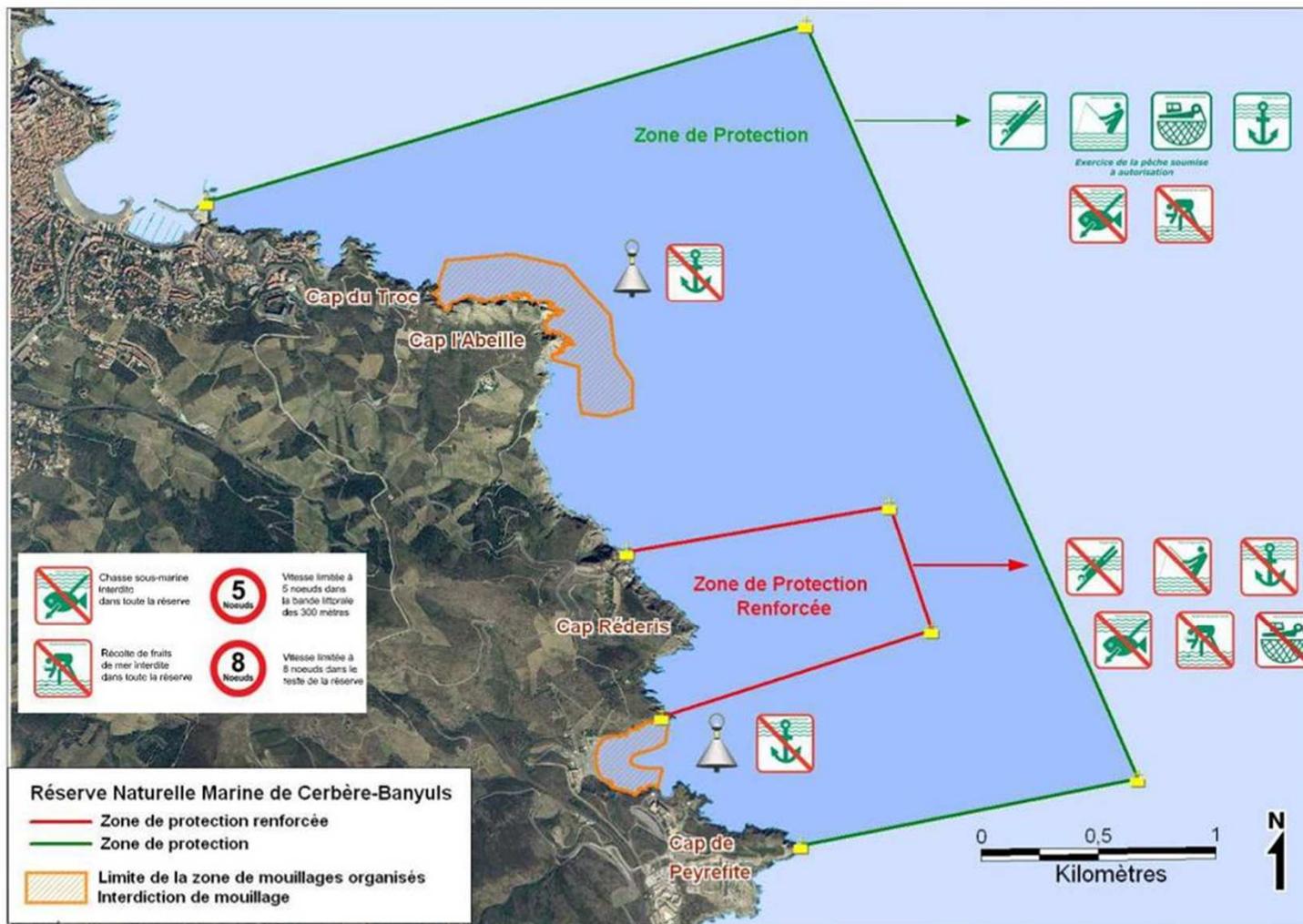
QUIET OCEANS, spécialiste de l'acoustique sous-marine

Expertise :

- Préviation du bruit sous-marin
- Evaluation des risques
- Services de conseil pour réduire l'impact du bruit sur la biodiversité



Partenariat

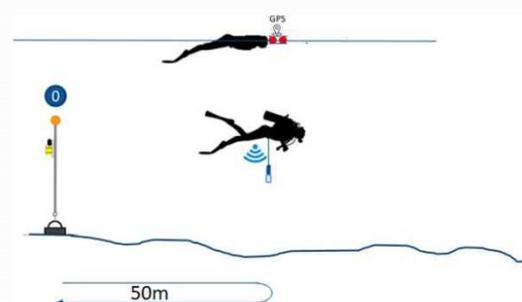
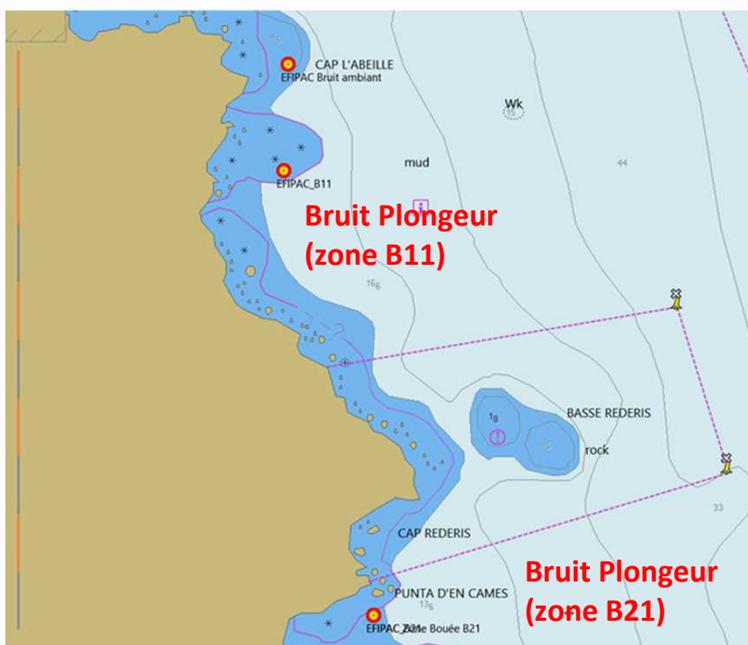


Méthodologie

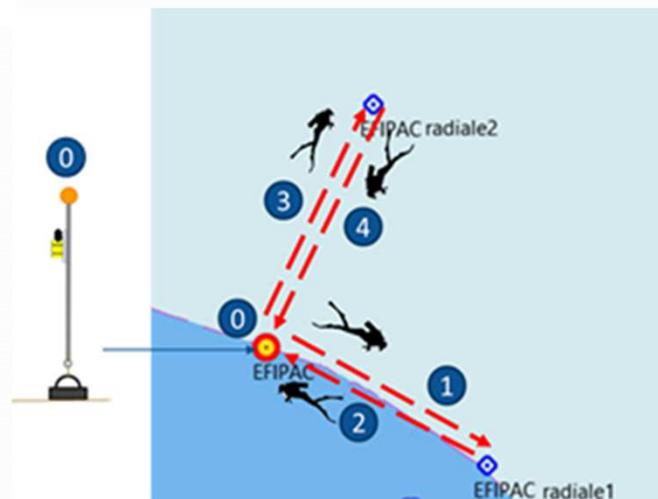


Mesures de la signature acoustique d'un plongeur

- ✓ Campagne spécifique sur le bruit des plongeurs (bouées B11 et B21) => Journée du 07/07/2020



Vue transversale



Vue de dessus

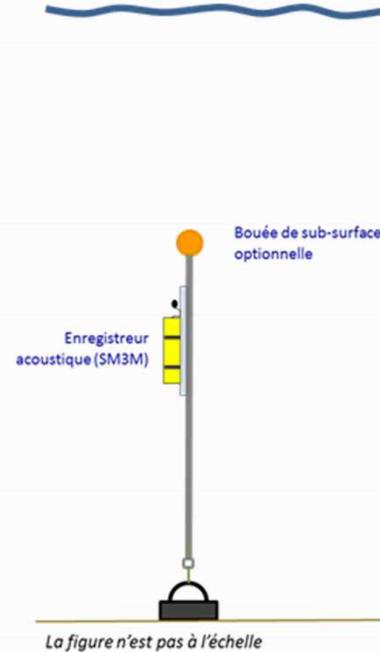
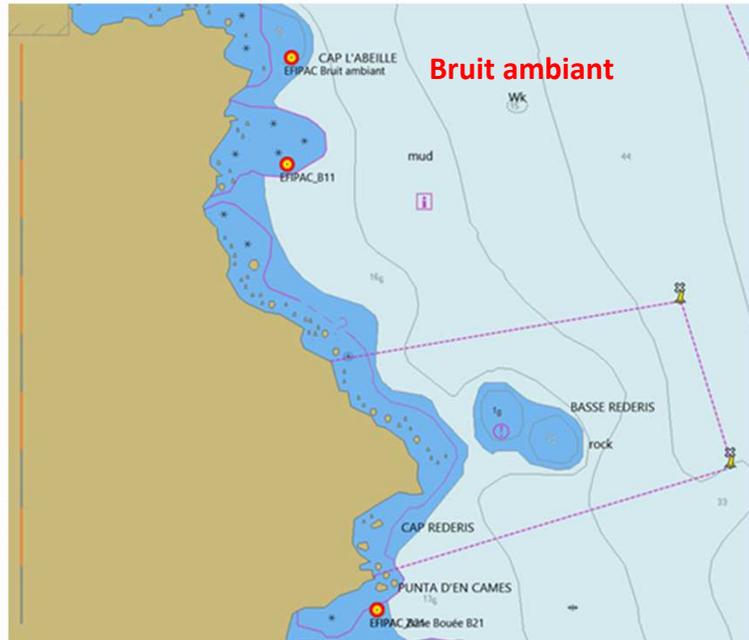


Méthodologie



Caractérisation du bruit ambiant sur site

- ✓ Campagne spécifique sur le bruit ambiant (Cap Abeille) => Du 07/07/2020 au 10/08/2020



Méthodologie



Modélisation d'une activité de plongée

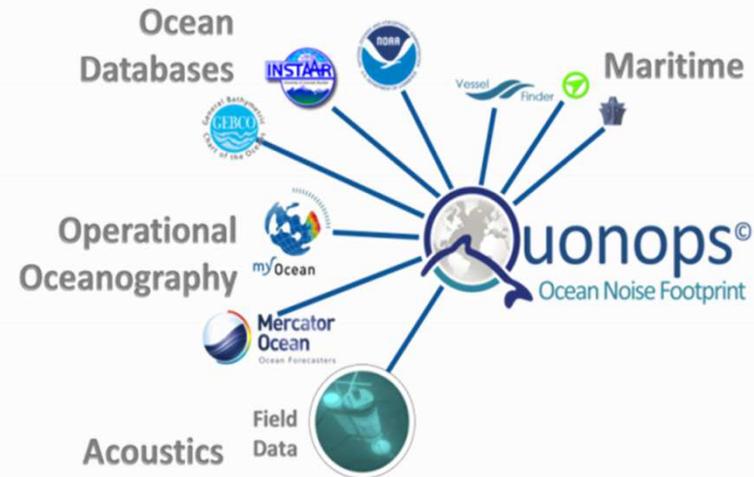
- ✓ A partir des gabarits acoustiques précis et fiables issus des étapes précédentes : modélisation par Quonops®

Données environnementales en temps réel

+ Informations humaines en temps réel

+ Mesures acoustiques en temps réel

= Champs acoustiques sous-marins tridimensionnels

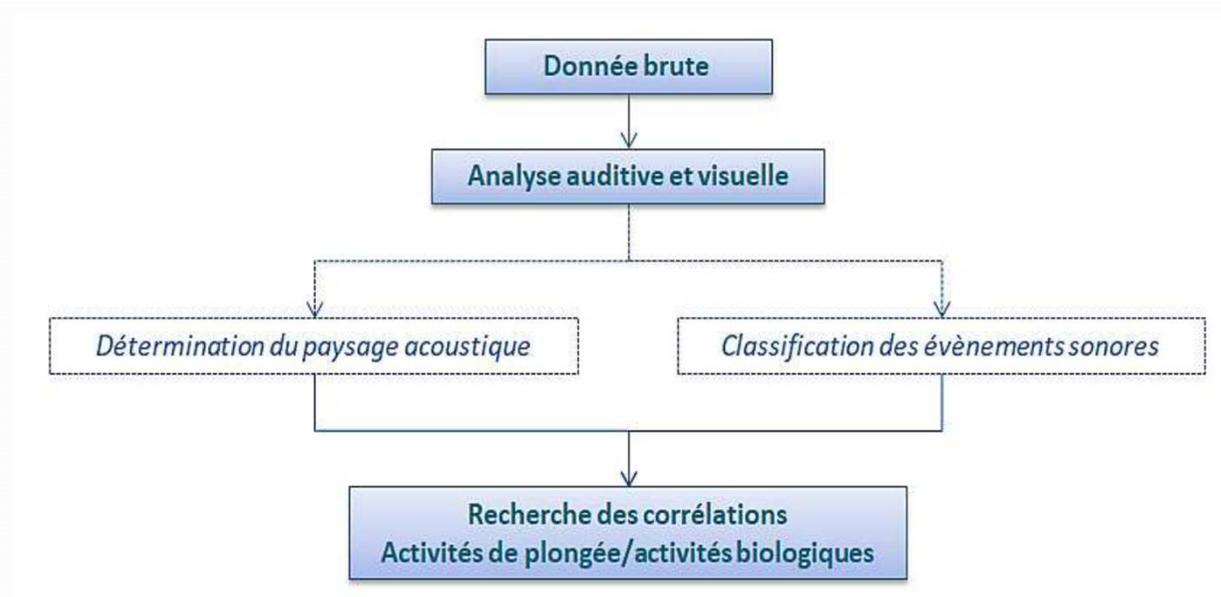


Méthodologie



Analyse de l'effet du bruit des plongeurs sur la faune marine

- ✓ La procédure d'analyse mise en œuvre consiste à étudier auditivement et visuellement les enregistrements entre le 29 juillet et 5 août 2020
- ✓ Ce travail est effectué par un opérateur spécialiste en bioacoustique



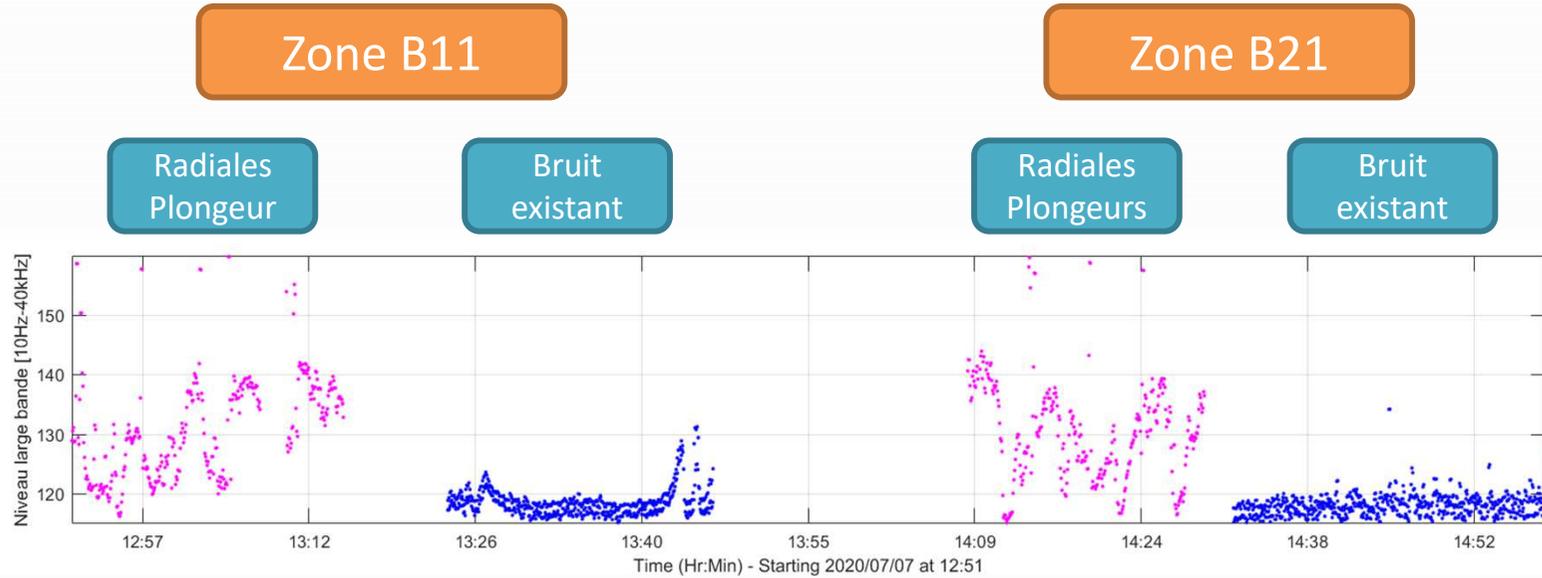
Procédure générale appliquée pour l'analyse et l'interprétation du bruit des plongeurs sur la faune marine

Résultats

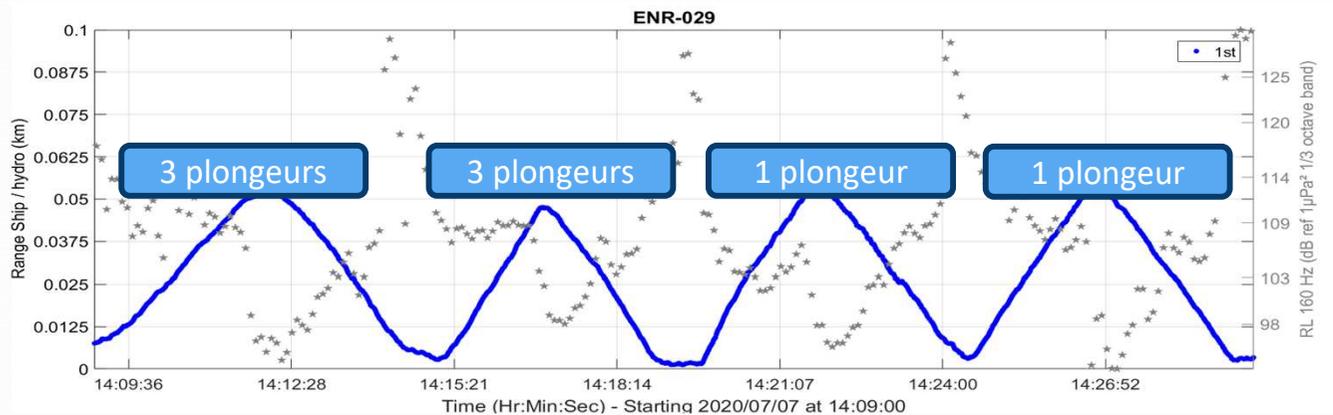


Mesures de la signature acoustique d'un plongeur

Niveau sonore reçu sur l'enregistreur fixe



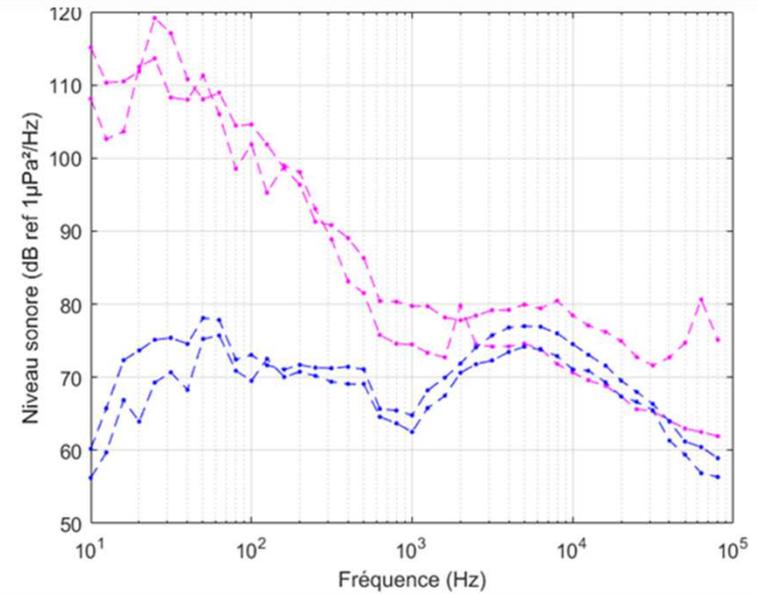
Parcours du plongeur et niveau sonore reçu par l'hydrophone fixé à 1 mètre du plongeur de référence



Résultats

Mesures de la signature acoustique d'un plongeur

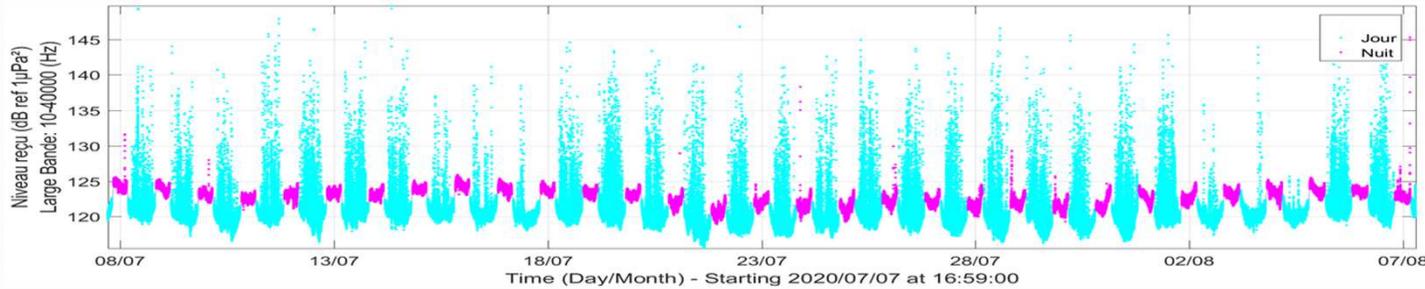
- ✓ Perception jusqu'à ~ 50 m
- ✓ Etablissement du bruit émis par un plongeur
- ✓ Niveau sonore $\sim 134 \pm 2$ dB ref $1\mu\text{Pa}^2@1$ m



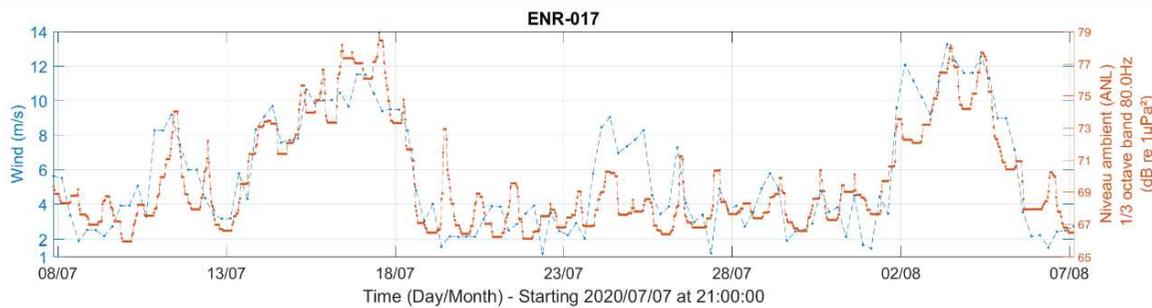
Résultats



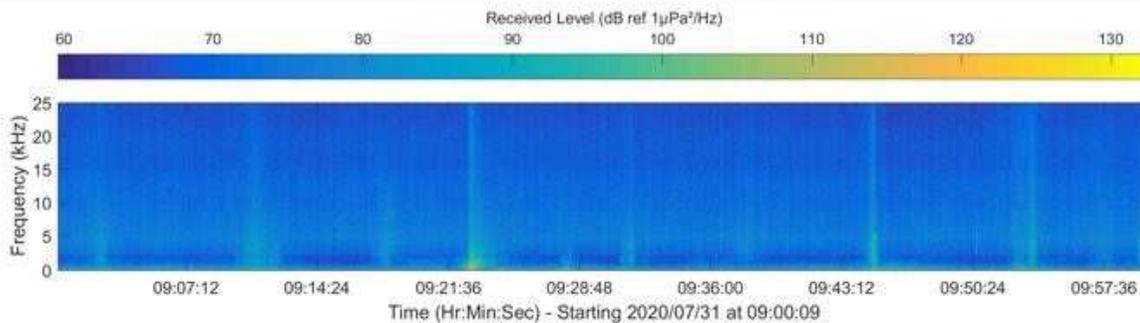
Caractérisation du bruit ambiant sur site



**Niveau sonore large bande
(de 10 Hz à 40 kHz)**



**Niveau sonore permanent et
vitesse du vent**



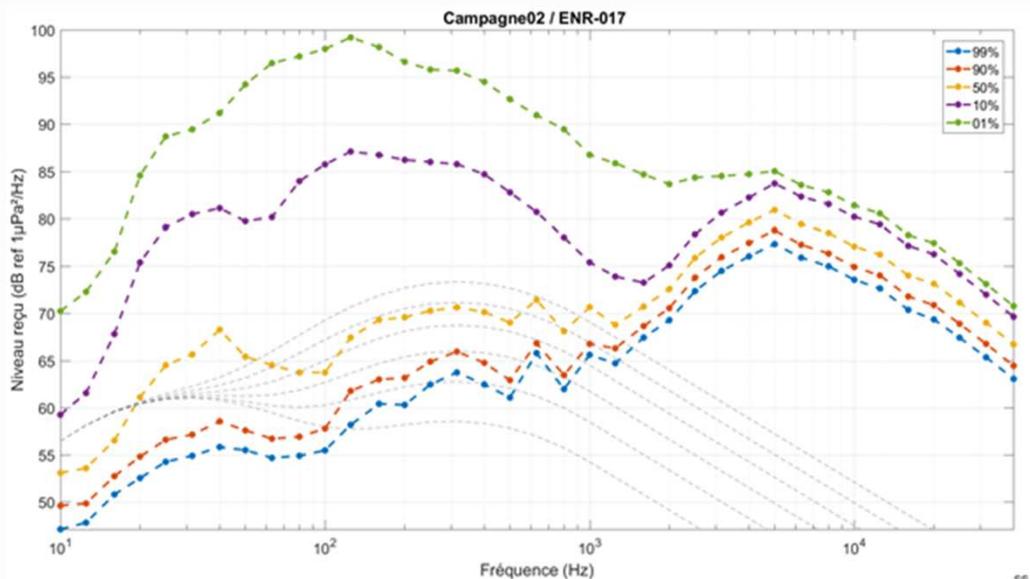
**Spectrogramme illustrant les
passages réguliers des
embarcations**

Résultats



Caractérisation du bruit ambiant sur site

- ✓ 32 jours de mesures en continu
- ✓ Niveau sonore médian de 121,1 dB ref $1\mu\text{Pa}^2$
- ✓ Niveau sonore maximum de 149,8 dB ref $1\mu\text{Pa}^2$
- ✓ Niveau sonore minimum de 115,5 dB ref $1\mu\text{Pa}^2$
- ✓ Augmentation du niveau sonore durant les périodes nocturnes de +2,8 dB
- ✓ Forte dépendance entre bruit permanent et intensité du vent
- ✓ Forte contribution des activités benthiques



Répartition statistique du spectre des niveaux sonores perçus (en gris bruit environnemental prédit par le modèle de Wenz)

Résultats

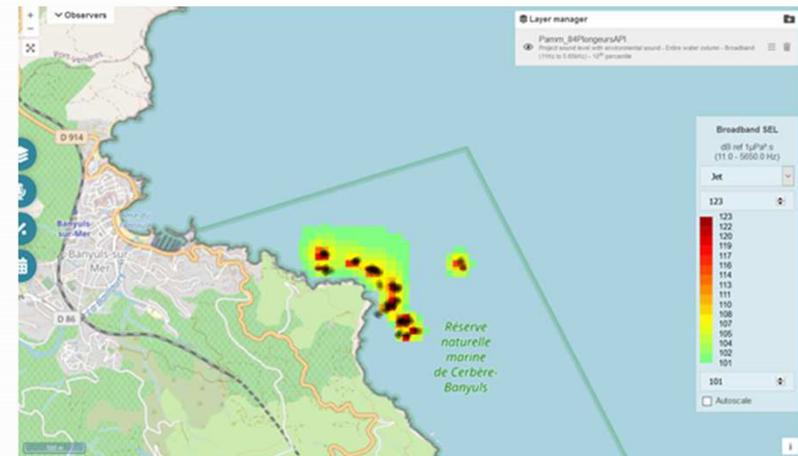
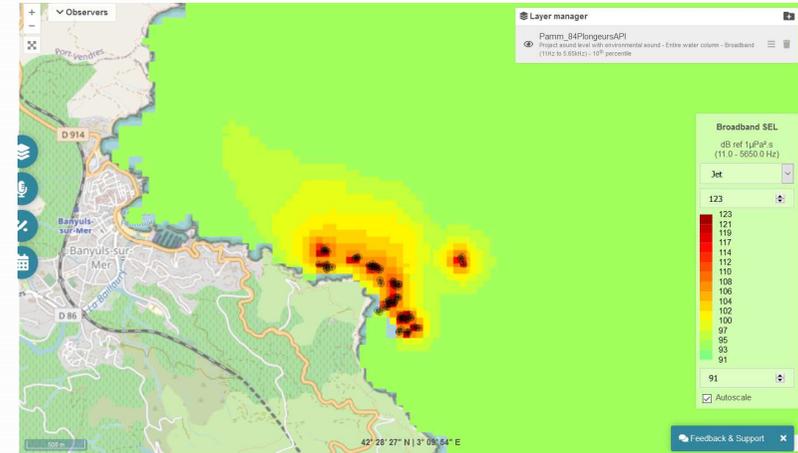


Modélisation d'une activité de plongée

Scénario :

- ✓ Plongée en simultané
- ✓ Référence : chaque bouée de mouillage
- ✓ Distance palanquée / bouée mouillage = 100 m
- ✓ Direction : secteur entre NE (45°) et E (90°)
- ✓ Palanquée de plongeurs : entre 2 et 6
- ✓ Distance entre plongeurs de la palanquée : entre 1 et 30 m
- ✓ Date : 15/08/2020 ;
- ✓ 84 plongeurs

Cartographie du bruit médian total (ensemble de toutes les composantes dont l'activité de plongée)



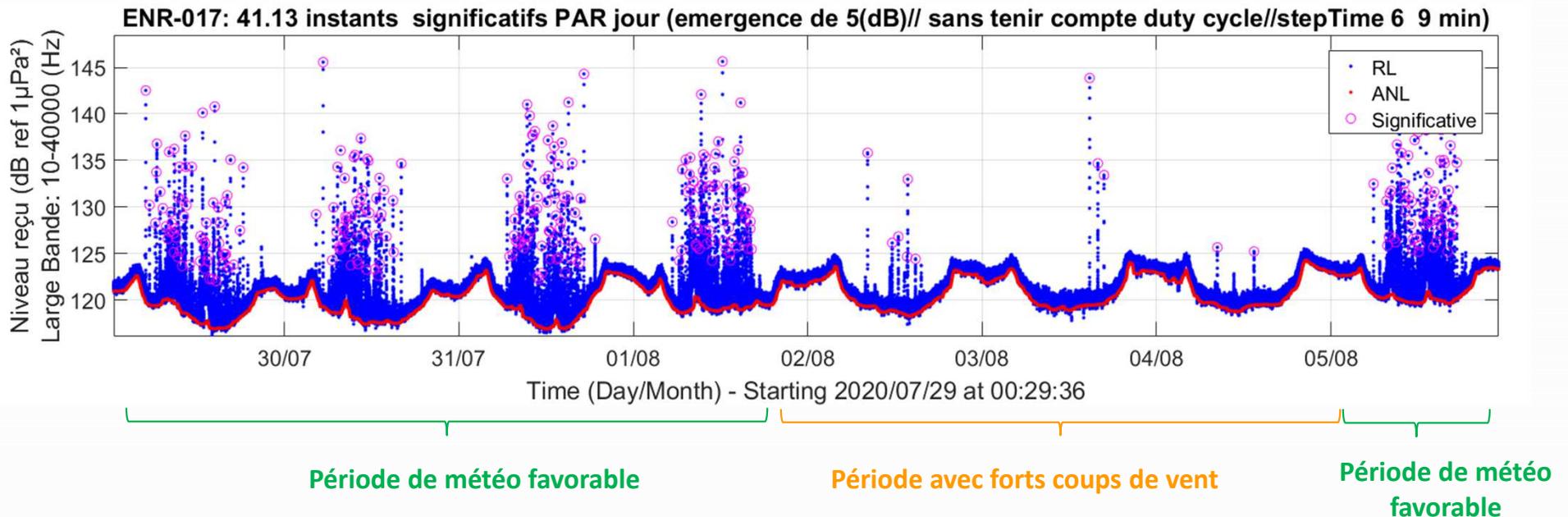
Cartographie de l'empreinte sonore de l'activité de plongée en comparaison au bruit existant

Résultats

Analyse de l'effet du bruit des plongeurs sur la faune marine

➤ Période du 29/07/2020 au 05/08/2020

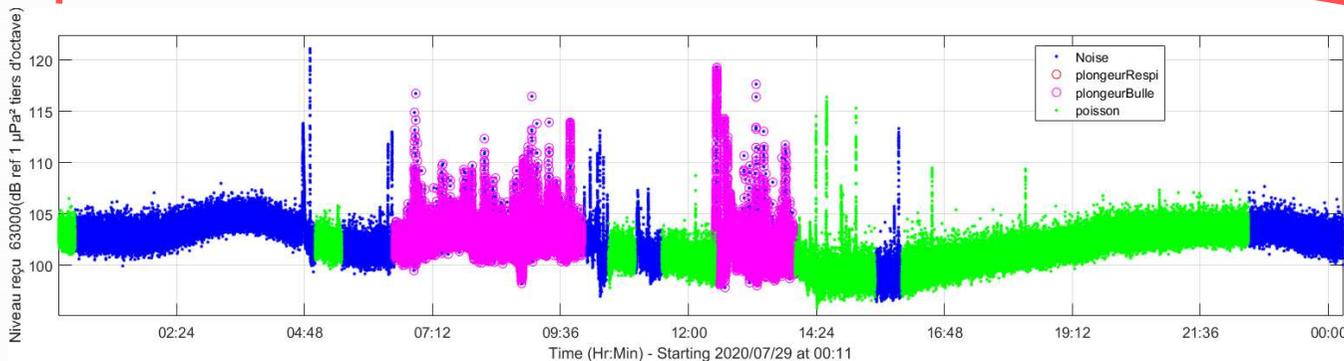
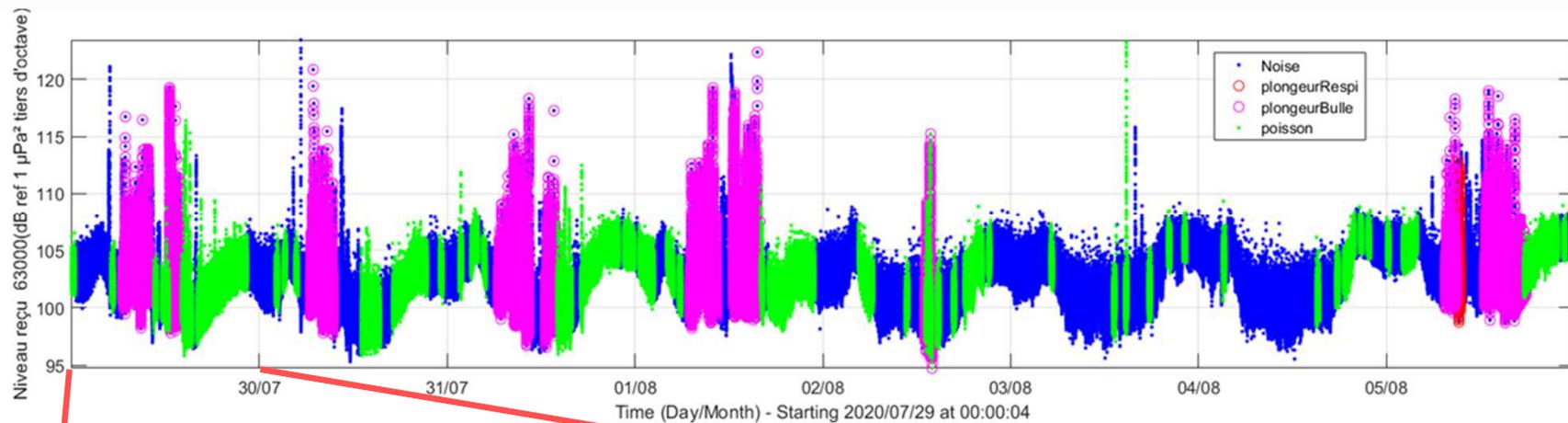
- Météo favorable : fréquentation dite "normale" du site par les plongeurs et les activités biologiques
- Météo défavorable : baisse significative des passages de navires et supposition absence de plongée
- Transition jour / nuit



Résultats

Analyse de l'effet du bruit des plongeurs sur la faune marine

Zoom sur l'activité biologique et les activités de plongée en période de météo favorable



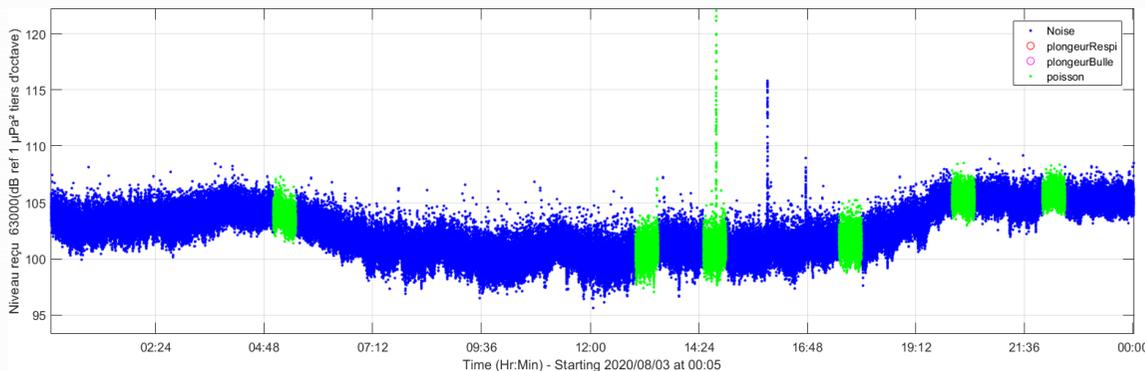
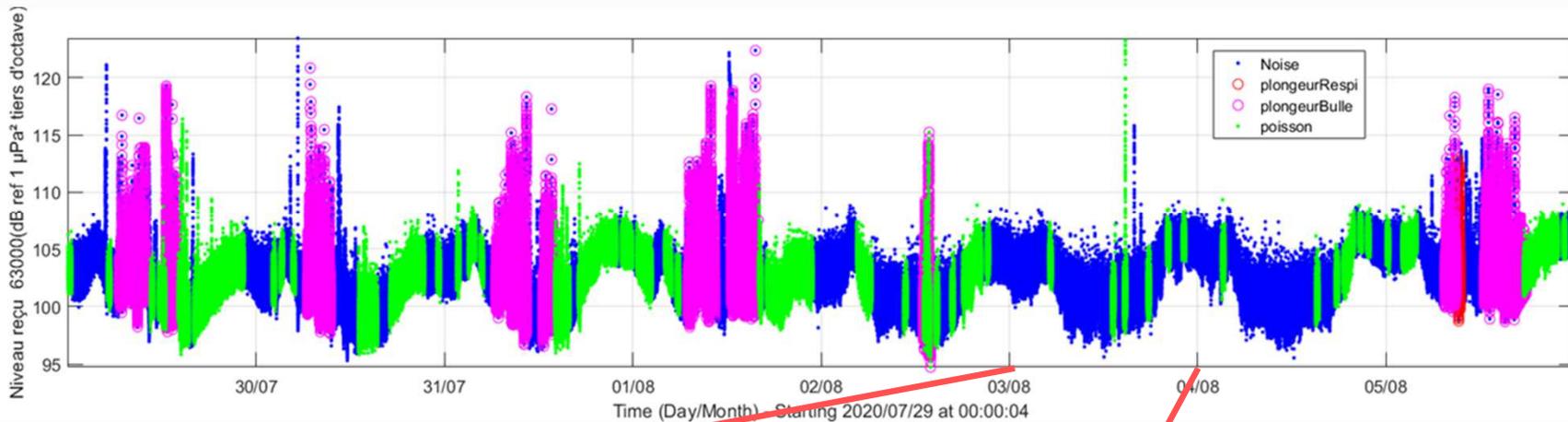
=> Absence systématique de signatures acoustiques des poissons en présence des bruits associés aux plongeurs (respiration)

Résultats



Analyse de l'effet du bruit des plongeurs sur la faune marine

Zoom sur l'activité biologique et les activités de plongée en **période de météo défavorable**



=> Présence moindre de signatures acoustiques de poissons en période de météo défavorable (absence d'activités de plongée)

Résultats



Analyse de l'effet du bruit des plongeurs sur la faune marine

Activités biologiques		Benthos	Corb <i>Sciaena umbra</i>	Mérou brun <i>Epinephelus marginatus</i>	Espèce indéterminée n°1 (signaux de type « downsweep ») ¹	Espèce indéterminée n°2 (train de signaux impulsifs BF) ¹
Nombre de périodes de détections / 8 jours ²		Omniprésence	378 périodes	20 périodes	7 périodes	4 périodes
Activités de plongée (2 créneaux horaires / jours lorsque la météo est favorable)	En dehors	Avant	Oui Détections fréquentes au lever du soleil donc bien avant les plongeurs, MAIS 29/07, 01/08 et 02/08 => quelques détections entre 30 min et 02h juste avant les activités de plongée	Oui Détections nocturnes uniquement	Oui Détections nocturnes uniquement	Oui Détections nocturnes uniquement
		Après	Oui Détections fréquentes en fin de journée / coucher du soleil donc bien après les plongeurs MAIS 31/07 et 01/08 => détections juste après les activités de plongée (14h UTC); et 05/08 => détection juste après la plongée (17h30 UTC)			
	Pendant	Oui Erratique Présence simultanée les 02 et 05 août 2020 (13h à 14h00 UTC et 17h30 à 18h00 UTC respectivement). Sur ces journées, les activités de plongée sont courtes et peu intenses (signaux de faible intensité).	Non	Non	Non	
Durant le trafic induit		Oui	Oui	Oui	Non	Non
Météo	Favorable	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
	Défavorable (absence d'activités de plongée)	Oui	Erratique	Non	Non	Erratique
Jour		Oui	Oui Moindre densité par rapport aux signaux observés aux transitions jours / nuits	Non	Non	Non
Nuit		Oui Intensité plus importante que le jour	Oui Entre 20h et 02h30 UTC	Oui Entre 20h30 et 03h30 UTC	Oui Entre 00h et 03h30 UTC	Oui Entre 22h30 et 00h UTC
Transition jour / nuit		Non	Oui Lever (03h à 06h UTC) et coucher du soleil (16h à 19h30 UTC)	Non	Non	Non

^[1] Très peu de périodes de détection entre le 29 juillet et 05 août 2020, il est donc difficile d'établir une éventuelle corrélation entre ces espèces et les activités de plongée

^[2] Une période de détection correspond à l'observation visuelle d'un ou plusieurs signaux dans un enregistrement de 30 minutes

Conclusions



- ✓ Niveau sonore émis par le plongeur : 134 dB \pm 2 ref 1 μ Pa²@1m :
 - Pas de distinction 1 ou 3 plongeurs
 - Perception jusqu'à ~ 50 m
 - Equivalent à un navire de 10 m à 5 nœuds (modèle de RANDI)

- ✓ Niveau de bruit ambiant compris entre 115 et 150 dB ref 1 μ Pa² avec valeur médiane de 121 dB ref 1 μ Pa² :
 - Forte contribution des activités benthiques
 - Passages réguliers de petits navires (30% du temps diurne)
 - Aucun bruit anthropique la nuit
 - Accroissement du bruit benthique la nuit (+2,8 dB)

- ✓ Analyse de l'activité biologique :
 - Omniprésence du benthos
 - Absence fréquente de signatures acoustiques de poissons durant les activités de plongée par météo favorable
 - Présence acoustique de poissons moindre par météo défavorable (absence de plongeurs sur site)
 - Le corb est l'espèce de poisson la plus observée sur site, présence régulière aux transitions jour / nuit

- ✓ **Recommandations**

Réaliser une campagne spécifique de mesures avant la saison de plongée en période de météo favorable afin de caractériser les périodes préférentielles d'émission sonore des poissons dans une journée = > Confirmer ou infirmer l'absence de signatures acoustiques des poissons en présence du bruit des plongeurs



Merci pour votre attention

