

Mémoire

Auteur : Cool, Pauline

Promoteur(s) : Parmentier, Eric

Faculté : Faculté des Sciences

Diplôme : Master en océanographie, à finalité approfondie

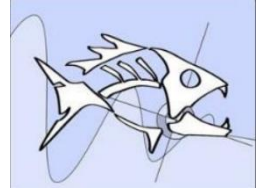
Année académique : 2023-2024

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/21003>

Avertissement à l'attention des usagers :

Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.

Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.



Université de Liège, Faculté des Sciences
Laboratoire de Morphologie Fonctionnelle et Evolutive

**Comparaison de la communication acoustique
chez deux espèces de *Dascyllus* (Pomacentridae) :
D. carneus et *D. reticulatus***



Mémoire de fin d'études présenté par **Pauline Cool** en vue
de l'obtention du titre de Master en Océanographie

Promoteur : Pr. Éric Parmentier

Encadrante : Salomé Laboury

Année 2023-2024

Conformément aux règles imposées à la rédaction, ce mémoire ne doit pas dépasser 50 pages, rédigées en Times 12 ou équivalent

Remerciements

Je voudrais tout d'abord remercier le professeur Éric Parmentier de m'avoir accueillie au sein du Laboratoire de Morphologie Fonctionnelle et Evolutive. Merci pour ses conseils et son aide tout au long de ce mémoire.

Je tiens à remercier particulièrement Salomé Laboury, pour son encadrement attentif durant tout ce mémoire. Merci de m'avoir proposé ce sujet de mémoire si intéressant. Merci également pour ses conseils, son aide précieuse et sa disponibilité constante qui ont été essentiels à la réalisation de ce travail.

Merci également à mes collègues et ami.e.s d'océanographie et au occupant.e.s du local mémorants. Merci d'avoir enrichi de par votre présence ces deux dernières années.

Merci aux discopains de Bruxelles, d'avoir rendu ces années à l'ULB si mémorables.

Merci également à Emmeline et Anaïs, mes amies de toujours. Merci pour votre soutien inconditionnel, vous avez été source constante de motivation et de réconfort.

Enfin et surtout, merci à mes parents pour leur soutien indéfectible et leur aide précieuse tout au long de mes études. Merci pour les innombrables relectures et les discussions qui ont enrichi ce travail. Un merci particulier à Nathan pour avoir relu avec soin mes nombreux emails.

Résumé

Les *Dascyllus* (Pomacentridae) sont connus pour leur communication acoustique, particulièrement *D. abudafur*, *D. alibisella*, *D. aruanus*, *D. flavicaudus* et *D. trimaculatus*. En plus de la production sonore, les *Dascyllus* réalisent également des démonstrations visuelles. La production sonore a été mise en évidence lors de six comportements différents. Les sons produits varient en fonction de ces différents comportements. Ce travail avait pour but de caractériser et de comparer la production de sons en milieu naturel chez deux espèces de *Dascyllus* : *D. carneus* et *D. reticulatus*. Cette étude s'est faite sur base d'analyses d'enregistrements vidéo. *D. carneus* et *D. reticulatus* ont été observés réalisant des sons lors de quatre comportements : le signal jump, la chasse conspécifique, la chasse hétérospécifique et le combat hétérospécifique. Des changements de couleur ont également été observés chez ces deux espèces. Les résultats ont montré que les sons se distinguent en fonction des comportements pour *D. carneus*. Chez cette espèce, les types de sons diffèrent par la durée du son, le nombre de pulsations, la durée de pulsation et la fréquence dominante. Ce n'est pas le cas pour *D. reticulatus*, ce qui laisse supposer une importance particulière de la modalité visuelle pour cette espèce. Les résultats montrent également que les sons produits lors du signal jump et de la chasse hétérospécifique sont similaires entre *D. carneus* et *D. reticulatus*. Cependant, les sons émis pendant la chasse conspécifique diffèrent entre les deux espèces. En ce qui concerne la communication visuelle, *D. carneus* et *D. reticulatus* réalisent le même signal jump mais se distinguent par leurs changements de coloration.

Abstract

Dascyllus (Pomacentridae) are known for their acoustic communication, particularly *D. abudafur*, *D. alibisella*, *D. aruanus*, *D. flavicaudus* and *D. trimaculatus*. In addition to sound production, *Dascyllus* also perform visual display. Sound production was demonstrated during six different behaviors. The sounds produced varied according to these different behaviors. This study aimed to characterize and compare sound production in the wild in two *Dascyllus* species: *D. carneus* and *D. reticulatus*. The study was based on the analysis of video recordings. *D. carneus* and *D. reticulatus* made sounds during four behaviors: signal jump, conspecific chase, heterospecific chase and heterospecific fighting. Color changes were also observed in both species. The results showed that *D. carneus* sounds differ according to behavior. In this species, sound types differ in sound duration, number of pulses, pulse duration and dominant frequency. This is not the case for *D. reticulatus*, suggesting a particular importance of the visual modality for this species. The results also show that the sounds produced during signal jump and heterospecific chase are similar between *D. carneus* and *D. reticulatus*. However, the sounds produced during conspecific chase differ between the two species. Regarding visual communication, *D. carneus* and *D. reticulatus* perform the same signal jump but differ in their coloration changes.

Table des matières

1. Introduction.....	1
1.1 Communication animale.....	1
1.2 Communication acoustique chez les téléostéens.....	1
1.3 Les Pomacentridae.....	2
1.4 Les <i>Dascyllus</i>	2
1.5 Espèces étudiées.....	4
1.5.1 <i>Dascyllus reticulatus</i>	4
1.5.2 <i>Dascyllus carneus</i>	6
1.6 Communication acoustique chez les Pomacentridae	7
1.7 Communication acoustique chez les <i>Dascyllus</i>	8
1.8 Objectifs du mémoire.....	10
2. Matériel et méthodes.....	11
2.1 Récolte de données.....	11
2.1.1 Lieux et périodes.....	11
2.1.2 Enregistrements.....	12
2.2 Analyse des données.....	12
2.2.1 Analyse des vidéos.....	12
2.2.2 Analyses des enregistrements audios.....	13
2.2.3 Analyses statistiques.....	14
3. Résultats.....	15
3.1 Types de sons.....	15
3.1.1 <i>Dascyllus reticulatus</i>	15
3.1.2 <i>Dascyllus carneus</i>	20
3.2 Comparaison des sons associés aux différents comportements.....	24
3.2.1 <i>Dascyllus reticulatus</i>	24
3.2.2 <i>Dascyllus carneus</i>	27
3.3 Comparaison entre <i>Dascyllus carneus</i> et <i>Dascyllus reticulatus</i>	29
4. Discussion.....	32
4.1 Types de sons.....	32
4.2 Comparaison des sons associés aux différents comportements.....	32
4.2.1 <i>Dascyllus reticulatus</i>	32

4.2.2 <i>Dascyllus carneus</i>	34
4.3 Comparaison entre <i>Dascyllus carneus</i> et <i>Dascyllus reticulatus</i>	36
5. Conclusion	37
6. Bibliographie	38
7. Annexes	46

Table des figures

FIG. 1 arbre phylogénétique des <i>Dascyllus</i> et des complexes associés aux différentes espèces.....	3
FIG. 2 aires de répartition de quatre espèces du complexe <i>reticulatus</i>	4
FIG. 3 arbre phylogénétique de <i>Dascyllus carneus</i> , <i>Dascyllus flavicaudus</i> et <i>Dascyllus reticulatus</i> A et B.....	5
FIG. 4 photographie de <i>Dascyllus reticulatus</i>	5
FIG. 5 photographies de <i>Dascyllus carneus</i> . (1) phénotype de l’Océan Indien ouest, (2) phénotype des Maldives, de la Thaïlande, des îles Seribu et de la mer de Java.....	6
FIG. 6 représentation schématique du mécanisme de production sonore chez <i>Amphirion clarkii</i>	8
FIG. 7 représentation schématique des comportements associés à la production sonore chez <i>Dascyllus flavicaudus</i>	9
Tableau 1 Comportement où la production de sons a été observée chez <i>Dascyllus abudafur</i> , <i>Dascyllus albisella</i> , <i>Dascyllus aruanus</i> , <i>Dascyllus flavicaudus</i> , et <i>Dascyllus trimaculatus</i>	10
FIG. 8 localisation des zones d’étude aux Seychelles et aux Philippines.....	11
FIG. 9 oscillogramme d’un son à trois pulsations produit par <i>Dascyllus reticulatus</i> avec les différents paramètres mesurés.....	13
FIG. 10 spectre de puissance d’un son produit par <i>Dascyllus reticulatus</i> avec mesure de la fréquence dominante.....	13
FIG. 11 oscillogramme d’un son de signal jump chez <i>Dascyllus reticulatus</i>	15
FIG. 12 spectre de puissance d’un son de signal jump produit par <i>Dascyllus reticulatus</i>	16
FIG. 13 changement de couleur chez <i>Dascyllus reticulatus</i>	16
Code QR 1 vidéo du signal jump de <i>Dascyllus reticulatus</i>	16
FIG.14 schématisation du mouvement de signal jump chez <i>Dascyllus reticulatus</i>	16
FIG. 15 oscillogramme d’un son d’une chasse conspécifique produit par <i>Dascyllus reticulatus</i>	17
FIG. 16 spectre de puissance d’un son d’une chasse conspécifique produit par <i>Dascyllus reticulatus</i>	17
Code QR 2 vidéo de la chasse conspécifique de <i>Dascyllus reticulatus</i>	17
FIG. 17 oscillogramme d’un son d’une chasse hétérospécifique produit par <i>Dascyllus reticulatus</i>	18

FIG. 18 spectre de puissance d'un son de chasse hétérospécifique produit par <i>Dascyllus reticulatus</i>	18
Code QR 3 vidéo de la chasse hétérospécifique de <i>Dascyllus reticulatus</i>	18
FIG. 19 oscillogramme d'un son d'un combat conspécifique produit par <i>Dascyllus reticulatus</i>	19
FIG. 20 spectre de puissance d'un son de combat conspécifique produit par <i>Dascyllus reticulatus</i>	19
Code QR 4 vidéo du combat conspécifique de <i>Dascyllus reticulatus</i>	19
FIG. 21 oscillogramme d'un son de signal jump produit par <i>Dascyllus carneus</i>	20
FIG. 22 spectre de puissance d'un son de signal jump produit par <i>Dascyllus carneus</i>	20
Code QR 5 vidéo du signal jump de <i>Dascyllus carneus</i>	21
FIG. 23 changement de couleur chez <i>Dascyllus carneus</i>	21
FIG. 24 schématisation du mouvement de signal jump de <i>Dascyllus carneus</i>	21
FIG. 25 oscillogramme d'un son de chasse conspécifique produit par <i>Dascyllus carneus</i>	21
FIG. 26 spectre de puissance d'un son de chasse conspécifique produit par <i>Dascyllus carneus</i>	22
Code QR 6 vidéo de la chasse conspécifique de <i>Dascyllus carneus</i>	22
FIG. 27 oscillogramme d'un son de chasse hétérospécifique produit par <i>Dascyllus carneus</i> ..	22
FIG. 28 spectre de puissance d'un son de chasse hétérospécifique produit par <i>Dascyllus carneus</i>	23
Code QR 7 vidéo de la chasse hétérospécifique de <i>Dascyllus carneus</i>	23
FIG. 29 oscillogramme d'un son de combat conspécifique produit par <i>Dascyllus carneus</i>	23
FIG. 30 spectre de puissance d'un son de combat conspécifique produit par <i>Dascyllus carneus</i>	24
Code QR 8 vidéo du combat conspécifique de <i>Dascyllus carneus</i>	24
FIG. 31 comparaison de la durée du son (en s) en fonction des comportements de <i>Dascyllus reticulatus</i>	25
FIG. 32 comparaison du nombre de pulsations en fonction des comportements de <i>Dascyllus reticulatus</i>	25
FIG. 33 comparaison de la durée d'une pulsation (en s) en fonction des comportements de <i>Dascyllus reticulatus</i>	25
FIG. 34 comparaison de la durée d'inter-pulsation (en s) en fonction des comportements de <i>Dascyllus reticulatus</i>	26

FIG. 35 nuage de points de PC1 par rapport à PC2, d'après l'ACP des six paramètres acoustiques des sons associées aux quatre comportements de <i>Dascyllus reticulatus</i>	26
FIG. 36 comparaison de la durée du son (en s) en fonction des comportements de <i>Dascyllus carneus</i>	27
FIG. 37 comparaison du nombre de pulsations en fonction des comportements de <i>Dascyllus carneus</i>	28
FIG. 38 comparaison de la durée d'une pulsation (en s) en fonction des comportements de <i>Dascyllus carneus</i>	28
FIG. 39 comparaison de la fréquence dominante (en Hz) en fonction des comportements de <i>Dascyllus carneus</i>	28
FIG. 40 nuage de points de PC1 par rapport à PC2, d'après l'ACP des six paramètres acoustiques des sons associées aux trois comportements de <i>Dascyllus carneus</i>	29
FIG. 41 nuage de points de PC1 par rapport à PC2, d'après l'ACP des six paramètres acoustiques des sons associées aux signal jumps de <i>Dascyllus carneus</i> et <i>Dascyllus reticulatus</i>	30
FIG. 42 nuage de points de PC1 par rapport à PC2, d'après l'ACP des six paramètres acoustiques des sons associées à la chasse conspécifique de <i>Dascyllus carneus</i> et <i>Dascyllus reticulatus</i>	30
FIG. 43 nuage de points de PC1 par rapport à PC2, d'après l'ACP des six paramètres acoustiques des sons associées à la chasse hétérospécifique de <i>Dascyllus carneus</i> et <i>Dascyllus reticulatus</i>	32

1. Introduction

1.1 Communication animale

Dans la communication, un organisme, l'émetteur, émet un signal dans le but d'obtenir une réponse bénéfique, comme un changement de comportement, d'un autre organisme, le récepteur (Bradbury & Vehrencamp, 2011b; Kaplan, 2014; Myrberg, 1981). La communication peut être conspécifique, entre individus de la même espèce, ou hétérospécifique, entre individus d'espèces différentes (Bradbury & Vehrencamp, 2011b; Myrberg, 1981). Il existe différents types de signaux qui peuvent être de nature visuelle, acoustique, chimique, électrique ou tactile (Bradbury & Vehrencamp, 2011a; Helfman et al., 2009).

La communication acoustique a été étudiée chez de nombreux taxons, comme les mammifères (Boughman & Moss, 2003; Dent et al., 2018; Hasiniaina et al., 2020; Janik, 2009; Quam et al., 2017), les insectes (Hedwig, 2014; Manisha et al., 2023), les oiseaux (Boughman & Moss, 2003; Kroodsma & Miller, 1996), les crocodiles (Colafrancesco & Gridi-Papp, 2016), les amphibiens (Colafrancesco & Gridi-Papp, 2016; Narins & Feng, 2006; Zelick et al., 1999) ou encore les poissons (Ladich, 2015; Myrberg et al., 1978; Webb et al., 2008; Zelick et al., 1999).

1.2 Communication acoustique chez les téléostéens

Les téléostéens ont développé différents mécanismes de production de sons. Les principales méthodes de production sonore sont la stridulation et la vibration de la vessie natatoire (Fine & Parmentier, 2015). La vessie natatoire peut être mise en vibration par la contraction de muscles entourant la vessie ou connectés à des structures squelettiques en relation avec celle-ci (Au & Hastings, 2008a; Fine & Parmentier, 2015; Ladich, 2004; Webb et al., 2008b). La stridulation consiste à frotter deux éléments osseux l'un contre l'autre (Au & Hastings, 2008a; Fine & Parmentier, 2015; Ladich, 2004; Webb et al., 2008b). Cela peut se produire de différentes manières : certains poissons font grincer les unes contre les autres les dents de leurs mâchoires pharyngiennes, d'autres frottent des pièces de leurs nageoires pectorales contre la ceinture scapulaire par exemple (Au & Hastings, 2008a; Fine & Parmentier, 2015; Webb et al., 2008b).

Ces sons sont utilisés dans divers contextes comportementaux. Ils peuvent être émis de manière volontaire lors d'interactions agonistiques comme la compétition pour un partenaire,

la protection du territoire ou encore de la défense de la nourriture (Amorim et al., 2015; Au & Hastings, 2008b; Ladich, 1997; Ladich & Myrberg, 2006). Des sons peuvent également être produits lors de la reproduction, pendant la parade nuptiale ou lors de la synchronisation de l'émission des gamètes au moment de l'accouplement (Amorim, 2023; Amorim et al., 2015; Au & Hastings, 2008a; Ladich & Myrberg, 2006).

1.3 Les Pomacentridae

Les Pomacentridae, ou poissons-demoiselles, sont une famille de téléostéens comprenant 433 espèces qui se répartissent dans les eaux tropicales et tempérées du globe avec une plus grande diversité au niveau de l'Indo Pacifique (Eschmeyer et al., 2024; Frédérick & Parmentier, 2016b; Tang et al., 2021). Les espèces tropicales vivent associées aux récifs coralliens (Frédérick & Parmentier, 2016b; Tang et al., 2021). La plupart des poissons-demoiselles se nourrissent de plancton, d'algues et/ou d'invertébrés benthiques (Frédérick & Parmentier, 2016b; Tang et al., 2021).

Les Pomacentridae présentent une grande diversité de comportements d'accouplement, de stratégies de reproduction et de structures sociales (Frédérick & Parmentier, 2016b). Ils sont tous ovipares et pondent généralement des œufs qui adhèrent au substrat où ils sont protégés par les mâles jusqu'à leur éclosion (Frédérick & Parmentier, 2016b). Les larves passent ensuite par une phase pélagique avant de revenir coloniser le récif (Lecchini et al., 2016; Tang et al., 2021).

1.4 Les *Dascyllus*

Au sein des Pomacentridae, les *Dascyllus* font partie de la sous-famille des Chrominae (McCord et al., 2021; Tang et al., 2021). Ces poissons se distinguent des autres chromines par la forme orbitale distinctive de leur corps (Tang et al., 2021). Sur la base de leur morphologie, leur distribution et leur coloration, les onze espèces de ce genre ont d'abord été réparties en trois complexes : *aruanus*, *reticulatus* et *trimaculatus* (Eschmeyer et al., 2024; Godwin, 1995; McCafferty et al., 2002; Tang et al., 2021). La validité de ces complexes, en particulier pour *reticulatus*, pourrait être remise en question suite aux dernières études phylogénétiques. En

effet, les poissons du complexe *reticulatus* ne semblent pas former un groupe monophylétique, mais l'appellation « complexe *reticulatus* » reste utilisée dans la littérature (Fig. 1). Ce genre est largement répandu dans l'Indo-Pacifique (Frédérich & Parmentier, 2016b; McCafferty et al., 2002; Randall & Allen, 1977). Les *Dascyllus* se nourrissent majoritairement de plancton mais peuvent également se nourrir d'algues et d'invertébrés benthiques (Frédérich et al., 2009, 2016; Gerber & Marshall, 1974; Mann & Sancho, 2007; McCord et al., 2021; Randall & Allen, 1977). Les plus petites espèces des complexes *aruanus* (*D. aruanus*, *D. abudafur* et *D. melanurus*) et *reticulatus* (*D. carneus*, *D. flavicaudus*, *D. marginatus*, et *D. reticulatus*) sont étroitement associées aux coraux ramifiés et présentent souvent un changement de sexe protogyne, c'est-à-dire que les individus sont d'abord des femelles puis changent de sexe plus tard pour devenir des mâles (Godwin, 1995; McCafferty et al., 2002; Tang et al., 2021). Ils forment typiquement des groupes polygyniques (avec un seul mâle pour plusieurs femelles) composé d'un petit nombre d'individus (Godwin, 1995; McCafferty et al., 2002). Les individus du complexe *trimaculatus* (*D. strasburgi*, *D. albisella*, *D. trimaculatus* et *D. aripinnis*) sont associés à des coraux uniquement à leur stade juvénile et ne présentent pas de changement de sexe, ni de polygynie (Godwin, 1995; Tang et al., 2021).

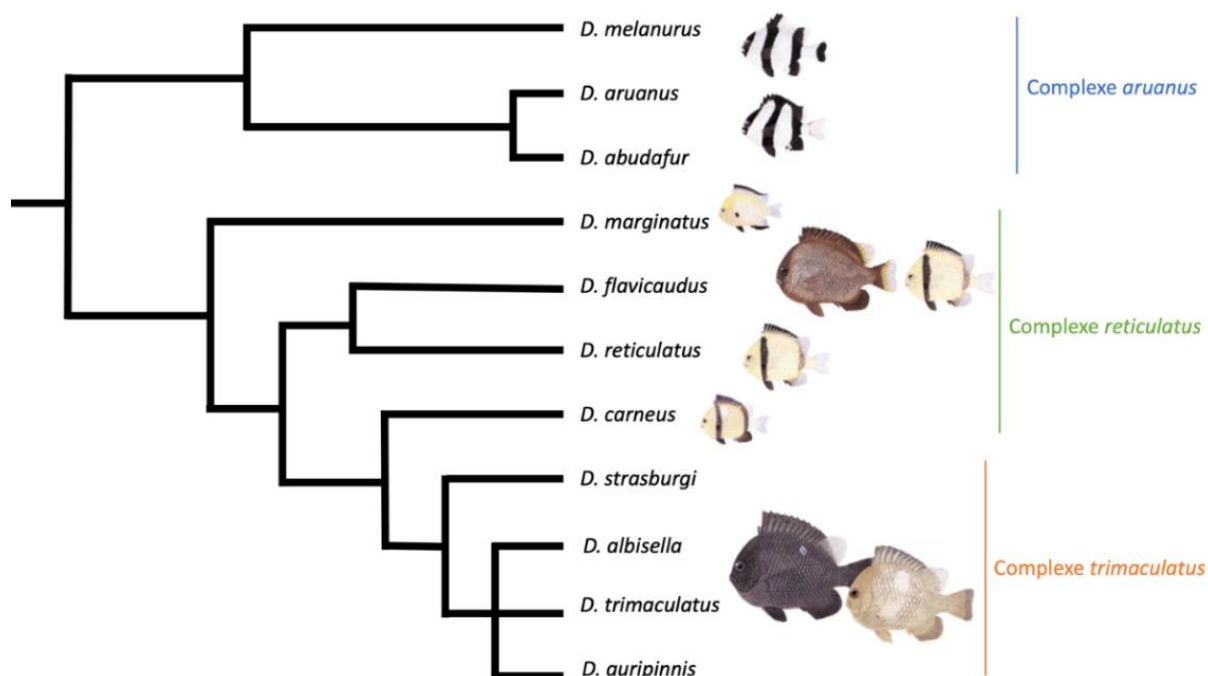


Fig. 1 : arbre phylogénétique des *Dascyllus* et des complexes associés aux différentes espèces. Modifié par Laboury d'après McCord et al. (2021) et Roberts (2022)

Toutes les espèces de *Dascyllus* pondent des œufs démersaux (Mann & Lobel, 1995; Parmentier et al., 2009). Les mâles préparent le nid en retirant méticuleusement les débris et le biofilm sur une portion du substrat, de manière à améliorer l'adhésion des œufs qui seront pondus par les femelles (Parmentier et al., 2009). Cette activité se réalise en parallèle avec des comportements de chasse qui visent à éloigner d'autres poissons conspécifiques ou hétérospécifiques de leur nid (Parmentier et al., 2009). Dès qu'une femelle est à proximité, les mâles réalisent des comportements ritualisés comprenant des démonstrations visuelles et des vocalisations dans le but d'attirer la femelle et de s'accoupler avec elle (Parmentier et al., 2010, 2016). Ce comportement de cour, appelé le signal jump, consiste en une légère ascension dans la colonne d'eau suivie d'une rapide descente lors de laquelle du son est émis (Lobel & Mann, 1995; Parmentier et al., 2010), avec pour certaines espèces la capacité à changer de couleur lors de ce comportement (Laboury, 2021; Parmentier et al., 2010). La femelle intéressée suit le mâle qui lui indique la position de son nid, où elle pondra ses œufs qui seront directementensemencés par le mâle (Parmentier et al., 2009). Ces derniers seront gardés et ventilés par le mâle pendant plusieurs jours avant leur éclosion en larves pélagiques (Frédérich & Parmentier, 2016; Parmentier et al., 2010).

1.5 Espèces étudiées

1.5.1 *Dascyllus reticulatus*

Dascyllus reticulatus (Richardson, 1846) mesure en moyenne entre 45 et 63mm (Pratchett et al., 2016; Randall & Allen, 1977). Il peuple les eaux de l'ouest de l'Australie jusqu'à l'Océan Indien est, le golfe de Thaïlande, la mer de Chine du Sud, l'Indonésie, les Philippines, Taiwan, les îles Ryukyu, le sud du Japon, la côte est de l'Australie, la Mélanésie, la Micronésie et la Polynésie (Fig. 2) (Randall & Allen, 1977).

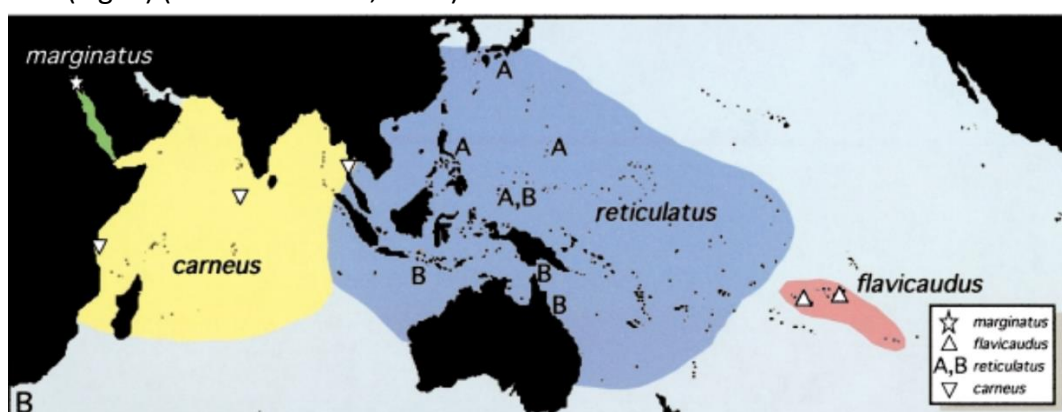


Fig. 2 : aires de répartition de quatre espèces du complexe *reticulatus* : *Dascyllus reticulatus* (bleu), *Dascyllus carneus* (jaune), *Dascyllus flavicaudus* (rose) et *Dascyllus marginatus* (vert). Pour *Dascyllus reticulatus*, les A et B représentent les deux lignées. Source: McCaferty et al. (2002)

D'un point de vue phylogénétique, « *Dascyllus reticulatus* » comprend, en réalité, deux lignées d'ADN mitochondrial différentes, séparées géographiquement, excepté une zone commune à Palau (McCafferty et al., 2002; Tang et al., 2021). *Dascyllus reticulatus* A est phylogénétiquement plus proche de *D. flavicaudus* (Fig. 3) et occupe des régions englobant Guam, le Japon et les Philippines (Fig. 2) (McCafferty et al., 2002). *Dascyllus reticulatus* B serait le groupe sœur de *D. carneus* (Fig. 3) et se trouve plus au sud (Fig. 2) (McCafferty et al., 2002). Bien que présentant des différences génétiques, *D. reticulatus* A et B ne peuvent être distinguées sur la base du phénotype (McCafferty et al., 2002).

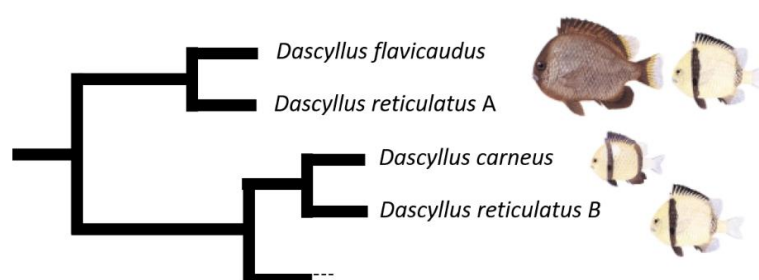


Fig. 3 : arbre phylogénétique de *Dascyllus carneus*, *Dascyllus flavicaudus* et *Dascyllus reticulatus* A et B. Modifié d'après Tang et al., (2021)

Les patterns de couleur varient en fonction des conditions écologiques et des comportements (Randall & Allen, 1977). *Dascyllus reticulatus* est blanchâtre avec certaines parties de son corps qui peuvent être verdâtres ou brunâtres (Fig. 4). Il possède deux bandes noires, une de la nageoire pelvienne à la nageoire dorsale et une deuxième de la nageoire anale à la nageoire dorsale (Fig. 4). Les nageoires anales, caudale, dorsale peuvent être bleuâtres ((Randall & Allen, 1977).

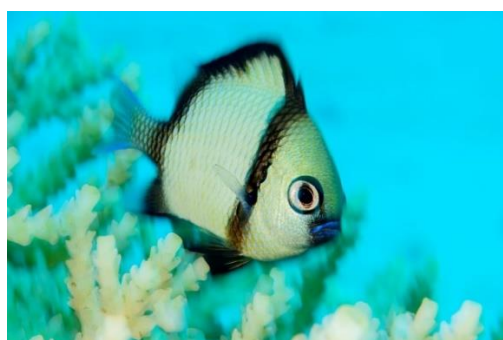


Fig. 4 : photographie de *Dascyllus reticulatus*. Source : Wolfgang Pölzer

Dascyllus reticulatus habite les lagunes, le bord des passes et les pentes externes des récifs, d'un à cinquante mètres de profondeur (Pratchett et al., 2016; Randall & Allen, 1977). Il se

trouve généralement associés à des coraux branchus des genres *Acropora*, *Pocillopora* ou *Stylophora*, qu'il utilise comme protection (Schwarz & Smith, 1990). Il est planctophage (Randall & Allen, 1977). Les individus forment des harems qui peuvent comporter jusqu'à une cinquantaine d'individus (Schwarz & Smith, 1990). *Dascyllus reticulatus* est également une espèce protogyne (Hattori & Casadevall, 2016; Sakanoue & Sakai, 2022; Schwarz & Smith, 1990).

1.5.2 *Dascyllus carneus*

Dascyllus carneus (Fisher, 1885) mesure en moyenne entre 30 et 45mm (Pratchett et al., 2016; Randall & Allen, 1977). Il habite les eaux de la côte est de l'Afrique, l'océan Indien, ainsi que la côte ouest de la Thaïlande (Fig. 2) (Randall & Allen, 1977). En fonction de la géographie, on retrouve deux patterns de couleur. Pour les individus se trouvant dans l'Océan Indien ouest, la tête et le corps sont jaunes (Randall & Allen, 1977). De plus, ces individus possèdent deux bandes noires sur le corps : une de la nageoire pelvienne à la nageoire dorsale et une autre de la nageoire anale à la nageoire dorsale (Fig. 5.1) (Randall & Allen, 1977). Les nageoires dorsales, pelviennes et anales sont également noires (Randall & Allen, 1977). Les nageoires (et épines) caudales, anales, pelviennes et les lèvres peuvent être légèrement bleues (Fig. 5.1) (Randall & Allen, 1977). Les individus des Maldives, de la Thaïlande, des îles Seribu et de la mer de Java possèdent un corps et une tête blanche, et une seule bande noire (de la nageoire pelvienne à la nageoire dorsale) (Fig. 5.2) (Randall & Allen, 1977).



Fig. 5 : photographies de *Dascyllus carneus*. (1) phénotype de l'Océan Indien ouest, Source : V. Lamare. (2) phénotype des Maldives, de la Thaïlande, des îles Seribu et de la mer de Java, Source : R. Patzner

Les harems de *D. carneus* sont composés en moyenne de deux à vingt individus et sont souvent associées au corail *Acropora* (Randall & Allen, 1977). On peut les retrouver jusqu'à trente-cinq

mètres (Pratchett et al., 2016; Randall & Allen, 1977). Cette espèce se nourrit majoritairement de plancton (Pratchett et al., 2016; Randall & Allen, 1977).

C'est une espèce hermaphrodite protogyne (Asoh & Yoshikawa, 2003; Hattori & Casadevall, 2016). Lorsque la femelle est prête pour la ponte, la coloration de sa robe devient plus foncée (Anzeer et al., 2018). Les signaux de cour sont composés de signal jumps, de mouvements circulaires autour du substrat ainsi que d'un intense nettoyage (Anzeer et al., 2018). Après la ponte, les mâles vont garder le nid et ventiler les œufs avec leurs nageoires pectorales (Anzeer et al., 2018). Les femelles ventilent également les œufs mais moins fréquemment que les mâles (Anzeer et al., 2018).

1.6 Communication acoustique chez les Pomacentridae

Les Pomacentridae sont connus comme étant de prolifiques producteurs de son (Parmentier et al., 2016). C'est une des familles de téléostéens où la communication acoustique est la plus étudiée (Parmentier et al., 2016). Ils produisent du son grâce au ligament cérato-mandibulaire (Olivier, 2015; Olivier et al., 2016; Parmentier et al., 2007) qui relie la partie latérale de la barre hyoïdienne à la partie médiale de la mandibule (Fig. 6) (Olivier, 2015; Olivier et al., 2016; Parmentier et al., 2007). Sa traction oblige la mandibule à tourner autour de son articulation sur le carré suite à l'abaissement et au retrait en arrière de la barre hyoïdienne (Fig. 6) (Olivier, 2015; Olivier et al., 2016; Parmentier et al., 2007). Ce mouvement entraîne une fermeture rapide de la bouche (Fig. 6) qui provoque la collision des dents des mâchoires supérieure et inférieure, à l'origine du son (Olivier, 2015; Olivier et al., 2016; Parmentier et al., 2007). Ce mécanisme serait une exaptation des mouvements de traitement de la nourriture (Olivier, 2015; Olivier et al., 2016; Parmentier et al., 2007). Le ligament cérato-mandibulaire étant probablement primitivement utilisé pour couper les algues filamenteuses (Olivier, 2015; Olivier et al., 2016). L'hypothèse est que ce sont les sons fortuits résultant de ce claquement de dents qui sont à l'origine de la communication acoustique dans le groupe (Olivier, 2015; Olivier et al., 2016).

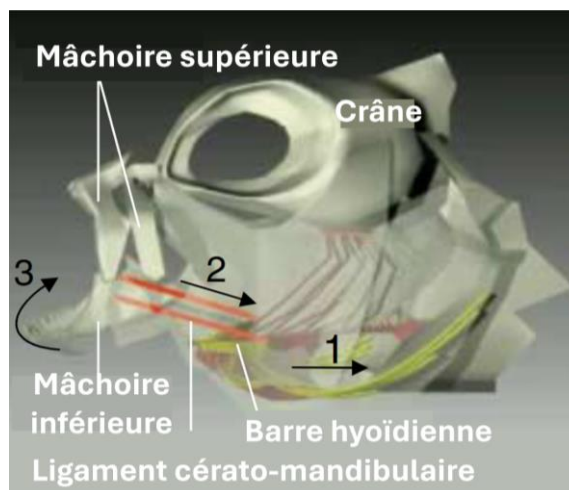


Fig. 6 : représentation schématique du mécanisme de production sonore chez *Amphirion clarkii* : (1) abaissement de la barre hyoïdienne, (2) étirement du ligament céro-mandibulaire, (3) fermeture de la bouche en tournant la mandibule autour du carré. Source : Parmentier et al. (2007)

1.7 Communication acoustique chez les *Dascyllus*

Les *Dascyllus* produisent des sons pulsés, associés à différents comportements (Mann & Lobel, 1998; Parmentier et al., 2016). Les signaux envoyés par les *Dascyllus* sont multimodaux, c'est-à-dire qu'ils combinent des éléments acoustiques et visuels (Bradbury & Vehrencamp, 2011a; Parmentier et al., 2016). Les caractéristiques acoustiques des sons produits varient significativement en fonction des différents contextes comportementaux (Laboury, 2021; Lobel & Mann, 1995; Mann & Lobel, 1998; Parmentier et al., 2009, 2010, 2016, 2022). Chez les *Dascyllus*, il semble que les sons produits soient stéréotypés en fonction du comportement. Les mâles du genre *Dascyllus* produisent du son pendant le signal-jump lors de la parade nuptiale (Fig. 7) (Tableau 1) (Laboury, 2021; Lobel & Mann, 1995; Mann & Lobel, 1998; Parmentier et al., 2010, 2016, 2022). Chez certaines espèces, la réalisation du signal jump peut en plus être accompagnée d'un changement de couleur (Laboury, 2021; E. Parmentier et al., 2010). Chez *Dascyllus trimaculatus*, il se traduit par un éclaircissement de la robe qui vire du noir au gris ainsi que la mise en évidence de deux taches blanches sur les flancs (Laboury, 2021). Chez *Dascyllus flavicaudus*, le pattern de couleur le plus souvent observé lors de la production de son est une tête blanche et un corps noir alors que le corps apparaît complètement noir hors des mouvements de parade (Parmentier et al., 2010). Les sons renseigneraient la femelle sur la qualité du mâle et son niveau de motivation (Frédérich & Parmentier, 2016a; Parmentier et al., 2010). Chez *Dascyllus albisella*, le taux de vocalise a été corrélé au succès d'accouplement (Oliver & Lobel, 2013). Des sons différents sont produits par

les mâles lors du comportement appelé mating-visit, lorsqu'une femelle visite le nid pour la ponte (Fig. 7) (Laboury, 2021; Mann & Lobel, 1998; Parmentier et al., 2010; Scalbert, 2019). D'autres types de sons peuvent également être produits lors d'interactions agonistiques. Les chasses, qui peuvent être conspécifiques ou hétérospécifiques (Fig. 7) (Tableau 1), visent à défendre le territoire en faisant fuir les intrus (Mann & Lobel, 1998; Parmentier et al., 2010, 2016). Ces sons d'agression sont généralement produits par des mâles mais les femelles de *Dascyllus albisella* peuvent également en réaliser lors de la chasse de juvéniles (Mann & Lobel, 1998). Il existe aussi des sons associés aux comportements de combats lors desquels les protagonistes s'invectivent en tournant autour d'un axe commun (Fig. 7) (Parmentier et al., 2010).

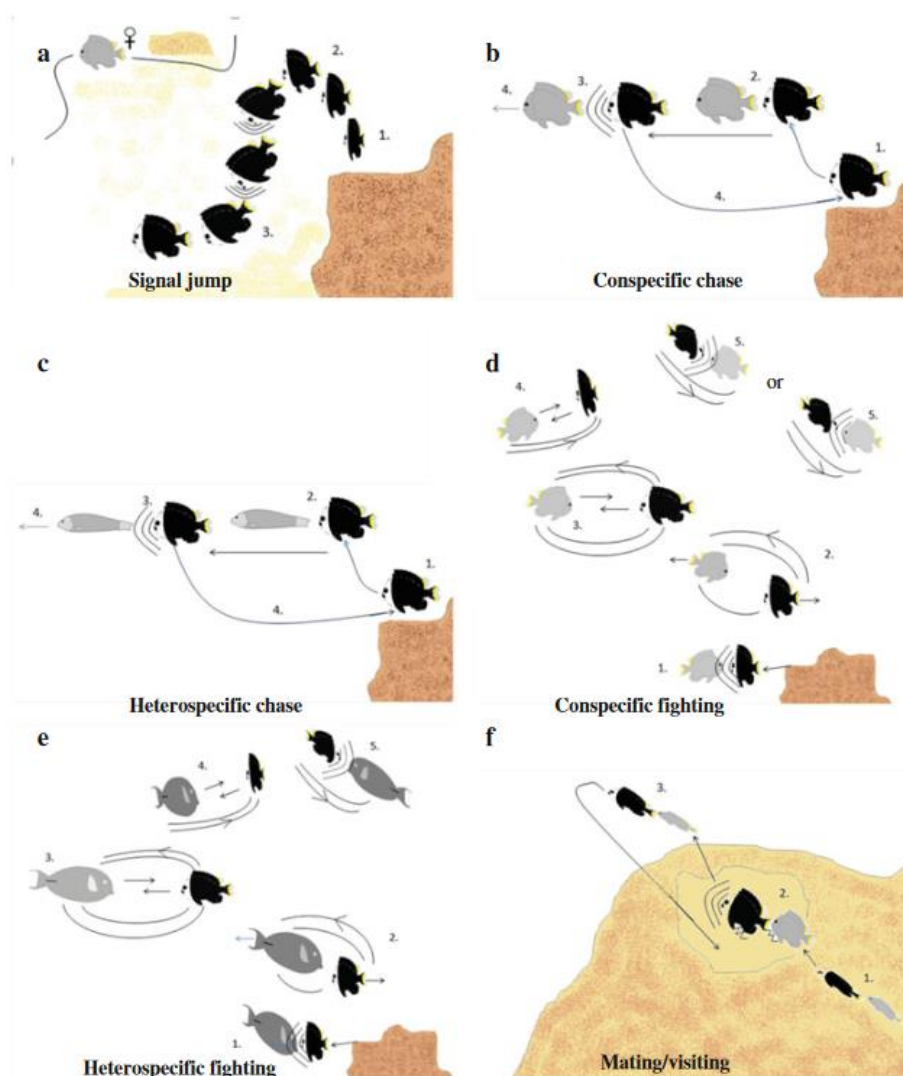


Fig. 7 : représentation schématique des comportements associés à la production sonore chez *Dascyllus flavicaudus* : (a) signal jump, (b) chasse conspécifique, (c) chasse hétérospécifique, (d) combat conspécifique, (e) combat hétérospécifique, (f) mating-visiting. Les courbes devant la tête de l'émetteur représentent l'émission de son. Source : Parmentier et al. (2010)

Tableau 1: Comportement où la production de sons a été observée chez *Dascyllus abudafur* (Parmentier et al., 2022), *Dascyllus albisella* (Lobel & Mann, 1995; Mann & Lobel, 1998), *Dascyllus aruanus* (Parmentier et al., 2009, 2022; Scalbert, 2019), *Dascyllus flavicaudus* (Parmentier et al., 2009, 2010), et *Dascyllus trimaculatus* (Laboury, 2021; Luh & Mok, 1986; Parmentier et al., 2009). Au sein de chaque espèce, pour chaque comportement, les différences entre les sons sont soutenues par des comparaisons statistiques.

	<i>Dascyllus abudafur</i>	<i>Dascyllus albisella</i>	<i>Dascyllus aruanus</i>	<i>Dascyllus flavicaudus</i>	<i>Dascyllus trimaculatus</i>
Signal jump	X	X	X	X	X
Chasse conspécifique		X	X	X	X
Chasse hétérospécifique		X	X	X	
Combat conspécifique			X	X	X
Combat hétérospécifique			X	X	
Mating-visiting		X		X	X

1.8 Objectifs du mémoire

Ce mémoire a pour but de caractériser la production de sons en milieu naturel chez deux espèces de *Dascyllus* : *D. carneus* et *D. reticulatus*. Les individus étudiés de *D. carneus* proviennent des Seychelles et correspondent donc au phénotype de l’océan Indien ouest. Les spécimens de *D. reticulatus* font partie de la lignée A puisqu’ils proviennent des Philippines. Ce travail vise à décrire les sons associés aux différents comportements et à comparer la production de sons entre ces deux espèces phylogénétiquement proches. L’objectif général est de cerner dans quels contextes comportementaux prend place la communication acoustique chez ce genre.

2. Matériel et méthodes

2.1 Récolte des données

2.1.1 Lieux et périodes

Des enregistrements ont été réalisés dans deux régions : les Philippines et les Seychelles.

Aux Philippines, des données ont été collectées à Imorigue Bay ($11^{\circ}13'49.9''\text{N}$ $119^{\circ}35'29.7''\text{E}$) dans la province de Palawan (Fig.8), en juin et juillet 2022 par Éric Parmentier et Marine Banse. L'espèce enregistrée est *Dascyllus reticulatus* (lignée A).

Aux Seychelles, les données ont été récoltées à Glacis Beach ($4^{\circ}34'02.9''\text{S}$ $55^{\circ}26'01.5''\text{E}$) et Sunset Beach ($4^{\circ}35'05.8''\text{S}$ $55^{\circ}25'56.9''\text{E}$) sur l'île de Mahé (Fig.8), du 29 mars au 6 avril 2022 par Marine Banse et Estelle Bertimes. L'espèce enregistrée est *Dascyllus carneus*.

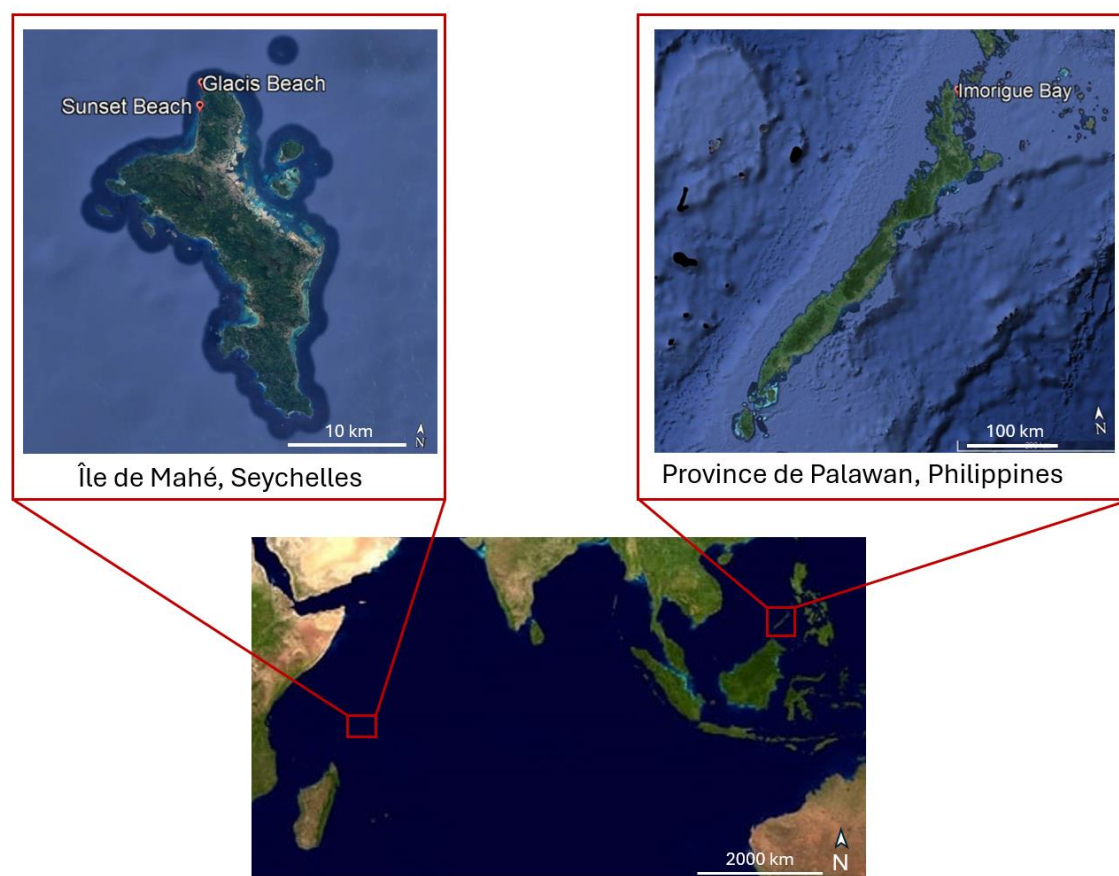


Fig 8 : localisation des zones d'étude aux Seychelles et aux Philippines. Source image : Google Earth Pro (2024), Atlas-monde.net

2.1.2 Enregistrements

Aux Philippines, quatre colonies de *Dascyllus reticulatus* A composées de 10 à 30 individus ont été enregistrées. *Dascyllus carneus* étaient présents dans trois colonies, dont deux abritaient également *Dascyllus trimaculatus*. Aux Seychelles, quatre colonies de *Dascyllus carneus* composées de 1 à 8 individus ont été enregistrées. *Dascyllus trimaculatus* étaient aussi présents dans une de ces colonies.

Les enregistrements ont été réalisés à partir d'une GoPro 6 (GoPro, San Mateo, CA, USA) placée dans un caisson étanche, couplée à un hydrophone externe HTI-96-Min (High Tech Inc., Long Beach, MS, USA ; gamme de fréquence : 20 Hz – 20 kHz, sensibilité : -164 dBV mPa⁻¹). La caméra a été fixée à un trépied afin de la stabiliser et de la diriger précisément vers les zones filmées. Pour toutes les colonies, elle a été placée à une distance d'environ 1 mètre.

Aux Philippines, les enregistrements ont été collectés le matin et l'après-midi pour des raisons logistiques sur place. Les scientifiques se sont déplacés à plus de trois mètres des colonies ou ont quitté les lieux d'enregistrements pour ne pas influencer le comportement des poissons.

Aux Seychelles, les enregistrements se sont effectués entre quinze et dix-sept heures, moments où les individus étaient visuellement plus actifs. Les scientifiques quittaient la zone pendant l'enregistrement afin de réduire l'influence potentielle de leur présence sur le comportement des poissons.

2.2 Analyse des données

2.2.1 Analyse des vidéos

Les vidéos comprenaient au total 20 heures et 7 minutes. Les comportements ont été identifiés et comptés manuellement. Le comportement était comptabilisé lorsqu'il était associé à un son. Les comportements sans son ainsi que les sons sans comportement n'ont pas été comptabilisés.

2.2.2 Analyses des enregistrements audios

Les bandes sons ont été analysées avec le logiciel Raven lite 2 (version 2.0.5). Tous les fichiers ont été sous-échantillonnés à 4kHz pour faciliter l'analyse en réduisant le temps de calcul. De plus, dix décibels ont été ajoutés afin d'améliorer la détection des sons. Différents paramètres acoustiques ont été mesurés : la durée du son (en seconde), le nombre de pulsations dans le son, La durée d'une pulsation (en seconde), la durée d'inter-pulsation (le temps entre la fin d'une pulsation et le début de la suivante, en seconde), la période de pulsation (la durée entre le début d'une pulsation et le début de la suivante, en seconde) et la fréquence dominante (en Hertz). Toute ces mesures ont été prises sur l'oscillogramme (Fig 9), sauf la fréquence dominante qui a été quantifiée grâce au spectre de puissance (Fig 10).

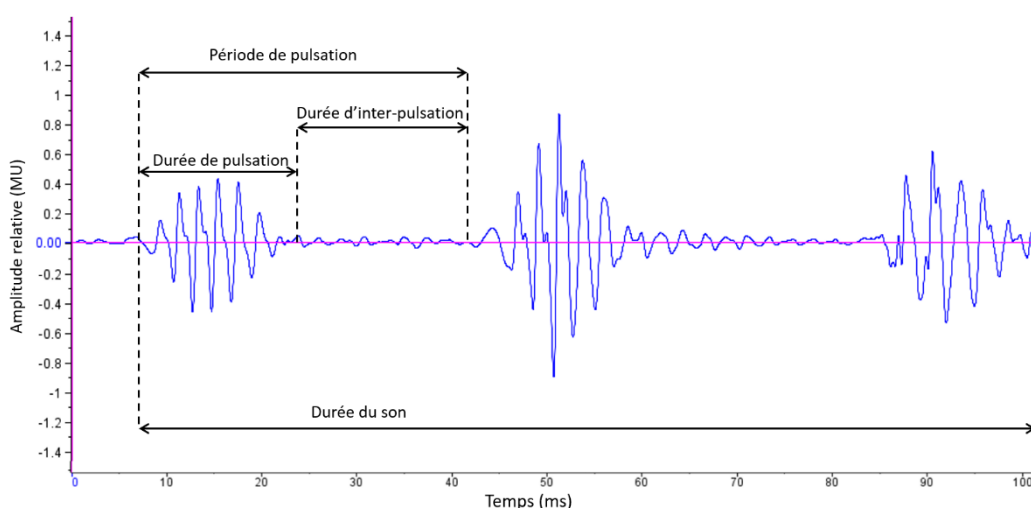


Fig 9 : oscillogramme d'un son à trois pulsations produit par *Dascyllus reticulatus* avec les différents paramètres mesurés, réalisé sur Raven Lite 2

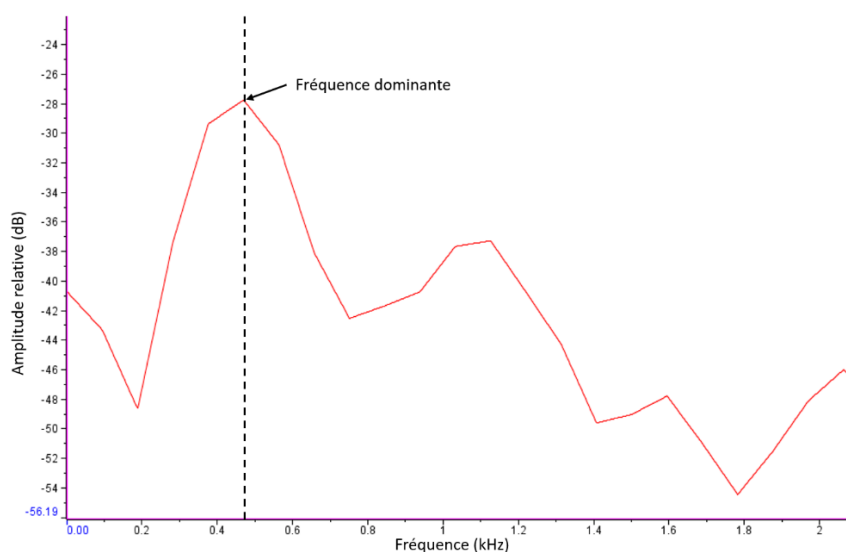


Fig 10 : spectre de puissance d'un son produit par *Dascyllus reticulatus* avec mesure de la fréquence dominante, réalisé sur Raven Lite 2

2.2.3 Analyses statistiques

Les analyses statistiques ont été réalisées sur R (version 4.3.1, GNU General Public License). Le seuil alpha du niveau d'erreur était de 5% pour tous les tests. Pour vérifier la normalité des données, le test de Shapiro-Wilk a été réalisé. Le test de Fisher d'égalité des deux variances ($n=2$) et celui de Bartlett ($n>2$) ont également été utilisés afin de vérifier l'homoscédasticité des données.

Pour chaque type de sons, la moyenne, le minimum, le maximum et l'écart-type des différents paramètres acoustiques ont été calculés. Le test de Kruskal-Wallis et l'analyse de la variance (ANOVA) ont été utilisés afin de comparer chaque paramètre acoustique en fonction des différents comportements, pour chaque espèce. Des tests *post hoc* de Dunn (avec une correction de Bonferroni) et de Tukey ont été réalisés, afin de comparer les comportements deux à deux pour chaque paramètre acoustique. Le test de la somme des rangs de Wilcoxon et le test de Student ont permis de comparer chaque paramètre acoustique en fonction des espèces, pour chaque comportement.

Pour chaque comportement, une analyse en composantes principales (ACP) a été effectuée sur tous les paramètres acoustiques mesurés, sur base de la matrice de corrélation. Pour comparer les sons produits en fonction des deux espèces pour les deux premières composantes principales, des tests de la somme des rangs de Wilcoxon et des tests de Student ont été réalisés. Pour chaque espèce, une ACP a été effectuée sur tous les paramètres acoustiques mesurés, sur base de la matrice de corrélation. Pour comparer les sons produits en fonction des divers comportements pour les deux premières composantes principales, des tests de Kruskal-Wallis et une analyse de la variance (ANOVA) ont été réalisés. Pour quantifier la relation entre les composantes principales et les paramètres acoustiques, une matrice de corrélation a été utilisée. La corrélation était jugée forte quand la valeur absolue du coefficient de corrélation de Spearman (R_s) dépassait 0,6. Afin de comparer deux à deux les types de sons produits pour les deux premières composantes principales, des tests *post hoc* de Dunn (avec la correction de Bonferroni) ont été effectués.

3. Résultats

3.1 Types de sons

3.1.1 *Dascyllus reticulatus*

Dascyllus reticulatus a été observé produisant du son lors de quatre comportements : le signal jump, la chasse conspécifique, la chasse hétérospécifique et le combat conspécifique. Aucun mating-visiting n'a été observé dans le cadre de cette étude. Un combat hétérospécifique, avec *Dascyllus trimaculatus*, a été observé mais aucun son n'a été produit lors de celui-ci.

1. Signal jump (n = 63) : lors de ce comportement, l'individu réalise dans la colonne d'eau une légère ascension suivie d'une descente rapide pendant laquelle il émet du son (Code QR 1, Fig.14). Chez cette espèce, le mouvement de signal jump est généralement réalisé une seule fois. Ces sons présentent une durée de 146 ± 62 ms et sont composés de 5 ± 2 pulsations (Fig. 11, Annexe 1). Ils ont une période de pulsation de 35 ± 6 ms, une durée d'inter-pulsation de 12 ± 5 ms et des pulsations de 9 ± 4 ms (Fig.11, Annexe 1). Ils ont une fréquence dominante de 656 ± 247 Hz (Fig. 12, Annexe 1). Dans une des colonies, les poissons ont été observés changeant de couleur, leurs têtes s'assombrissant jusqu'à devenir noires (Fig. 13). Seuls les individus avec cette coloration ont réalisé des signal jumps dans cette colonie.

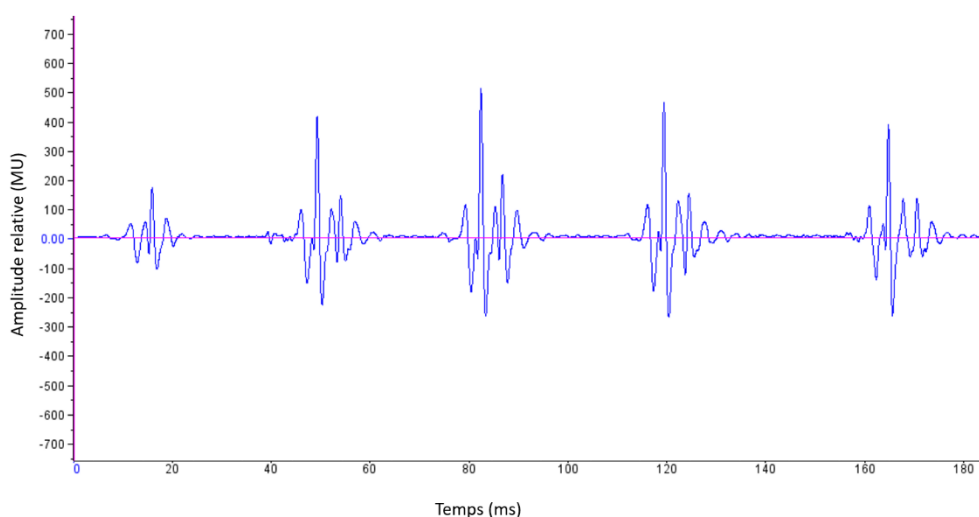


Fig 11 : oscillogramme d'un son de signal jump chez *Dascyllus reticulatus*, réalisé sur Raven Lite 2

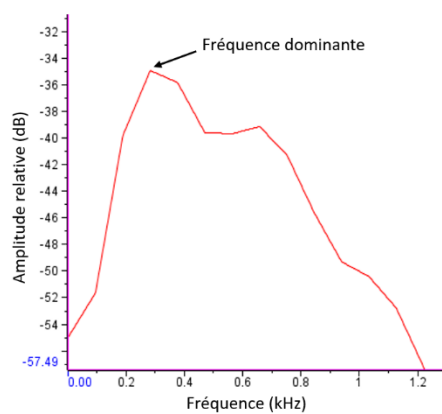
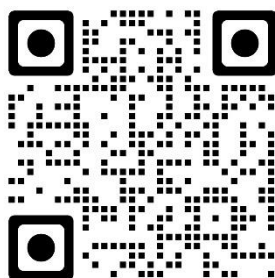


Fig 12 : spectre de puissance d'un son de signal jump produit par *Dascyllus reticulatus*, réalisé sur Raven Lite 2



Fig 13 : changement de couleur chez *Dascyllus reticulatus*



Code QR 1 vidéo du signal jump de *Dascyllus reticulatus*



Fig 14 : schématisation du mouvement de signal jump chez *Dascyllus reticulatus*

2. Chasse conspécifique (n = 168) : elle consiste en une poursuite par *Dascyllus reticulatus* d'un autre individu de la même espèce, associé à une production de son par le poursuivant (Code QR 2). Ces sons ont une durée de 175 ± 70 ms. Ils sont composés de 6 ± 2 pulsations (Fig. 15, Annexe 1). Ils ont une période de pulsation de 35 ± 4 ms, une durée d'inter-pulsation de 10 ± 4 ms et des pulsations de 10 ± 2 ms (Fig. 15, Annexe 1). La fréquence dominante est de 566 ± 207 Hz (Fig. 16, Annexe 1).

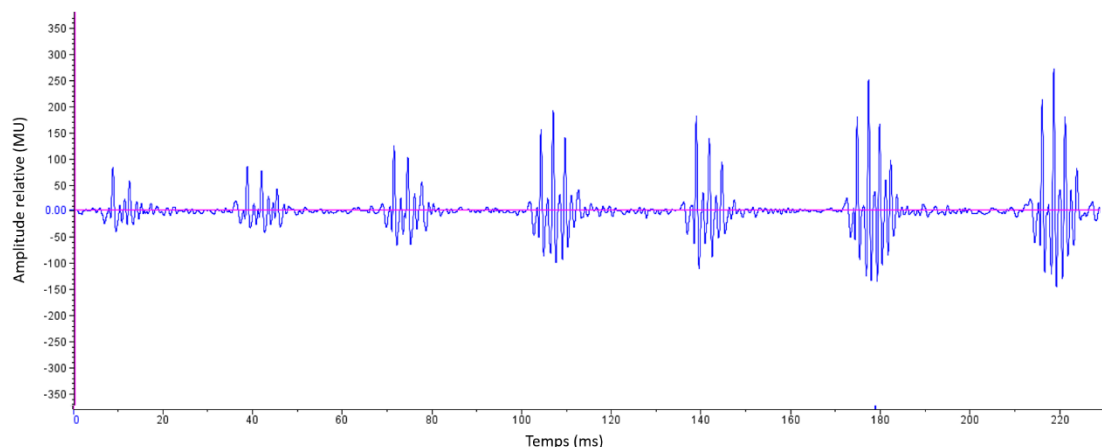


Fig 15 : oscillogramme d'un son d'une chasse conspécifique produit par *Dascyllus reticulatus*, réalisé Raven Lite 2

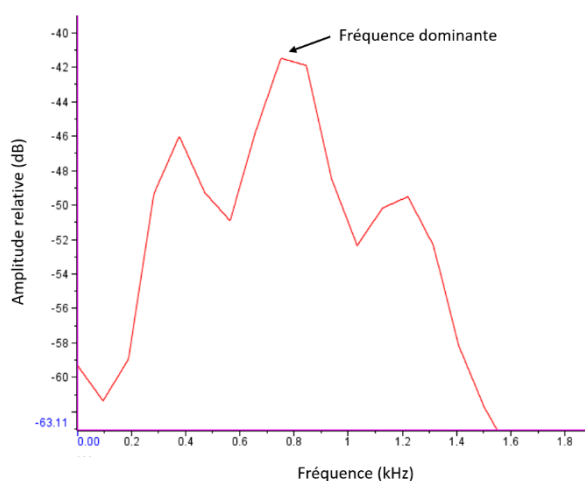
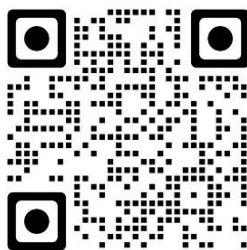


Fig 16 : spectre de puissance d'un son d'une chasse conspécifique produit par *Dascyllus reticulatus*, réalisé sur Raven Lite 2



Code QR 2 vidéo de la chasse conspécifique de *Dascyllus reticulatus*

3. Chasse hétérospécifique (n = 13) : lors de ce comportement, un *D. reticulatus* poursuit un individu d'une autre espèce (Code QR 3). *Dascyllus reticulatus* a été observé chassant des *Dascyllus aruanus*, un *Chaetodon Kleinii* et des Labridae (*Macropharyngodon negrosensis* et *Thalasoma lunare*). Ces sons durent 110 ± 73 ms, sont composés de 4 ± 2 pulsations et possèdent une fréquence dominante de 690 ± 230 Hz (Fig. 17 et 18, Annexe 1). Ils ont une période de pulsation de 36 ± 6 ms, une durée d'inter-pulsation de 16 ± 6 ms et des pulsations de 10 ± 3 ms (Fig.17, Annexe 1).

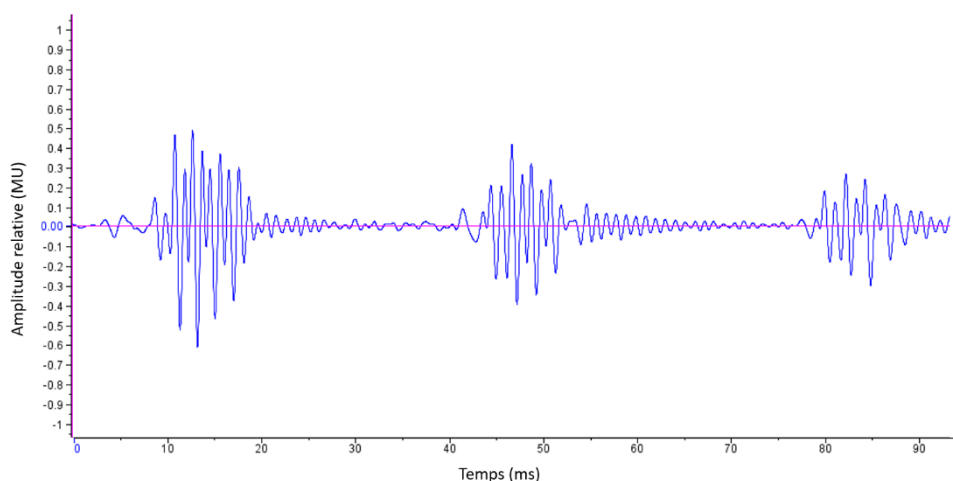


Fig 17 : oscillogramme d'un son d'une chasse hétérospécifique produit par *Dascyllus reticulatus*, réalisé sur Raven Lite 2

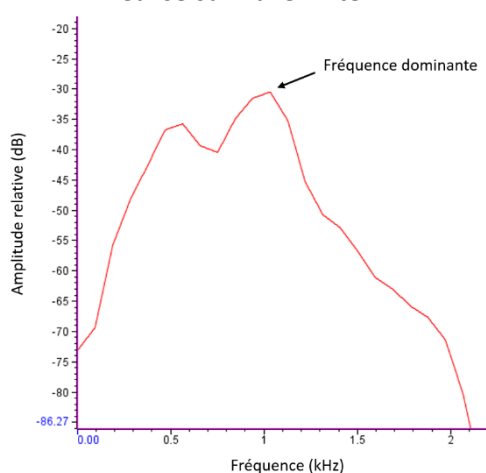
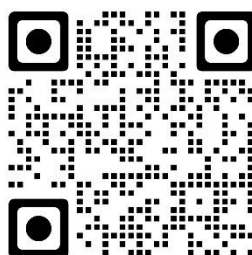


Fig 18 : spectre de puissance d'un son de chasse hétérospécifique produit par *Dascyllus reticulatus*, réalisé sur Raven Lite 2



Code QR 3 vidéo de la chasse hétérospécifique de *Dascyllus reticulatus*

4. Combat conspécifique (n = 7) : un combat consiste en deux individus de la même espèce tournant autour d'un axe commun (Code QR 4). Les sons ont une durée de 162 ± 94 ms. Ils sont composés de 5 ± 3 pulsations (Fig. 19, Annexe 1). Ils ont une période de pulsation de 40 ± 5 ms, une durée d'inter-pulsation de 19 ± 5 ms et des pulsations de 9 ± 4 ms (Fig. 19, Annexe 1). La fréquence dominante est de 745 ± 223 Hz (Fig. 20, Annexe 1).

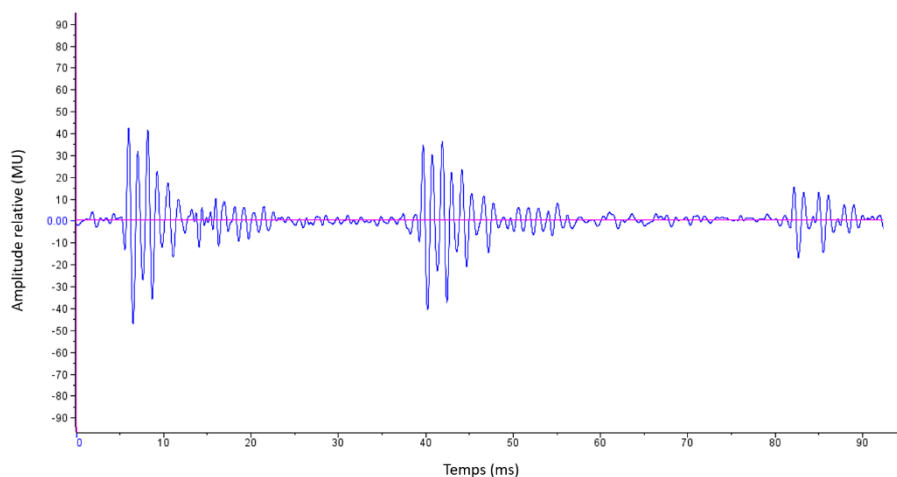


Fig 19 : oscillogramme d'un son d'un combat conspécifique produit par *Dascyllus reticulatus*, réalisé sur Raven Lite 2

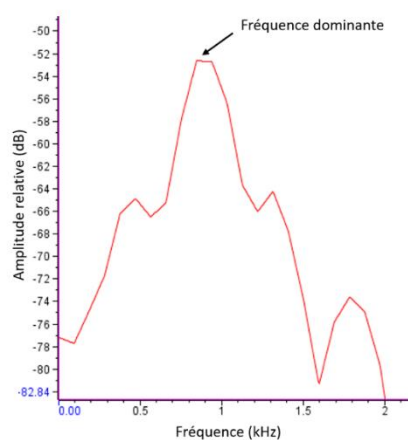
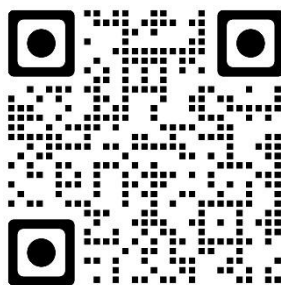


Fig 20 : spectre de puissance d'un son de combat conspécifique produit par *Dascyllus reticulatus*, réalisé sur Raven Lite 2



Code QR 4 vidéo du combat conspécifique de *Dascyllus reticulatus*

3.1.2 *Dascyllus carneus*

Dascyllus carneus a été observé produisant du son lors de quatre comportements : le signal jump, la chasse conspécifique, la chasse hétérospécifique et le combat conspécifique. Aucun mating-visiting ou combat hétérospécifique n'a été observé.

1. Signal jump (n = 64) : *Dascyllus carneus* a été observé réalisant majoritairement des séquences d'un seul saut mais des séries de plusieurs sauts ont également été observées (Code QR 5, Fig. 24). Un changement de couleur est également observé chez *D. carneus* : sa robe se fonce, ce qui rend la tache blanche sur ses flancs plus visible (Fig. 23). Les sons ont une durée de 138 ± 64 ms, 5 ± 2 pulsations et une fréquence dominante de 472 ± 166 Hz (Fig. 21 et 22, Annexe 2). Ils ont une période de pulsation de 34 ± 6 ms, une durée d'inter-pulsation de 19 ± 5 ms et des pulsations de 15 ± 2 ms (Fig. 21, Annexe 2).

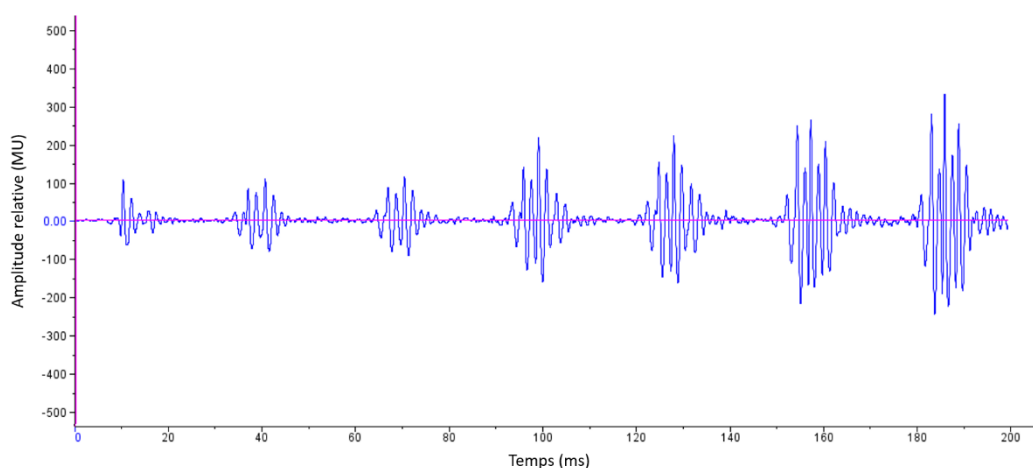


Fig 21 : oscillogramme d'un son de signal jump produit par *Dascyllus carneus*, réalisé sur Raven Lite 2

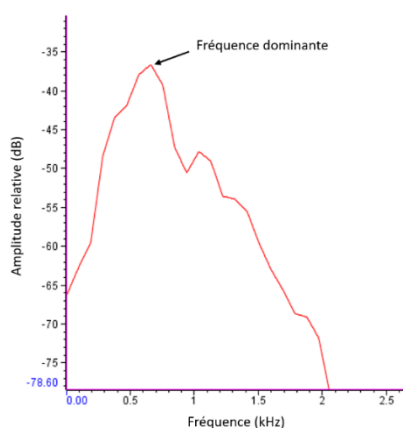
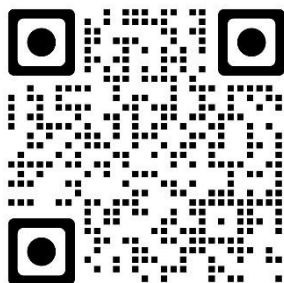


Fig 22 : spectre de puissance d'un son de signal jump produit par *Dascyllus carneus*, réalisé sur Raven Lite 2



Code QR 5 vidéo du signal jump de *Dascyllus carneus*



Fig 23 : changement de couleur chez *Dascyllus carneus*



Fig 24 : schématisation du mouvement de signal jump de *Dascyllus carneus*

2. Chasse conspécifique ($n = 46$) : la durée est de 106 ± 76 ms (Code QR 6). Le nombre de pulsations est 4 ± 2 pulsations (Fig. 25, Annexe 2), pour une fréquence dominante de 731 ± 255 Hz (Fig. 26, Annexe 2). Les sons ont une période de pulsation de 32 ± 4 ms, une durée d'inter-pulsation de 20 ± 5 ms et des pulsations de 14 ± 2 ms (Fig. 25, Annexe 2).

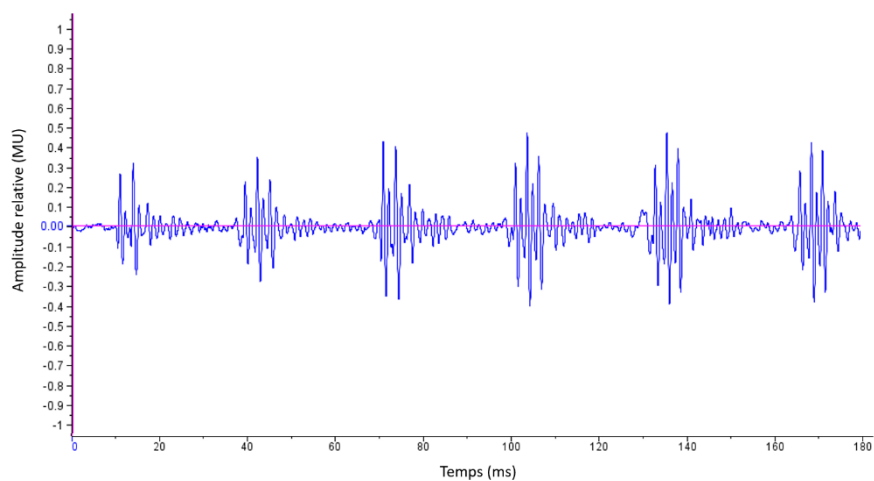


Fig 25 : oscillogramme d'un son de chasse conspécifique produit par *Dascyllus carneus*, réalisé sur Raven Lite 2

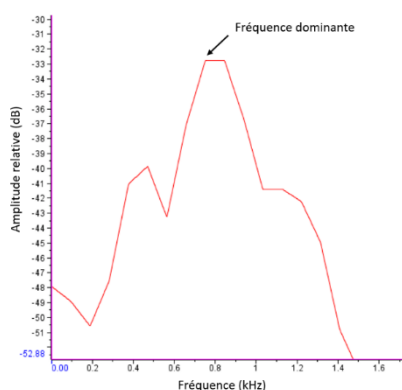
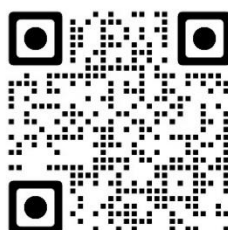


Fig 26 : spectre de puissance d'un son de chasse conspécifique produit par *Dascyllus carneus*, réalisé sur Raven Lite 2



Code QR 6 vidéo de la chasse conspécifique de *Dascyllus carneus*

3. Chasse hétérospécifique ($n = 39$) : *Dascyllus carneus* a été observé chassant des *Dascyllus trimaculatus*, des *Pomacentrus caeruleus* ainsi que des oursins (Code QR 7). La durée des sons est de 77 ± 66 ms. Le nombre de pulsations est de 3 ± 2 (Fig. 27, Annexe 2). La fréquence dominante est de 627 ± 202 Hz (Fig. 28, Annexe 2). Les sons ont une période de pulsation de 33 ± 6 ms, une durée d'inter-pulsation de 29 ± 5 ms et des pulsations de 14 ± 2 ms (Fig. 27, Annexe 2).

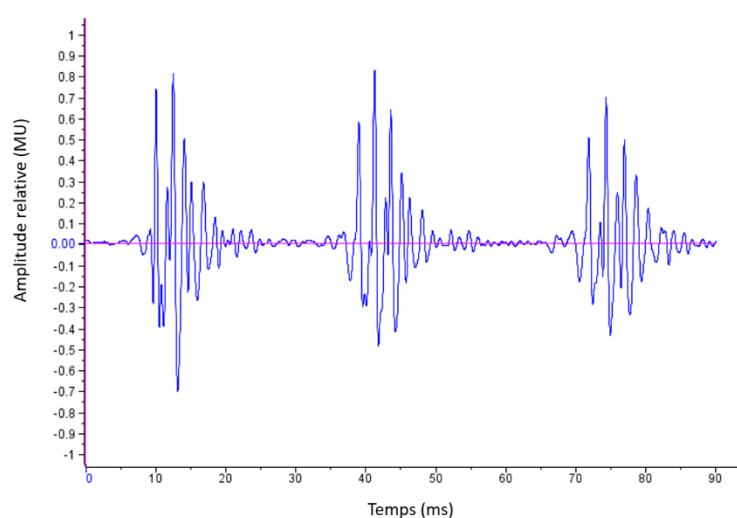


Fig 27 : oscillogramme d'un son de chasse hétérospécifique produit par *Dascyllus carneus*, réalisé sur Raven Lite 2

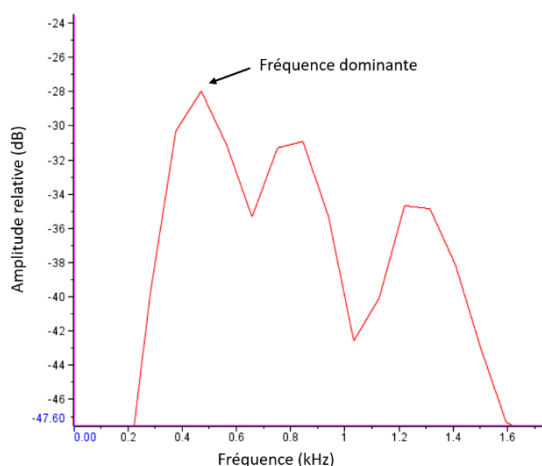
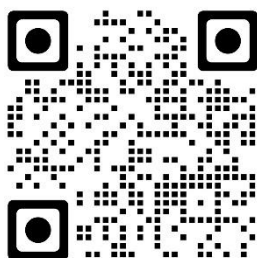


Fig 28 : spectre de puissance d'un son de chasse hétérospécifique produit par *Dascyllus carneus*, réalisé sur Raven Lite 2



Code QR 7 vidéo de la chasse hétérospécifique de *Dascyllus carneus*

4. Combat conspécifique ($n = 2$) : les sons durent 141 ± 53 ms et sont composés de 5 ± 2 pulsations (Fig. 29, Annexe 2) (Code QR 8). La fréquence dominante est de 704 ± 200 Hz (Fig. 30, Annexe 2). Les sons ont une période de pulsation de 37 ± 9 ms, une durée d'inter-pulsation de 24 ± 11 ms et des pulsations de 15 ± 2 ms (Fig. 29, Annexe 2).

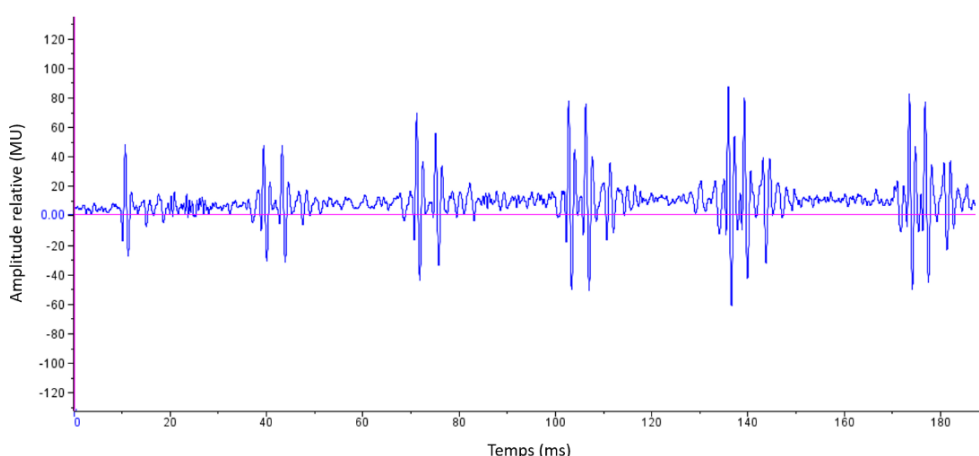


Fig 29 : oscillogramme d'un son de combat conspécifique produit par *Dascyllus carneus*, réalisé par Raven Lite 2

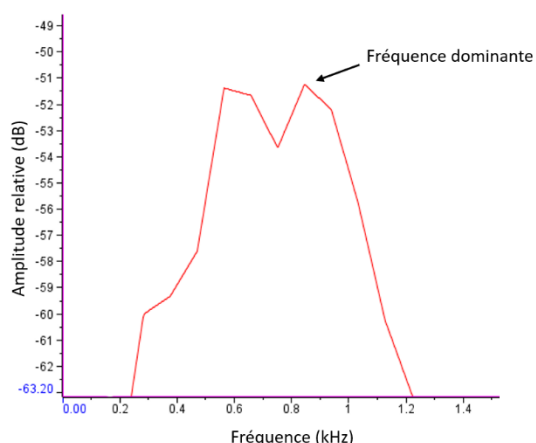
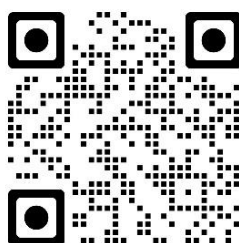


Fig 30 : spectre de puissance d'un son de combat conspécifique produit par *Dascyllus carneus*, réalisé par Raven Lite 2



Code QR 8 vidéo du combat conspécifique de *Dascyllus carneus*

3.2 Comparaison des sons associés aux différents comportements

Les paramètres acoustiques ont été comparés afin de voir s'ils variaient significativement en fonction des comportements.

3.2.1 *Dascyllus reticulatus*

Les sons du signal jump, de la chasse conspécifique, de la chasse hétérospécifique et du combat conspécifique ont été analysés. Exceptée la période de pulsation, l'ensemble des paramètres acoustiques diffère significativement d'un point de vue statistique en fonction des comportements (ANOVA pour la durée du son : $F = 5,8395$; $p < 0,001$. Test de Kruskal-Wallis pour les autres paramètres acoustiques : $\chi^2 = 17,84$; $20,60$; $13,29$; $7,94$, ddl = 3, $p < 0,05$, Annexe 3 et 4). La durée du son est plus grande pour la chasse conspécifique que pour le signal jump et la chasse hétérospécifique (Fig. 31, Annexe 5). Le nombre de pulsation de la chasse conspécifique est plus grand que ceux du signal jump et de la chasse hétérospécifique (Fig. 32, Annexe 6). La durée d'une pulsation est la plus élevée pour la chasse conspécifique que pour

le signal jump (Fig. 33, Annexe 6). La durée d'inter-pulsation est plus grande pour le combat conspécifique que pour la chasse conspécifique (Fig. 34, Annexe 6).

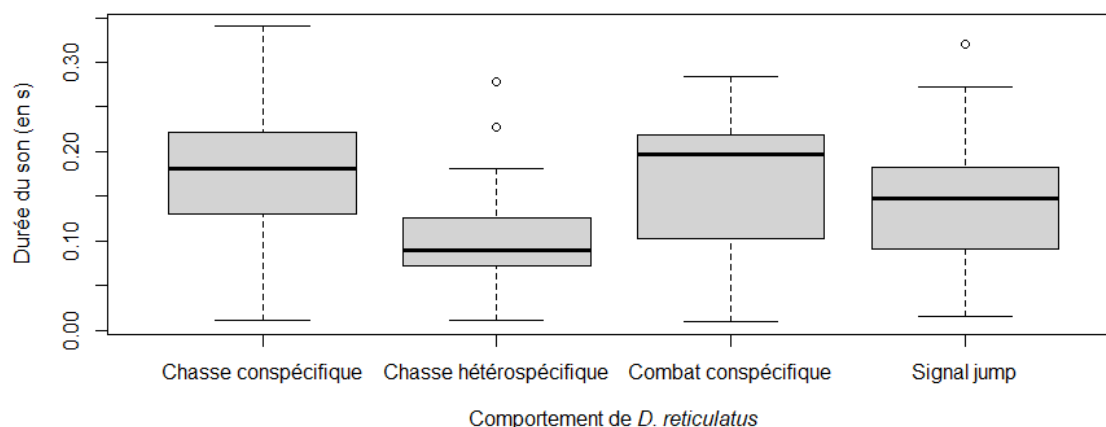


Fig 31 : comparaison de la durée du son (en s) en fonction des comportements de *Dascyllus reticulatus*. Les boîtes représentent la médiane $\pm$ l'espace interquartile (EQR) et les lignes représentent Q1-1,5 EQR et Q3+1,5 EQR

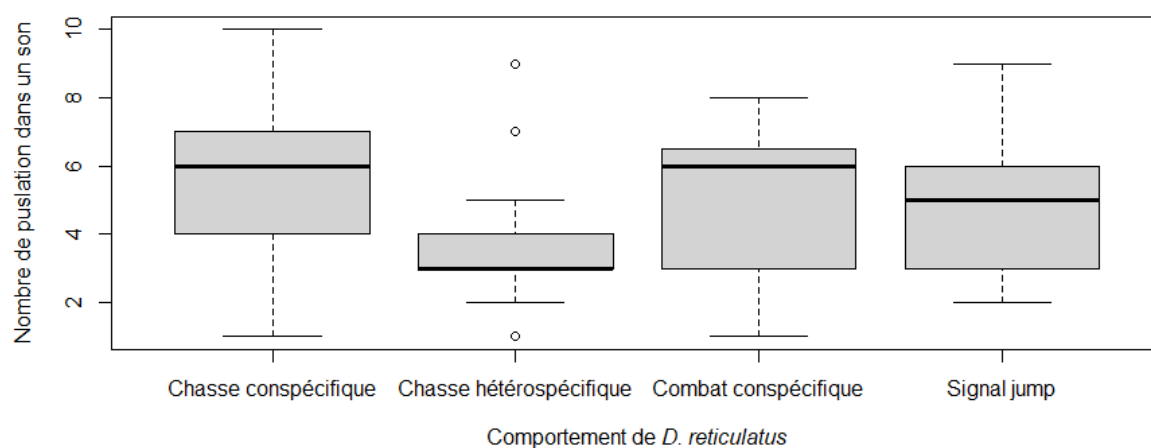


Fig 32 : comparaison du nombre de pulsations en fonction des comportements de *Dascyllus reticulatus*. Les boîtes représentent la médiane $\pm$ l'espace interquartile (EQR) et les lignes représentent Q1-1,5 EQR et Q3+1,5 EQR.

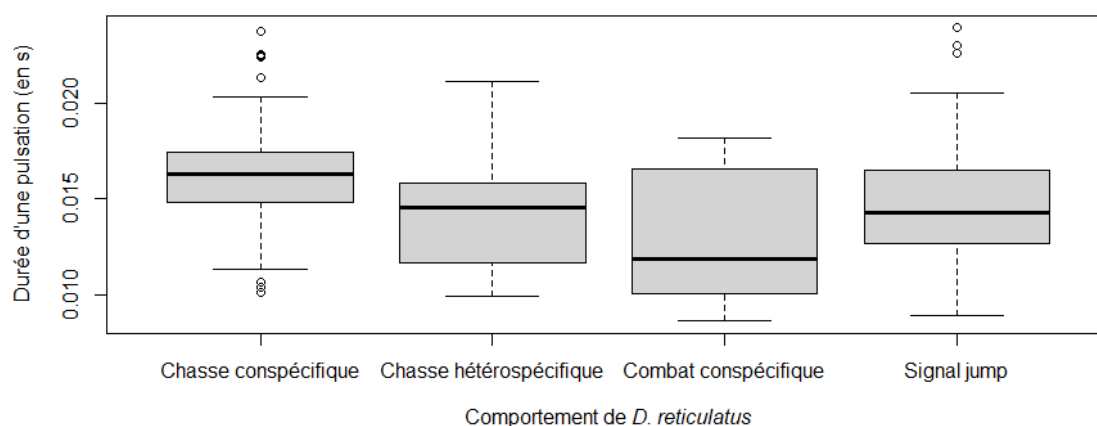


Fig 33 : comparaison de la durée d'une pulsation (en s) en fonction des comportements de *Dascyllus reticulatus*. Les boîtes représentent la médiane $\pm$ l'espace interquartile (EQR) et les lignes représentent Q1-1,5 EQR et Q3+1,5 EQR.

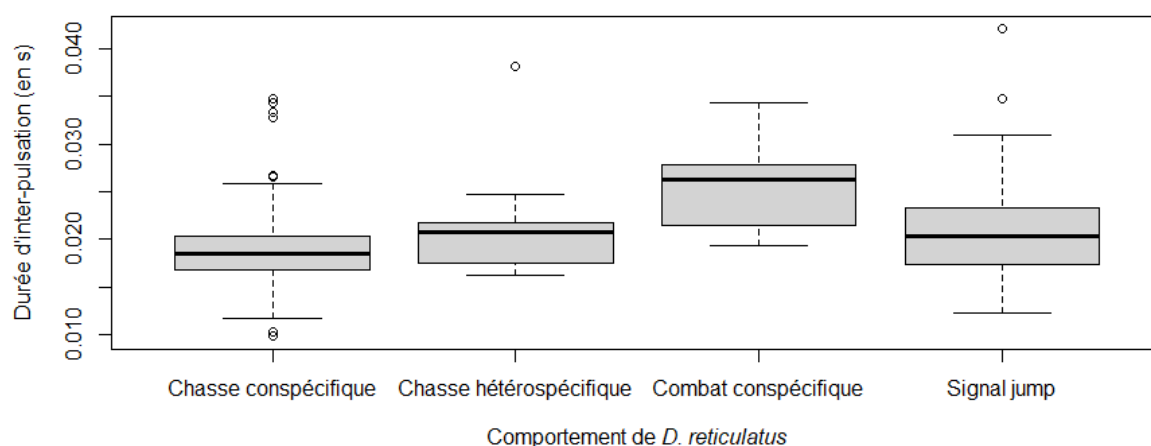


Fig 34 : comparaison de la durée d'inter-pulsation (en s) en fonction des comportements de *Dascyllus reticulatus*. Les boîtes représentent la médiane $\pm$ l'espace interquartile (EQR) et les lignes représentent Q1-1,5 EQR et Q3+1,5 EQR.

L'analyse en composantes principales (ACP) a montré que seule la première composante principale (PC1), expliquant 44,7% de la variance, sépare significativement les sons en fonction des comportements (Fig. 35) (test de Kruskal-Wallis : $\chi^2 = 25,833$; ddl = 3 ; $p < 0,001$, Annexe 7). PC1 est fortement corrélée à la durée du son et au nombre de pulsations d'un son, et fortement corrélée négativement à la durée d'inter-pulsation ($R_s = 0,85$; $0,86$; $-0,61$; $p < 0.001$, Annexe 8). PC1 sépare significativement les sons de la chasse conspécifique de ceux de la chasse hétérospécifique et du signal jump (test *post hoc* de Dunn, $Z = 3,10$; $4,25$; $p < 0.05$, Annexe 9).

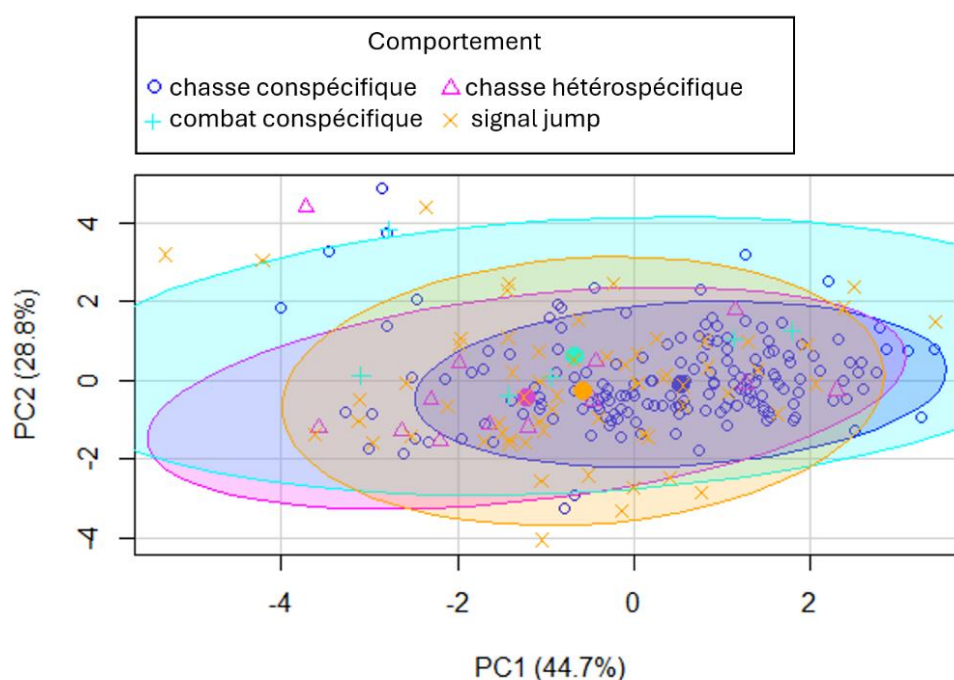


Fig. 35 : nuage de points de PC1 par rapport à PC2, d'après l'ACP des six paramètres acoustiques des sons associées aux quatre comportements de *Dascyllus reticulatus*. Les ellipses de concentration représentent 95% des observations. Leurs centres sont représentés par des ronds pleins.

3.2.2 *Dascyllus carneus*

Les sons du signal-jump, de la chasse conspécifique et de la chasse hétérospécifique ont été analysés. Le nombre de combat conspécifique ($n = 2$) était trop faible pour supporter une analyse statistique. La durée du son, le nombre de pulsations, la durée d'une pulsation et la fréquence dominante varient significativement d'un point de vue statistique en fonction des comportements pour *D. carneus* (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2 = 21,672$; 19,769 ; 7,766 et 38,175 ; ddl = 2 ; $p < 0,05$, Annexe 10). Pour la période de pulsation et la durée d'inter-pulsation, il n'y a pas de différence significative (Annexe 11). La durée du son est plus élevée pour le signal jump, que pour les chasses conspécifique et hétérospécifique (Fig. 36, Annexe 11). Le nombre de pulsations du signal jump est plus élevé que celui de la chasse hétérospécifique (Fig. 37, Annexe 11). La durée d'une pulsation est plus grande pour le signal jump que pour la chasse conspécifique (Fig. 38, Annexe 11). La fréquence dominante est plus faible pour le signal jump que pour les chasses conspécifique et hétérospécifique (Fig. 39, Annexe 11).

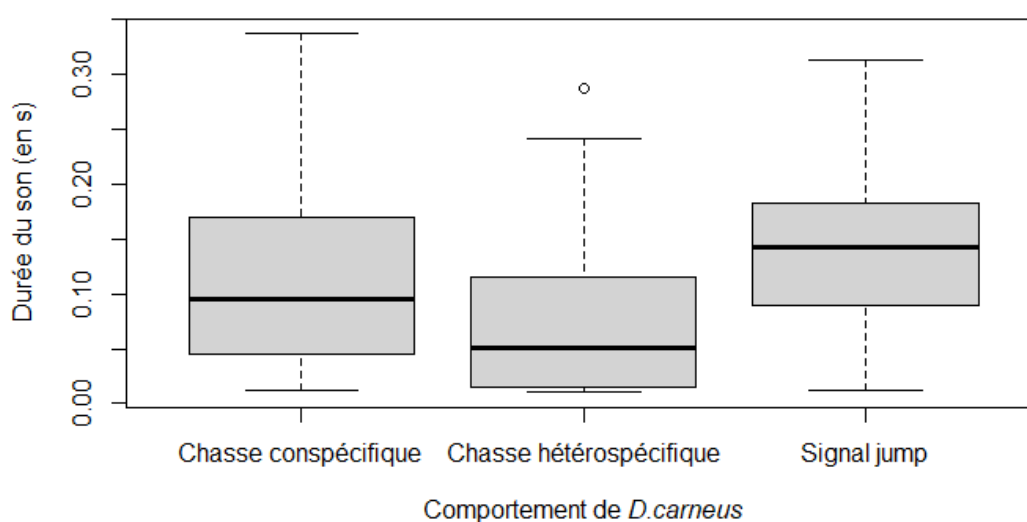


Fig 36 : comparaison de la durée du son (en s) en fonction des comportements de *Dascyllus carneus*. Les boîtes représentent la médiane $\pm$ l'espace interquartile (EQR) et les lignes représentent $Q1-1,5 \text{ EQR}$ et $Q3+1,5 \text{ EQR}$.

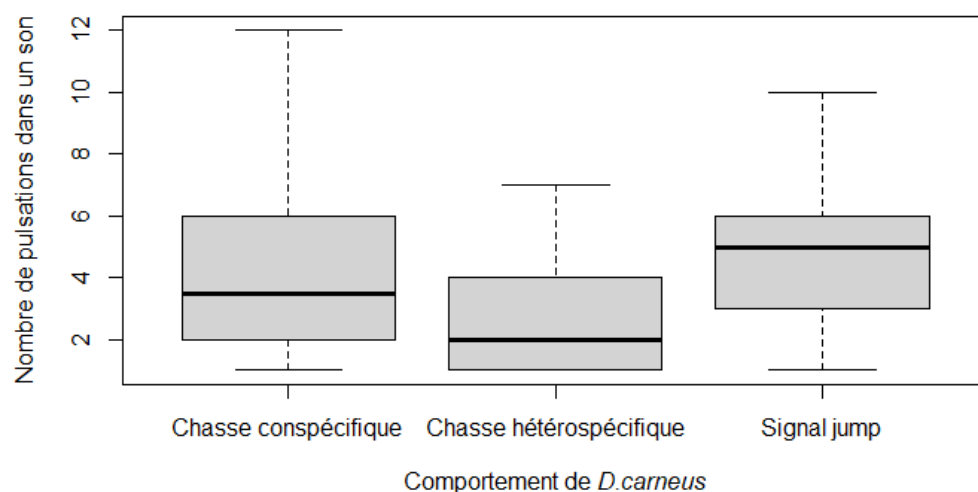


Fig 37 : comparaison du nombre de pulsations en fonction des comportements de *Dascyllus carneus*. Les boîtes représentent la médiane $\pm$ l'espace interquartile (EQR) et les lignes représentent Q1-1,5 EQR et Q3+1,5 EQR.

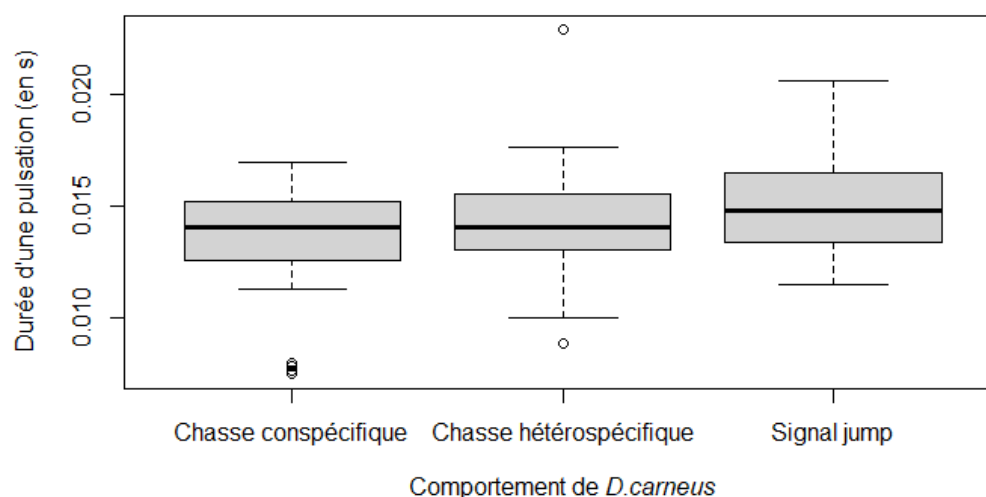


Fig 38 : comparaison de la durée d'une pulsation (en s) en fonction des comportements de *Dascyllus carneus*. Les boîtes représentent la médiane $\pm$ l'espace interquartile (EQR) et les lignes représentent Q1-1,5 EQR et Q3+1,5 EQR.

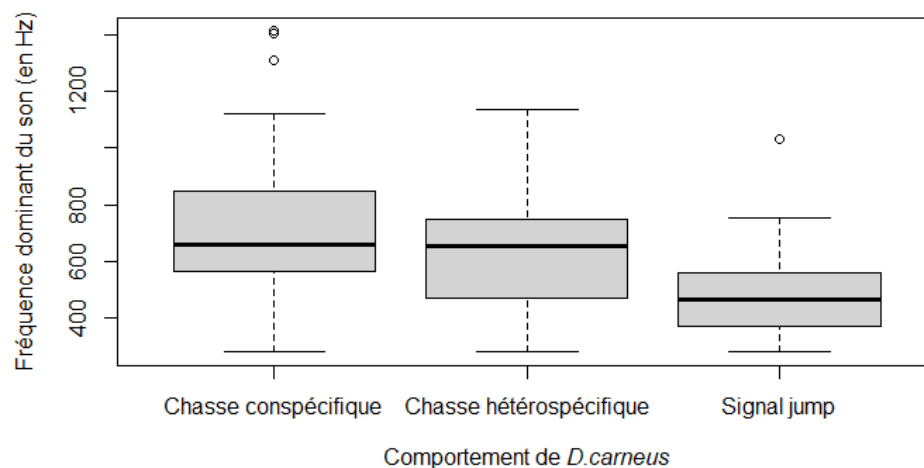


Fig 39 : comparaison de la fréquence dominante (Hz) en fonction des comportements de *Dascyllus carneus*. Les boîtes représentent la médiane $\pm$ l'espace interquartile (EQR) et les lignes représentent Q1-1,5 EQR et Q3+1,5 EQR.

L'ACP a montré que PC1 et PC2, expliquant respectivement 40,3% et 30,9% de la variance, distinguent significativement les sons en fonction des comportements (Fig. 40) (test de Kruskal-Wallis : $\chi^2 = 11,91$ et $15,09$, ddl = 2, $p < 0,05$, Annexe 12). PC1 est fortement corrélée à la durée du son et au nombre de pulsations ($R_s = 0,85$ et $0,87$, $p < 0,001$, Annexe 13). PC2 est fortement corrélée à la période d'une pulsation et à la durée d'inter-pulsation ($R_s = 0,92$ et $0,60$, $p < 0,001$, Annexe 13). PC1 sépare significativement les sons de signal jump de ceux des deux chasses (test *post hoc* de Dunn, $Z = -2,61$ et $-3,01$; $p < 0,05$, Annexe 14). PC2 sépare significativement les sons de signal jump de ceux de la chasse conspécifique ($R_s = -3,74$; $p < 0,001$, Annexe 14).

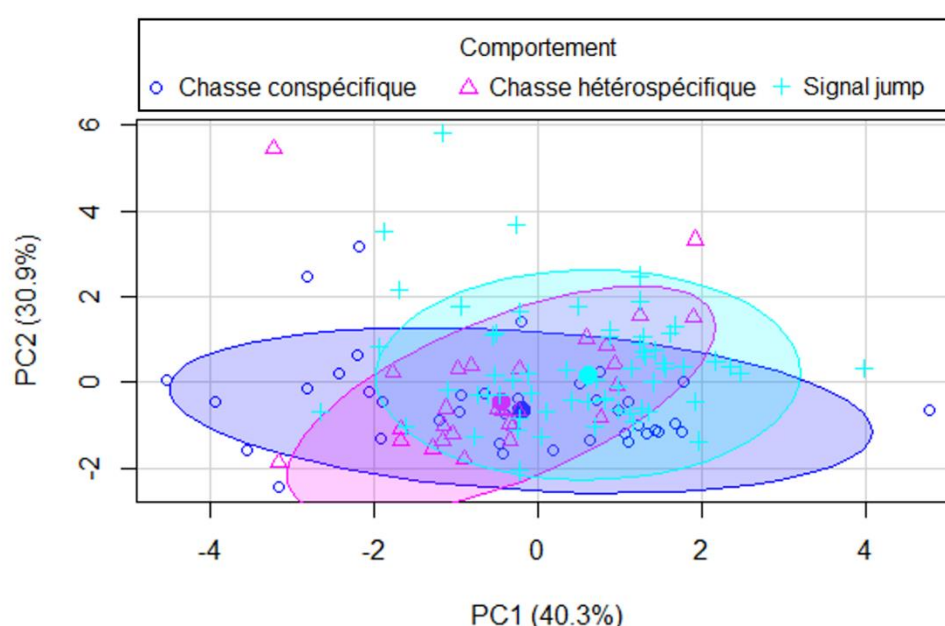


Fig 40 : nuage de points de PC1 par rapport à PC2, d'après l'ACP des six paramètres acoustiques des sons associées aux trois comportements de *Dascyllus carneus*. Les ellipses de concentration représentent 95% des observations. Leurs centres sont représentés par des ronds pleins.

3.3 Comparaison entre *Dascyllus carneus* et *Dascyllus reticulatus*

Les résultats de l'analyse en composante principale ont montré que les sons de signal jump des deux espèces ne se différencient pas significativement d'un point de vue statistique (Fig. 41, Annexe 15 et 16).

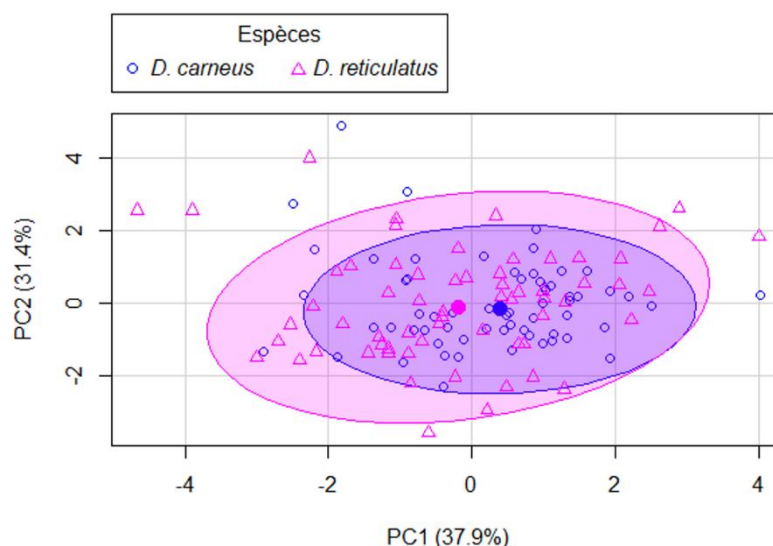


Fig 41 : nuage de points de PC1 par rapport à PC2, d'après l'ACP des six paramètres acoustiques des sons associées aux signal jumps de *Dascyllus carneus* et *Dascyllus reticulatus*. Les ellipses de concentration représentent 95% des observations. Leurs centres sont représentés par des ronds pleins.

L'analyse en composante principale a montré que PC1 et PC2, expliquant respectivement 46,5% et 28,7% de la variance, séparent significativement d'un point de vue statistique les sons des chasses conspécifiques des deux espèces (Fig. 42) (test de Wilcoxon : $W = 4555$ et 5196 ; $p < 0.001$, Annexe 17). PC1 est fortement corrélée à la durée du son ainsi qu'au nombre de pulsations ($R_s = 0,88$ et $0,88$; $p < 0.001$, Annexe 18). PC2 est fortement corrélée à la période de pulsation ($R_s = 0,91$; $p < 0.001$, Annexe 18).

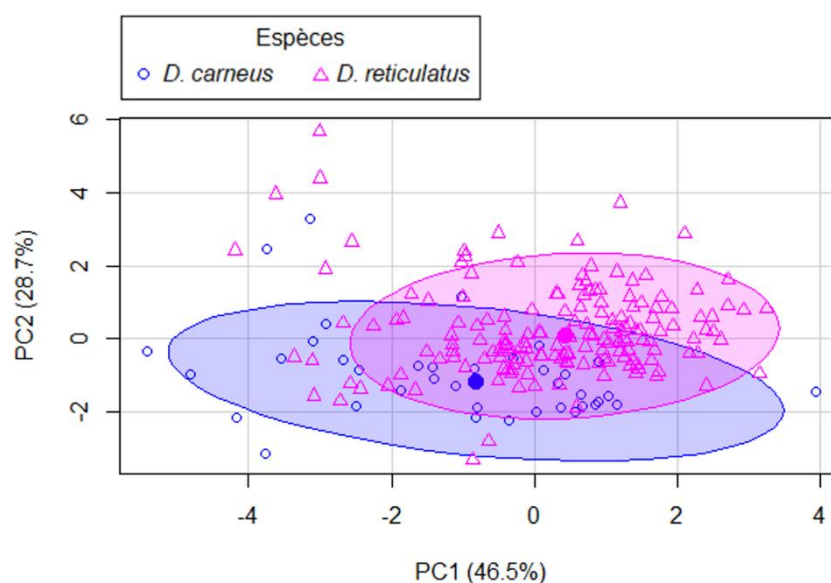


Fig 42 : nuage de points de PC1 par rapport à PC2, d'après l'ACP des six paramètres acoustiques des sons associées à la chasse conspécifique de *Dascyllus carneus* et *Dascyllus reticulatus*. Les ellipses de concentration représentent 95% des observations. Leurs centres sont représentés par des ronds pleins.

Les résultats de l'analyse en composante principale ont montré que les sons des chasses hétérospécifiques des deux espèces ne se différencient pas significativement d'un point de vue statistique (Fig. 43, Annexe 19).

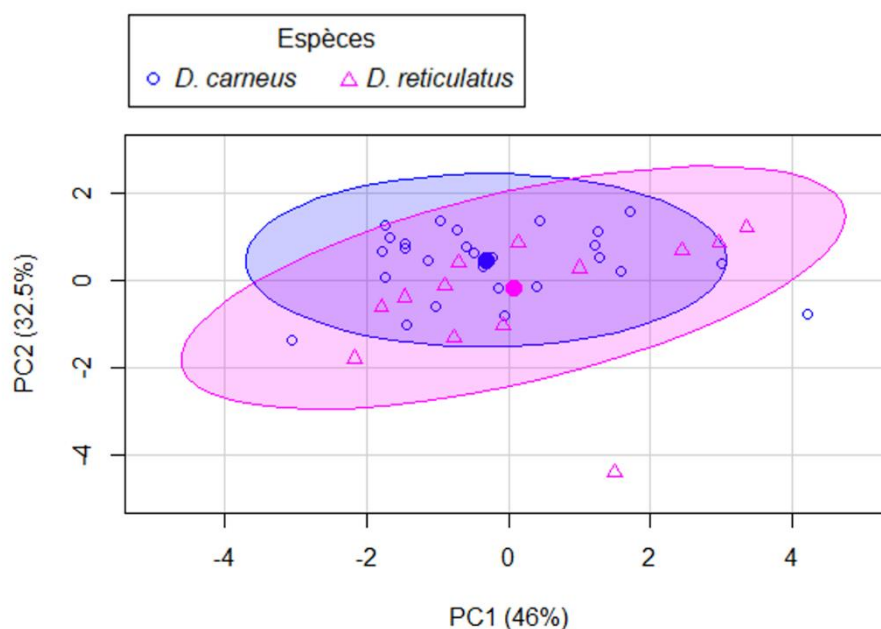


Fig 43 : nuage de points de PC1 par rapport à PC2, d'après l'ACP des six paramètres acoustiques des sons associées à la chasse hétérospécifique de *Dascyllus carneus* et *Dascyllus reticulatus*. Les ellipses de concentration représentent 95% des observations. Leurs centres sont représentés par des ronds pleins.

4. Discussion

4.1 Types de sons

Les résultats montrent que *Dascyllus carneus* et *D. reticulatus* sont capables d'émettre du son au moins lors de quatre comportements différents : le signal jump, la chasse conspécifique, la chasse hétérospécifique et le combat conspécifique. La production sonore lors de différents comportements a également été mise en évidence chez *Dascyllus abudafur* (Parmentier et al., 2022), *D. albisella* (Lobel & Mann, 1995; Mann & Lobel, 1998), *D. aruanus* (Parmentier et al., 2009, 2022; Scalbert, 2019), *D. flavicaudus* (Parmentier et al., 2009, 2010), et *D. trimaculatus* (Laboury, 2021; Luh & Mok, 1986; Parmentier et al., 2009; Salbin, 2023). Chez ces dernières espèces, un son avait en plus été observé lors du mating-visting qui consiste en la visite du nid du mâle par une femelle et éventuellement par un épisode de reproduction. En l'absence de ce type de comportements sur les vidéos, il n'est pas possible de déterminer s'ils sont associés à des sons mais cela ne peut non plus être exclu.

4.2 Comparaison des sons associés aux différents comportements

4.2.1 *Dascyllus reticulatus*

Les types de sons diffèrent significativement par leur durée, le nombre de pulsations, la durée de pulsation, la durée d'inter-pulsation et la fréquence dominante. Cela est visible le long de la première composante principale de l'ACP, mais de grands recouvrements sont présents. Ainsi, tous les types de sons ne se distinguent pas les uns des autres et les recouvrements sont très importants comme on peut le voir sur l'ACP (Fig. 35). La faible différenciation des types de sons laisse supposer que la modalité visuelle serait particulièrement importante pour la communication chez *Dascyllus reticulatus*. Cela pourrait également expliquer le fait que, contrairement aux autres espèces de *Dascyllus*, *D. reticulatus* n'effectue qu'un signal jump et donc qu'un seul son par séquence de signal jump. L'importance de la communication visuelle chez cette espèce pourrait également se démontrer par l'importante proportion de signal jumps réalisés sans production de sons associée (observations personnelles). L'importance de la communication visuelle a été mise en évidence dans différents taxa (Levine et al., 1980). Par exemple, elle est particulièrement

importante chez *Torquineger albomaculosus*, qui réalise de grandes et complexes structures dans le sable pour attirer la femelle (Kawase et al., 2013, 2015). Elle est également importante chez les Cichlidae, chez qui les signaux visuels servent à la reconnaissance interspécifique (Castro et al., 2009; Jordan et al., 2003; Kidd et al., 2006; Knight & Turner, 1999). Certains Cichlidae utilisent, en plus de signaux visuels, des signaux acoustiques lors de la reproduction (Amorim et al., 2004).

Les paramètres séparant le mieux les types de sons sont la durée du son, le nombre de pulsations et la durée d'inter-pulsation. Les sons de la chasse conspécifique sont plus longs et contiennent plus de pulsations que les sons de signal jump. La seule espèce présentant cette même différence est *D. trimaculatus* (population des Philippines) (Salbin, 2023). Les données de cette dernière étude proviennent de la même campagne d'échantillonnage que celles utilisées dans notre étude et ont également été collectées à Imorigue Bay, mais aussi à Shark Fin Bay et à Imuruan Bay dans la province de Palawan. Cette différence distingue *D. reticulatus* et *D. trimaculatus* (population des Philippines) des autres espèces de *Dascyllus*, qui présentent toutes des sons de signal jump plus longs et avec plus de pulsations que les sons de chasse conspécifique (Mann & Lobel, 1998; Parmentier et al., 2010, 2022). La raison de ces sons de chasse conspécifique particulièrement longs chez les *Dascyllus* des Philippines reste inconnue.

Les sons de la chasse hétérospécifique sont plus courts et contiennent moins de pulsations que ceux pour la chasse conspécifique. Ceci a également été observé chez *D. albisella* (Laboury, 2021) et *D. flavicaudus* (Parmentier et al., 2010). Chez *D. albisella*, les sons envers des individus d'autres espèces sont le plus souvent courts et composés d'une ou deux pulsations. Lorsqu'ils sont dirigés vers des conspécifiques, les sons sont majoritairement composés de trois à onze pulsations (Mann & Lobel, 1998). Cette différence de durée de son pourrait refléter une différence d'intention. En effet, les hétérospécifiques peuvent être de potentiels prédateurs pour *D. albisella* (ex : *Cheilinus unifasciatus*) ou pour ses œufs (ex : *Chaetodon lunulatus* et *Forcipiger flavissimus*) alors que les conspécifiques ne représentent qu'une potentielle menace territoriale (Mann & Lobel, 1998). *Dascyllus reticulatus* a été observé chassant des *Dascyllus aruanus*, un *Chaetodon Kleinii* et des Labridae (*Macropharyngodon negrosensis* et *Thalasoma lunare*). Les Labridae représentent une menace potentielle pour *D. reticulatus* tandis que *Chaetodon Kleinii* représente un danger potentiel pour les œufs (Pratchett & Cole, 2013; Sandin & Williams, 2010). Cette différence montre que *D. reticulatus*, comme *D.*

albisella, serait capable de différencier ses congénères d'individus d'autres espèces (Mann & Lobel, 1998).

Dascyllus reticulatus a également été observé changeant de couleur lors du comportement de cour. Sa tête devient noire. Des changements de couleur ont également été observés chez *D. flavicaudus* et *D. trimaculatus* pendant le signal jump (Laboury, 2021; Parmentier et al., 2010). Ce changement de couleur pourrait être dû à une motivation plus importante de la part du mâle lors de la reproduction (Parmentier et al., 2010).

4.2.2 *Dascyllus carneus*

Comme cela a été montré par le passé chez *Dascyllus abudafur* (Parmentier et al., 2022), *D. albisella* (Lobel & Mann, 1995; Mann & Lobel, 1998), *D. aruanus* (Parmentier et al., 2009, 2022; Scalbert, 2019), *D. flavicaudus* (Parmentier et al., 2009, 2010) et *D. trimaculatus* (Laboury, 2021; Luh & Mok, 1986; Parmentier et al., 2009; Salbin, 2023), les sons associés à différents comportements sont spécifiques, signifiant que l'écoute pourrait permettre d'identifier le comportement associé. Chaque type de sons transmet un message précis, ce qui montre l'importance de la communication acoustique pour cette espèce.

Les résultats montrent que l'on peut regrouper les sons des chasses conspécifique et hétérospécifique et qu'ils se distinguent de ceux du signal jump. Comme c'est le cas chez *D. aruanus* (Parmentier et al., 2022; Scalbert, 2019), *D. flavicaudus* (Parmentier et al., 2010) et *D. trimaculatus* (population de Polynésie française et de l'Océan Indien) (Salbin, 2023), le signal jump apparaît être plus long que les autres types de sons en raison d'un nombre de pulsations plus élevé. Cette différence entre les sons du signal jump et ceux des chasses pourrait être liée à la distance entre les poissons émetteurs et récepteurs (Mann & Lobel, 1998). Lors d'une chasse, le poisson émetteur se trouve en général à une, voire deux, longueur de corps du poisson poursuivi. Sur la colonie, les individus gravitent autour de la tête de corail, s'en éloignant relativement et créant parfois des distances importantes entre individus. La distance entre le mâle émetteur et les femelles potentielles peut donc être plus importante pour le signal jump (Mann & Lobel, 1998). Le son produit lors du signal jump a ainsi besoin d'être entendu sur de plus grandes distances, ce qui est facilité par une durée du son et un nombre de pulsations plus grands (Mann & Lobel, 1998). L'augmentation du nombre de pulsations

permettrait de contrebalancer l'effet d'atténuation du message sur de longues distances. En émettant plusieurs pulsations par son, la probabilité qu'une partie des sons atteigne leur destinataire s'en trouve améliorée (Shannon, 1948; Weaver, 1953).

Alors que le mécanisme de production de sons est similaire quel que soit le type de son, il est étonnant de constater que les sons réalisés lors des chasses sont plus aigus ce qui traduit une fréquence dominante plus haute que les sons réalisés lors du signal jump. Chez les *Dascyllus* (Laboury, 2021; Mann & Lobel, 1998; Parmentier et al., 2010, 2022; Salbin, 2023) et d'autres Pomaenridae comme les *Amphiprion* (Colley et al., 2009) ou les *Stegastes* (Myrberg et al., 1993), la taille du poisson est négativement corrélée à la fréquence du son émis : les plus petits poissons émettent des sons de fréquence plus élevée (Lobel & Mann, 1995; Mann & Lobel, 1997). La différence observée dans les fréquences associées aux sons serait donc fonction de l'émetteur. Ce sont les mâles, qui sont aussi les plus gros individus, qui émettent des sons lors des signal jumps alors que les chasses peuvent être réalisées par tous les individus, y compris des plus petits (Laboury, 2021).

Les sons du signal jump se distinguent également de ceux de la chasse conspécifique par la durée de pulsation. Les sons de signal jump ont une durée de pulsation plus grande que ceux de la chasse conspécifique. Cette différence a également été observée chez *D. flavicaudus* (Parmentier et al., 2010). Chez les Pomacentridae, la durée de pulsation est aussi positivement corrélée à la taille du poisson (Colley et al., 2009; Lobel et Mann, 1995). Les poissons les plus gros (c'est-à-dire ceux réalisant le signal jump) produisent des sons avec une durée de pulsation plus élevée.

Dascyllus carneus change de couleur lors du comportement de cour : sa robe se fonce ce qui rend la tache blanche sur ses flancs plus visible. Un changement de couleur a également été observé chez *D. flavicaudus* (Parmentier et al., 2010) et *D. trimaculatus* (Laboury, 2021). Ce changement de couleur peut être attribué à une motivation plus importante de la part du mâle (Parmentier et al., 2010). En effet, lorsque les individus arboraient ce pattern de coloration, ils effectuaient des séquences de plusieurs signal jumps. Lorsqu'ils avaient le « pattern de base », ils effectuaient en grande majorité des signal jumps singuliers.

4.3 Comparaison entre *Dascyllus carneus* et *Dascyllus reticulatus*

Les sons de signal jump et de la chasse hétérospécifique ne se distinguent pas entre *Dascyllus carneus* et *D. reticulatus*. Une absence de différenciation dans les sons a déjà été observée chez différentes espèces de poissons-chats du même genre (Raick et al., 2022). Dans ce groupe d'espèces, les sons sont considérés comme étant aposématiques et dirigés vers différents types de prédateurs, soulignant que le caractère spécifique du son est moins important. Cependant, étant donné l'importance supposée des sons dans les comportements de reproduction, l'absence de différence entre *D. carneus* et *D. reticulatus* est surprenante car elle fragilise les barrières prézygotiques et va à l'encontre de ce qui est communément admis dans la communication liée à la reproduction. Jusqu'à présent, les comparaisons entre les espèces de *Dascyllus* ont régulièrement montré des différences significatives entre les sons associés aux signal jumps. Il reste vrai cependant que les contraintes sur les sons peuvent être moins importantes car le comportement de cour associe chez ces espèces des mouvements précis et différents patrons de coloration. Étant donné que les deux espèces se situent dans deux bassins océaniques distincts, sans probabilité de rencontre, la pression sur les besoins de différenciation est moindre, laissant plus de libertés dans la variabilité des paramètres. Le besoin de distinction pour parer à l'hybridation n'est pas rencontré (McCafferty et al., 2002).

En revanche, les sons de chasse conspécifique se distinguent entre les espèces, probablement en raison de la spécificité particulière des chasses conspécifiques particulièrement longues de *D. reticulatus* aux Philippines.

En ce qui concerne la communication visuelle, les deux espèces réalisent le même mouvement lors du signal jump. Le poisson va réaliser une légère ascension dans la colonne d'eau suivie d'une descente rapide quasi verticale. Ce signal jump est similaire à celui réalisé par *D. aruanus*, qui réalise un mouvement de rotation vers l'avant et nage ensuite rapidement vers le bas (Parmentier et al., 2009). Chez *D. albisella*, *D. flavicaudus* et *D. trimaculatus*, la descente s'effectue sur le côté et non vers l'avant, comme chez *D. abudafur*, *D. aruanus*, *D. carneus*, *D. melanurus* et *D. reticulatus* (Parmentier et al., 2009; S. Laboury, communication personnelle). Cependant, *D. carneus* et *D. reticulatus* se distinguent par leur modification de pattern de couleur : *D. reticulatus* se retrouve avec la tête noire et le reste du corps blanc tandis que *D. carneus* se retrouve avec le corps jaune foncé et une tache blanche sur les flancs.

5. Conclusion

Cette étude a permis de mettre en évidence la production sonore chez *Dascyllus carneus* et *D. reticulatus* lors de quatre comportements : le signal jump, la chasse conspécifique, la chasse hétérospécifique et le combat hétérospécifique. Chez *D. carneus*, les sons émis varient en fonction des comportements, montrant l'importance de la communication acoustique pour cette espèce. Ceci n'est pas le cas pour *D. reticulatus*.

Les résultats montrent également que les sons produits lors du signal jump et de la chasse hétérospécifique sont similaires entre *D. carneus* et *D. reticulatus*. Cependant, les sons émis pendant la chasse conspécifique diffèrent entre les deux espèces. *Dascyllus carneus* et *D. reticulatus* se distinguent également par leurs changements de coloration.

6. Bibliographie

- Amorim, M. C. (2023). The role of acoustic signals in fish reproduction. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 154, 2959-2973. <https://doi.org/10.1121/10.0022353>
- Amorim, M. C. P., Knight, M. E., Stratoudakis, Y., & Turner, G. F. (2004). Differences in sounds made by courting males of three closely related Lake Malawi cichlid species. *Journal of Fish Biology*, 65(5), 1358-1371. <https://doi.org/10.1111/j.0022-1112.2004.00535.x>
- Amorim, M. C. P., Vasconcelos, R. O., & Fonseca, P. J. (2015). Fish Sounds and Mate Choice. In F. Ladich (Éd.), *Sound Communication in Fishes* (Vol. 4, p. 1-33). Springer Vienna. https://doi.org/10.1007/978-3-7091-1846-7_1
- Anzeer F, M., B Santhosh, S., Ks, A., & Abraham, M. (2018, décembre 6). Breeding and social behaviour of cloudy damselfish (*Dascyllus carneus* Fischer, 1885, Pisces : Pomacentridae) in captivity.
- Asoh, K., & Yoshikawa, T. (2003). Gonadal development and an indication of functional protogyny in the Indian damselfish (*Dascyllus carneus*). *Journal of Zoology*, 260(1), 23-39. <https://doi.org/10.1017/S0952836903003418>
- Au, W. W. L., & Hastings, M. C. (2008a). Emission of Social Sounds by Marine Animals. In *Principles of Marine Bioacoustics* (p. 401-500). Springer US. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-78365-9>
- Au, W. W. L., & Hastings, M. C. (2008b). *Principles of Marine Bioacoustics*. Springer US. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-78365-9>
- Boughman, J. W., & Moss, C. F. (2003). Social Sounds : Vocal Learning and Development of Mammal and Bird Calls. In A. M. Simmons, R. R. Fay, & A. N. Popper (Éds.), *Acoustic Communication* (Vol. 16, p. 138-224). Springer-Verlag. https://doi.org/10.1007/0-387-22762-8_4
- Bradbury, J. W., & Vehrencamp, S. L. (2011a). Signals and Communication. In *Principles of animal communication* (2nd ed). Sinauer Associates.
- Bradbury, J. W., & Vehrencamp, S. L. (avec Cornell laboratory of ornithology, & Cornell university). (2011b). *Principles of animal communication* (2nd ed). Sinauer associates.

- Castro, A. L. S., Gonçalves-de-Freitas, E., Volpato, G. L., & Oliveira, C. (2009). Visual communication stimulates reproduction in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 42(4), 368-374. <https://doi.org/10.1590/S0100-879X2009000400009>
- Colafrancesco, K. C., & Gridi-Papp, M. (2016). Vocal Sound Production and Acoustic Communication in Amphibians and Reptiles. In R. A. Suthers, W. T. Fitch, R. R. Fay, & A. N. Popper (Éds.), *Vertebrate Sound Production and Acoustic Communication* (Vol. 53, p. 51-82). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-27721-9_3
- Colleye, O., Frederich, B., Vandewalle, P., Casadevall, M., & Parmentier, E. (2009). Agonistic sounds in the skunk clownfish *Amphiprion akallopisos* : Size-related variation in acoustic features. *J Fish Biol* 74:1–9.
- Dent, M. L., Fay, R. R., & Popper, A. N. (Éds.). (2018). *Rodent Bioacoustics* (Vol. 67). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-92495-3>
- Eschmeyer, W. N., Fricke, R., & Fong, J. D. (2024). *Eschmeyer's Catalog of Fishes*. *Eschmeyer's Catalog of Fishes*. <https://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>
- Fine, M. L., & Parmentier, E. (2015). Mechanisms of Fish Sound Production. In *Sound Communication in Fishes* (Vol. 4). Springer Vienna. <https://doi.org/10.1007/978-3-7091-1846-7>
- Frédérich, B., Fabri, G., Lepoint, G., Vandewalle, P., & Parmentier, E. (2009). Trophic niches of thirteen damselfishes (Pomacentridae) at the Grand Récif of Toliara, Madagascar. *Ichthyological Research*, 56(1), 10-17. <https://doi.org/10.1007/s10228-008-0053-2>
- Frédérich, B., Olivier, D., Gajdzik, L., & Eric, P. (2016). Trophic Ecology of the Damselfishes. In *Biology of Damselfishes*. CRC Press.
- Frédérich, B., & Parmentier, E. (2016a). *Biology of Damselfishes*. CRC Press.
- Frédérich, B., & Parmentier, E. (2016b). Meet the Damselfishes. In *Biology of Damselfishes* (p. 1-12). CRC Press, Taylor & Francis.

- Gerber, R. P., & Marshall, N. (1974). Ingestion of detritus by the lagoon pelagic community at Eniwetok Atoll. *Limnology and Oceanography*, 19(5), 815-824.
<https://doi.org/10.4319/lo.1974.19.5.0815>
- Godwin, J. (1995). PHYLOGENETIC AND HABITAT INFLUENCES ON MATING SYSTEM STRUCTURE IN THE HUMBUG DAMSELFISHES (*DASCYLLUS*, POMACENTRIDAE).
- Hasiniaina, A. F., Radespiel, U., Kessler, S. E., Rina Evasoa, M., Rasoloharijaona, S., Randrianambinina, B., Zimmermann, E., Schmidt, S., & Scheumann, M. (2020). Evolutionary significance of the variation in acoustic communication of a cryptic nocturnal primate radiation (*Microcebus spp.*). *Ecology and Evolution*, 10(8), 3784-3797. <https://doi.org/10.1002/ece3.6177>
- Hattori, A., & Casadevall, M. (2016). Sex Change Strategies and Group Structures of Damselfishes. In *Biology of the Damselfishes*. CRC Press.
- Hedwig, B. (Éd.). (2014). *Insect Hearing and Acoustic Communication (Vol. 1)*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-40462-7>
- Helfman, G. S., Collette, B. B., Facey, D. E., & Bowen, B. W. (2009). *The Diversity of Fishes : Biology, Evolution, and Ecology*. John Wiley & Sons.
- Janik, V. M. (2009). Chapter 4 Acoustic Communication in Delphinids. In *Advances in the Study of Behavior (Vol. 40, p. 123-157)*. Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S0065-3454\(09\)40004-4](https://doi.org/10.1016/S0065-3454(09)40004-4)
- Jordan, R., Kellogg, K., Juanes, F., & Stauffer, J. (2003). Evaluation of Female Mate Choice Cues in a Group of Lake Malawi Mbuna (Cichlidae). *Copeia*, 2003(1), 181-186.
[https://doi.org/10.1643/0045-8511\(2003\)003\[0181:EOFMCC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1643/0045-8511(2003)003[0181:EOFMCC]2.0.CO;2)
- Kaplan, G. (2014). Animal communication. *WIREs Cognitive Science*, 5(6), 661-677.
<https://doi.org/10.1002/wcs.1321>
- Kawase, H., Okata, Y., & Ito, K. (2013). Role of Huge Geometric Circular Structures in the Reproduction of a Marine Pufferfish. *Scientific Reports*, 3(1), 2106.
<https://doi.org/10.1038/srep02106>

- Kawase, H., Okata, Y., Ito, K., & Ida, A. (2015). Spawning behavior and paternal egg care in a circular structure constructed by pufferfish, *Torquigener albomaculosus* (Pisces : Tetraodontidae). *Bulletin of Marine Science*, Vol 91, No 1. <http://dx.doi.org/10.5343/bms.2014.1055>
- Kidd, M. R., Danley, P. D., & Kocher, T. D. (2006). A direct assay of female choice in cichlids : All the eggs in one basket. *Journal of Fish Biology*, 68(2), 373-384. <https://doi.org/10.1111/j.0022-1112.2006.00896.x>
- Knight, M. E., & Turner, G. F. (1999). Reproductive isolation among closely related Lake Malawi cichlids : Can males recognize conspecific females by visual cues? *Animal Behaviour*, 58(4), 761-768. <https://doi.org/10.1006/anbe.1999.1206>
- Kroodsma, D. E., & Miller, E. H. (1996). *Ecology and Evolution of Acoustic Communication in Birds*. Cornell University Press. <https://doi.org/10.7591/9781501736957>
- Laboury, S. (2021). Étude de la communication acoustique chez *Dascyllus trimaculatus* (Pomacentridae).
- Ladich, F. (1997). Agonistic behaviour and significance of sounds in vocalizing fish. *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology*, 29(1-4), 87-108. <https://doi.org/10.1080/10236249709379002>
- Ladich, F. (2004). Sound Production and Acoustic Communication. In G. von der Emde, J. Mogdans, & B. G. Kapoor (Éds.), *The Senses of Fish : Adaptations for the Reception of Natural Stimuli* (p. 210-230). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-007-1060-3_10
- Ladich, F. (Éd.). (2015). *Sound Communication in Fishes* (Vol. 4). Springer Vienna. <https://doi.org/10.1007/978-3-7091-1846-7>
- Ladich, F., & Myrberg, A. A. (2006). Agonistic Behavior and Acoustic Communication. In F. Ladich, S. P. Collin, P. Moller, & B. G. Kapoor (Éds.), *Communication in Fishes* (Vol. 1, p. 121-148). Sciences Publishers.
- Lecchini, D., Beldade, R., Frédérick, B., & Parmentier, É. (2016). Reproduction and Larval Recruitment in Damselfishes. In B. Frédérick & É. Parmentier (Éds.), *Biology of Damselfishes* (p. 31-54). CRC Press, Taylor & Francis.

- Levine, J. S., Lobel, P. S., & MacNichol, E. F. (1980). Visual Communication in Fishes. In M. A. Ali (Éd.), *Environmental Physiology of Fishes* (p. 447-475). Springer US.
https://doi.org/10.1007/978-1-4899-3659-2_17
- Lobel, P. S., & Mann, D. A. (1995). Spawning Sounds of the Damselfish, *Dascyllus Albisella* (pomacentridae), and Relationship to Male Size. *Bioacoustics*, 6(3), 187-198.
<https://doi.org/10.1080/09524622.1995.9753289>
- Luh, H. K., & Mok, H. K. (1986). Sound production in the domino damselfish, *Dascyllus trimaculatus* (Pomacentridae) under laboratory conditions. *Japanese Journal of Ichthyology*, 33(1), 70-74. <https://doi.org/10.1007/BF02905563>
- Manisha, B., Padimi, V., Mishra, V., & Singh, D.-S. (2023). COMMUNICATION IN INSECTS : A REVIEW. *Journal of Experimental Zoology India*, 26, 1317-1327.
<https://doi.org/10.51470/jez.2023.26.2.1317>
- Mann, D. A., & Lobel, P. S. (1995). Passive Acoustic Detection of Sounds Produced by the Damselfish, *Dascyllus Albisella* (pomacentridae). *Bioacoustics*, 6(3), 199-213.
<https://doi.org/10.1080/09524622.1995.9753290>
- Mann, D. A., & Lobel, P. S. (1997). Propagation of damselfish (Pomacentridae) courtship sounds. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 101(6), 3783-3791.
<https://doi.org/10.1121/1.418425>
- Mann, D. A., & Lobel, P. S. (1998). Acoustic behavior of the damselfish *Dascyllus albisella* : Behavioral and geographic variation. *Environmental Biology of Fishes*, 51(4), 421-428.
<https://doi.org/10.1023/A:1007410429942>
- Mann, D. A., & Sancho, G. (2007). Feeding Ecology of the Domino Damselfish, *Dascyllus albisella*. *Copeia*, 2007(3), 566-576.
- McCafferty, S., Bermingham, E., Quenouille, B., Planes, S., Hoelzer, G., & Asoh, K. (2002). Historical biogeography and molecular systematics of the Indo-Pacific genus *Dascyllus* (Teleostei : Pomacentridae). *Molecular Ecology*, 11(8), 1377-1392.
<https://doi.org/10.1046/j.1365-294X.2002.01533.x>

- McCord, C. L., Nash, C. M., Cooper, W. J., & Westneat, M. W. (2021). Phylogeny of the damselfishes (Pomacentridae) and patterns of asymmetrical diversification in body size and feeding ecology. *PLOS ONE*, 16(10), e0258889. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0258889>
- Myrberg, A. A., Ha, S. J., & Shablott, M. J. (1993). The sounds of bicolor damselfish (*Pomacentrus partitus*) : Predictors of body size and a spectral basis for individual recognition and assessment. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 94(6), 3067-3070. <https://doi.org/10.1121/1.407267>
- Myrberg, A. A., Spanier, E., & Ha, S. J. (1978). Temporal patterning in acoustic communication. In *Contrasts in behaviour* (E. S. Riss, F. J. Lighter, p. 137-179). Wiley.
- Myrberg, Arthur. (1981). Sound Communication and Interception in Fishes. In *Hearing and Sound Communication in Fishes* (p. 395-426). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-7186-5_20
- Narins, P. M., & Feng, A. S. (2006). Hearing and Sound Communication in Amphibians : Prologue and Prognostication. In P. M. Narins, A. S. Feng, R. R. Fay, & A. N. Popper (Éds.), *Hearing and Sound Communication in Amphibians* (Vol. 28, p. 1-11). Springer New York. https://doi.org/10.1007/978-0-387-47796-1_1
- Oliver, S. J., & Lobel, P. S. (2013). Direct mate choice for simultaneous acoustic and visual courtship displays in the damselfish, *Dascyllus albisella* (Pomacentridae). *Environmental Biology of Fishes*, 96(4), 447-457. <https://doi.org/10.1007/s10641-012-0028-z>
- Olivier, D. (2015). The cerato-mandibular ligament : A key trait in the diversification of damselfishes (Pomacentridae). Université de Liège.
- Olivier, D., Frédérick, B., & Parmentier, E. (2016). Cerato-mandibular ligament : A key trait in damselfishes? In B. Frédérick & E. Parmentier (Éds.), *Biology of Damselfishes* (p. 291-309). CRC Press, Taylor & Francis.
- Parmentier, E., Colleye, O., Fine, M. L., Frédérick, B., Vandewalle, P., & Herrel, A. (2007). Sound Production in the Clownfish *Amphiprion clarkii*. *Science*, 316(5827), 1006-1006. <https://doi.org/10.1126/science.1139753>

- Parmentier, E., Kéver, L., Casadevall, M., & Lecchini, D. (2010). Diversity and complexity in the acoustic behaviour of *Dacyllus flavicaudus* (Pomacentridae). *Marine Biology*, 157(10), 2317-2327. <https://doi.org/10.1007/s00227-010-1498-1>
- Parmentier, E., Lecchini, D., Frederich, B., Brie, C., & Mann, D. (2009). Sound production in four damselfish (*Dascyllus*) species : Phyletic relationships?: SOUND PRODUCTION IN DASCYLLUS. *Biological Journal of the Linnean Society*, 97(4), 928-940. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.2009.01260.x>
- Parmentier, É., Lecchini, D., & Mann, D. A. (2016). Sound Production in Damselfishes. In B. Frédérick & E. Parmentier (Éds.), *Biology of Damselfishes* (p. 204-228). CRC Press, Taylor & Francis.
- Parmentier, E., Scalbert, R., Raick, X., Gache, C., Frédérick, B., Bertucci, F., & Lecchini, D. (2022). First use of acoustic calls to distinguish cryptic members of a fish species complex. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 195(3), 964-975. <https://doi.org/10.1093/zoolinnean/zlab056>
- Pratchett, M. S., & Cole, A. J. (2013). Diversity in Diet and Feeding Behaviour of Butterflyfishes : Reliance on Reef Corals versus Reef Habitats. In M. L. Berumen, B. G. Kapoor, & M. S. Pratchett, *Biology of Butterflyfishes*.
- Pratchett, M. S., Hoey, A. S., Wilson, S. K., Hobbs, J.-P. A., & Allen, G. R. (2016). Habitat-use and Specialisation among Coral Reef Damselfishes. In B. Frédérick & E. Parmentier (Éds.), *Biology of Damselfishes*. CRC Press, Taylor & Francis.
- Quam, R. M., Ramsier, M. A., Fay, R. R., & Popper, A. N. (Éds.). (2017). *Primate Hearing and Communication* (Vol. 63). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-59478-1>
- Raick, X., Koussa, A., Zawadzki, C. H., Kurchevski, G., Godinho, A. L., & Parmentier, E. (2022). Sounds and associated morphology of *Hypostomus* species from South-East Brazil. *Journal of Zoology*, 317(2), 77-91. <https://doi.org/10.1111/jzo.12967>
- Randall, H. A., & Allen, G. R. (1977). A revision of the damselfish genus *Dascyllus* (Pomacentridae) with the description of a new species. *Records of the Australian Museum*, 31(9), 349-385. <https://doi.org/10.3853/j.0067-1975.31.1977.217>

- Sakanoue, R., & Sakai, Y. (2022). Cryptic bachelor sex change in harem colonial groups of the coral-dwelling damselfish *Dascyllus reticulatus*. *Journal of Ethology*, 40(2), 181-192. <https://doi.org/10.1007/s10164-022-00748-z>
- Salbin, E. (2023). Comparaison de la communication acoustique de *Dascyllus trimaculatus* au sein de l'Indo-Pacifique.
- Sandin, S. A., & Williams, I. (2010). Trophic Classifications of Reef Fishes from the Tropical U.S. Pacific (Version 1.0). <https://escholarship.org/uc/item/5394f7m3>
- Scalbert, R. (2019). Etude de la communication acoustique chez *Dascyllus aruanus* (Pomacentridae) : Premier apport dans l'identification d'une cline acoustique chez les téléostéens.
- Schwarz, A. L., & Smith, L. (1990). SEX CHANGE IN THE DAMSELFISH *DASCYLLUS RETICULATUS* (RICHARDSON) (PERCIFORMES: POMACENTRIDAE). *BULLETIN OF MARINE SCIENCE*, 46.
- Shannon, C. E. (1948). A mathematical theory of communication. *The Bell System Technical Journal*, 27(3), 379-423. *The Bell System Technical Journal*. <https://doi.org/10.1002/j.1538-7305.1948.tb01338.x>
- Tang, K. L., Stiassny, M. L. J., Mayden, R. L., & DeSalle, R. (2021). Systematics of Damselfishes. *Ichthyology & Herpetology*, 109(1). <https://doi.org/10.1643/i2020105>
- Weaver, W. (1953). Recent Contributions to the Mathematical Theory of Communication. *ETC: A Review of General Semantics*, 10(4), 261-281.
- Webb, J. F., Fay, R. R., & Popper, A. N. (Éds.). (2008a). *Fish bioacoustics*. Springer.
- Webb, J. F., Fay, R. R., & Popper, A. N. (2008b). Introduction to Fish Bioacoustics. In *Fish bioacoustics* (p. 1-12). Springer.
- Zelick, R., Mann, D. A., & Popper, A. N. (1999). Acoustic Communication in Fishes and Frogs. In R. R. Fay & A. N. Popper (Éds.), *Comparative Hearing : Fish and Amphibians* (Vol. 11, p. 363-411). Springer New York. https://doi.org/10.1007/978-1-4612-0533-3_9

7. Annexes

Annexe 1 : Statistiques descriptives pour les six paramètres acoustiques des sons produits par *Dascyllus reticulatus*.

	N	Moyenne	Minimum	Maximum	Ecart-type
Durée du son (en s)					
Signal jump	63	0,14615	0,0159	0,3203	0,06231302
Chasse conspécifique	171	0,17550	0,0118	0,3402	0,06981986
Chasse hétérospécifique	14	0,11017	0,0108	0,2783	0,07353869
Combat conspécifique	7	0,16190	0,0091	0,2838	0,09452825

Nombre de pulsations dans un son

Signal jump	63	5	2	9	2
Chasse conspécifique	171	6	1	10	2
Chasse hétérospécifique	14	4	1	9	2
Combat conspécifique	7	5	1	8	3

Période d'une pulsation (en s)

Signal jump	63	0,03529	0,02210	0,05230	0,005827125
Chasse conspécifique	168	0,03502	0,02460	0,05540	0,004014000
Chasse hétérospécifique	13	0,03605	0,03165	0,05415	0,005965307
Combat conspécifique	6	0,03962	0,03628	0,05040	0,005355928

Durée d'une pulsation (en s)

Signal jump	63	0,014708	0,008925	0,02395	0,003623690
Chasse conspécifique	171	0,016210	0,010120	0,02378	0,002428495
Chasse hétérospécifique	14	0,014580	0,009933	0,02112	0,003114861
Combat conspécifique	7	0,013130	0,008600	0,01822	0,003925753

Durée d'inter-pulsation (en s)

Signal jump	63	0,02080	0,01232	0,0420	0,00543082
Chasse conspécifique	168	0,01896	0,00986	0,0347	0,00383663
Chasse hétérospécifique	13	0,02133	0,01625	0,0382	0,00570331
Combat conspécifique	6	0,02592	0,01938	0,0343	0,00526598

N Moyenne Minimum Maximum Ecart-type

Fréquence dominante du son (en Hz)

Signal jump	63	643	281	1603	247
Chasse conspécifique	171	566	278	1220	207
Chasse hétérospécifique	14	691	281	1033	230
Combat conspécifique	7	657	374	941	224

Annexe 2 : Statistiques descriptives pour les six paramètres acoustiques des sons produits par *Dascyllus carneus*.

N Moyenne Minimum Maximum Ecart-type

Durée du son (en s)

Signal jump	64	0,13841	0,0128	0,3133	0,06463032
Chasse conspécifique	39	0,10603	0,0126	0,3372	0,07618466
Chasse hétérospécifique	46	0,07774	0,0100	0,2876	0,06663390
Combat conspécifique	2	0,14070	0,1035	0,1780	0,05267946

Nombre de pulsations dans un son

Signal jump	64	5	1	10	2
Chasse conspécifique	39	4	1	12	2
Chasse hétérospécifique	46	3	1	7	2
Combat conspécifique	2	5	3	6	2

Période d'une pulsation (en s)

Signal jump	62	0,03385	0,02555	0,05530	0,00490716
Chasse conspécifique	38	0,03223	0,02723	0,04550	0,00419334
Chasse hétérospécifique	28	0,03310	0,02750	0,05690	0,00592448
Combat conspécifique	2	0,03728	0,01370	0,04345	0,00873280

Durée d'une pulsation (en s)

Signal jump	64	0,01518	0,01152	0,02060	0,00223516
Chasse conspécifique	39	0,01362	0,00750	0,01700	0,00236481
Chasse hétérospécifique	46	0,01420	0,00890	0,02290	0,00245167
Combat conspécifique	2	0,15120	0,01370	0,01655	0,00201525

	N	Moyenne	Minimum	Maximum	Ecart-type
Durée d'inter-pulsation (en s)					
Signal jump	62	0,0192	0,0121	0,03807	0,00454018
Chasse conspécifique	38	0,0195	0,0126	0,03160	0,00545228
Chasse hétérospécifique	28	0,01897	0,0130	0,04155	0,00536758
Combat conspécifique	2	0,02350	0,0158	0,01655	0,01088944

Fréquence dominante du son (en Hz)

Signal jump	64	474	281	1033	166
Chasse conspécifique	39	731	281	1412	255
Chasse hétérospécifique	46	627	281	1139	202
Combat conspécifique	2	704	563	775	200

Annexe 3 : Résultats de l'analyse des variances (ANOVA) sur la durée des sons produits par *Dascyllus reticulatus* en fonction des comportements (F = valeur de la statistique, p = valeur p). La valeur p est en rouge lorsqu'elle est inférieure au seuil alfa de 0,05.

	F	P
Durée du son	5,8395	<0,001

Annexe 4 : Résultats du test de Kruskal-Wallis sur le nombre de pulsations dans un son, de la période d'une pulsation, de la durée d'une pulsation, de la durée d'inter-pulsation et de la fréquence dominante du son en fonction des comportements pour *Dascyllus reticulatus* (χ^2 = valeur de la statistique, ddl = degrés de liberté et p = valeur p). La valeur p est en rouge lorsqu'elle est inférieure au seuil alfa de 0,05.

	χ^2	ddl	P
Nombre de pulsations dans un son	17,8390	3	0,0004
Période d'une pulsation	7,3446	3	0,0617
Durée d'une pulsation	20,6030	3	0,0001
Durée d'inter-pulsation	13,2900	3	0,0010
Fréquence dominante du son	7,9376	3	0,0473

Annexe 5 : Résultats du test *post hoc* de Tukey sur la durée du son en fonction des comportements pour *Dascyllus reticulatus* (diff = différence de moyenne entre les groupes comparés, lwr et upr = borne inférieure et supérieure de l'intervalle de confiance à 95%, p adj = valeur ajustée de p). Les groupes ChasseC, ChasseH, CombatC et SJ correspondent respectivement à la chasse conspécifique, la chasse hétérospécifique, le combat conspécifique et le signal jump. La valeur p est en rouge lorsqu'elle est inférieure au seuil alpa de 0,05.

	Comparaison	diff	lwr	upr	p adj
Durée du son	ChasseH-ChasseC	-0,06533442	-0,11490942	-0,015759423	0,0042
	CombatC-ChasseC	-0,01360585	-0,08237629	0,055164596	0,9563
	SJ-ChasseC	-0,02935918	-0,05564240	-0,003075966	0,0217
	CombatC-ChasseH	0,05172857	-0,03082493	0,134282075	0,3689
	SJ- ChasseH	0,03597524	-0, 01671740	0,088667880	0,2923
	SJ-CombatC	-0,01575333	-0,08680408	0,055297410	0,9399

Annexe 6 : Résultats du test *post hoc* de Dunn sur le nombre de pulsations dans un son, de la période d'une pulsation, de la durée d'une pulsation, de la durée d'inter-pulsation et de la fréquence dominante du son en fonction des comportements chez *Dascyllus reticulatus* (Z = valeur de la statistique, P.unadj = valeur p non-ajustée et P.adj = valeur p ajustée avec la correction de Bonferroni). Les groupes ChasseC, ChasseH, CombatC et SJ correspondent respectivement à la chasse conspécifique, la chasse hétérospécifique, le combat conspécifique et le signal jump. La valeur p est en rouge lorsqu'elle est inférieure au seuil alpa de 0,05.

	Comparaison	Z	P.unadj	P.adj
Nombre de pulsations dans un son	ChasseC - ChasseH	3,5291	0,0004	0,0025
	ChasseC - CombatC	0,6959	0,4865	1,0000
	ChasseH - CombatC	-1,5395	0,1237	0,7420
	ChasseC - SJ	2,7832	0,0058	0,0323
	ChasseH - SJ	-1,9320	0,0534	0,3202
	CombatC - SJ	0,3560	0,7219	1,0000
Durée d'une pulsation	ChasseC - ChasseH	2,1777	0,0294	0,1766
	ChasseC - CombatC	2,0797	0,0376	0,2253
	ChasseH - CombatC	0,4247	0,6711	1,0000
	ChasseC - SJ	3,9112	0,0001	0,0006
	ChasseH - SJ	-0,0980	0,9220	1,0000
	CombatC - SJ	-0,5661	0,5713	1,0000

	Comparaison	Z	P.unadj	P.adj
Durée d'inter-pulsation	ChasseC - ChasseH	-1,5446	0,1225	0,7347
	ChasseC - CombatC	-3,2647	0,0011	0,0066
	ChasseH - CombatC	-1,8473	0,0647	0,3882
	ChasseC - SJ	-2,4048	0,0162	0,0971
	ChasseH - SJ	0,2934	0,7692	1,0000
	CombatC - SJ	2,3432	0,0191	0,1147

**Fréquence dominante
du son**

ChasseC - ChasseH	-2,1130	0,0460	0,2076
ChasseC - CombatC	-1,2268	0,2199	1,0000
ChasseH - CombatC	0,2469	0,8050	1,0000
ChasseC - SJ	-1,8800	0,0601	0,3606
ChasseH - SJ	1,0502	0,2936	1,0000
CombatC - SJ	0,4920	0,6227	1,0000

Annexe 7 : Résultats du test de Kruskal-Wallis sur les types de sons en fonction des deux premières composantes principales de l'ACP chez *Dascyllus reticulatus* (χ^2 = valeur de la statistique, ddl = degrés de liberté et p = valeur p). La valeur p est en rouge lorsqu'elle est inférieure au seuil alpha de 0,05.

	χ^2	ddl	P
PC1	25,833	3	<0,0001
PC2	4,8267	3	0,1849

Annexe 8 : Corrélations de Spearman (R_s = coefficient de corrélation de Spearman, P.unadj = valeur p non-ajustée, P.adj = valeur p ajustée avec la méthode d'Holm) entre la première composante principale de l'ACP et les six paramètres acoustiques chez *Dascyllus reticulatus*. Les variables acoustiques D, N, P, DP, DI et F correspondent respectivement à la durée du son, le nombre de pulsations dans un son, la période d'une pulsation, la durée d'une pulsation, la durée d'inter-pulsation et la fréquence dominante du son. La valeur p est en rouge lorsqu'elle est inférieure au seuil alpha de 0,05

	PC1		
	R_s	P. unadj	P. adj
D	0,8489	<0,0001	<0,0001
N	0,8606	<0,0001	<0,0001
P	-0,1514	0,0166	0,2324
DP	0,5874	<0,0001	<0,0001
DI	-0,6062	<0,0001	<0,0001
FD	-0,5923	<0,0001	<0,0001

Annexe 9 : Résultats du test *post hoc* de Dunn sur les types de sons en fonction de la première composante principale de l'ACP chez *Dascyllus reticulatus* (Z = valeur de la statistique, P_{unadj} = valeur p non-ajustée et P_{adj} = valeur p ajustée avec la correction de Bonferroni). Les groupes ChasseC, ChasseH, CombatC et SJ correspondent respectivement à la chasse conspécifique, la chasse hétérospécifique, le combat conspécifique et le signal jump. La valeur p est en rouge lorsqu'elle est inférieure au seuil α de 0,05.

	Comparaison	Z	P.unadj	P.adj
PC1	ChasseC - ChasseH	3,09835020	0,0019	0,0117
	ChasseC - CombatC	1,68085700	0,0928	0,5567
	ChasseH - CombatC	-0,39226750	0,6949	1,0000
	ChasseC - SJ	4,24717670	<0,0001	0,0001
	ChasseH - SJ	-0,86829120	0,3852	1,0000
	CombatC - SJ	-0,16594610	0,8682	1,0000

Annexe 10 : Résultats du test de Kruskal-Wallis sur les paramètres acoustiques en fonction des comportements chez *Dascyllus carneus* (χ^2 = valeur de la statistique, ddl = degrés de liberté et p = valeur p). La valeur p est en rouge lorsqu'elle est inférieure au seuil α de 0,05.

	χ^2	ddl	P
Durée du son	21,6720	2	<0,0001
Nombre de pulsation dans un son	19,7690	2	<0,0001
Période d'une pulsation	5,0381	2	0,0805
Durée d'une pulsation	7,7664	2	0,0206
Durée d'inter-pulsation	0,2378	2	0,8879
Fréquence dominante du son	38,1750	2	<0,0001

Annexe 11 : Résultats du test *post hoc* de Dunn sur les paramètres acoustiques en fonction des comportements chez *Dascyllus carneus* (Z = valeur de la statistique, P_{unadj} = valeur p non-ajustée et P_{adj} = valeur p ajustée avec la correction de Bonferroni). Les groupes ChasseC, ChasseH, et SJ correspondent respectivement à la chasse conspécifique, la chasse hétérospécifique et le signal jump. La valeur p est en rouge lorsqu'elle est inférieure au seuil α de 0,05.

	Comparaison	Z	P.unadj	P.adj
Durée du son	ChasseC-ChasseH	2,136832	0,0326	0,0978
	ChasseC-SJ	-2,437036	0,0118	0,0444
	ChasseH-SJ	-4,608626	<0,0001	<0,0001
Nombre de pulsations dans un son	ChasseC-ChasseH	2,208939	0,0272	0,0815
	ChasseC-SJ	-2,162424	0,0306	0,0918
	ChasseH-SJ	-4,414584	<0,0001	<0,0001

	Comparaison	Z	P.unadj	P.adj
Durée d'une pulsation	ChasseC-ChasseH	-0,5929786	0,5525	1,0000
	ChasseC-SJ	-2,6380723	0,0083	0,0250
	ChasseH-SJ	-1,8737926	0,0610	0,1829
Durée d'inter-pulsation	ChasseC-ChasseH	0,3859821	0,6995	1,0000
	ChasseC-SJ	-0,05787314	0,9538	1,0000
	ChasseH-SJ	-0,47455364	0,6351	1,0000
Fréquence dominante d'un son	ChasseC-ChasseH	1,801085	0,0717	0,2151
	ChasseC-SJ	5,990837	<0,0001	<0,0001
	ChasseH-SJ	3,770668	0,0002	0,0005

Annexe 12 : Résultats du test de Kruskal-Wallis sur les types de sons en fonction des deux premières composantes principales de l'ACP chez *Dascyllus carneus* (χ^2 = valeur de la statistique, ddl = degrés de liberté et p = valeur p). La valeur p est en rouge lorsqu'elle est inférieure au seuil alfa de 0,05.

	χ^2	ddl	P
PC1	11,910	2	0,0026
PC2	15,092	2	0,0005

Annexe 13 : Corrélations de Spearman (R_s = coefficient de corrélation de Spearman, P.unadj = valeur p non-ajustée, P.adj = valeur p ajustée avec la méthode d'Holm) entre les deux premières composantes principales de l'ACP et les six paramètres acoustiques chez *Dascyllus carneus*. Les variables acoustiques D, N, P, DP, DI et F correspondent respectivement à la durée du son, le nombre de pulsations dans un son, la période d'une pulsation, la durée d'une pulsation, la durée d'inter-pulsation et la fréquence dominante du son. La valeur p est en rouge lorsqu'elle est inférieure au seuil alfa de 0,05.

	PC1			PC2		
	R_s	P unadj	P adj	R_s	P unadj	P adj
D	0,8529	<0,0001	<0,0001	0,2664	0,0024	0,0544
N	0,8709	<0,0001	<0,0001	0,0790	0,3754	1
P	-0,1451	0,1023	1	0,9220	<0,0001	<0,0001
DP	0,4780	<0,0001	<0,0001	0,4263	<0,0001	<0,0001
DI	-0,4756	<0,0001	<0,0001	0,6029	<0,0001	<0,0001
FD	-0,4636	<0,0001	<0,0001	-0,5606	<0,0001	<0,0001

Annexe 14 : Résultats du test *post hoc* de Dunn sur les types de sons en fonction des deux premières composantes principales de l'ACP chez *Dascyllus carneus* (Z = valeur de la statistique, P.unadj = valeur p non-ajustée et P.adj = valeur p ajustée avec la correction de Bonferroni). Les groupes ChasseC, ChasseH, et SJ correspondent respectivement à la chasse conspécifique, la chasse hétérospécifique et le signal jump. La valeur p est en rouge lorsqu'elle est inférieure au seuil alfa de 0,05.

	Comparaison	Z	P.unadj	P.adj
PC1	ChasseC - ChasseH	0,5943052	0,5523	1,0000
	ChasseC - SJ	-2,6135849	0,0090	0,0288
	ChasseH - SJ	-3,0149207	0,0026	0,0077
PC2	ChasseC - ChasseH	-1,0236050	0,3060	0,9181
	ChasseC - SJ	-3,7421510	0,0002	0,0005
	ChasseH - SJ	-2,2663400	0,0234	0,0703

Annexe 15 : Résultat du t-test sur les sons produits lors du signal jump par *Dascyllus reticulatus* et *D. carneus* en fonction de la première composante principale de l'ACP (T = valeur de la statistique, ddl = degré de liberté, P = valeur p). La valeur p est en rouge lorsqu'elle est inférieure au seuil alfa de 0,05.

	T	ddl	P
PC1	-1,7736	117,87	0,0787

Annexe 16 : Résultats du test de la somme des rangs de Wilcoxon sur les sons produits lors du signal jump par *Dascyllus reticulatus* et *D. carneus* en fonction de la deuxième composante principale de l'ACP (W = valeur de la statistique et p = valeur p). La valeur p est en rouge lorsqu'elle est inférieure au seuil alfa de 0,05.

	W	P
PC2	1986	0,8725

Annexe 17 : Résultats du test de la somme des rangs de Wilcoxon sur les sons produits lors de la chasse conspécifique par *Dascyllus reticulatus* et *D. carneus* en fonction des deux premières composantes principales de l'ACP (W = valeur de la statistique et p = valeur p). La valeur p est en rouge lorsqu'elle est inférieure au seuil alfa de 0,05.

	W	P
PC1	4555	<0,0001
PC2	5196	<0,0001

Annexe 18 : Corrélations de Spearman (R_s = coefficient de corrélation de Spearman, P_{unadj} = valeur p non-ajustée, P_{adj} = valeur p ajustée avec la méthode d'Holm) entre les deux premières composantes principales de l'ACP et les six paramètres acoustiques pour la chasse conspécifique chez *Dascyllus reticularis* et *D. carneus*. Les variables acoustiques D, N, P, DP, DI et F correspondent respectivement à la durée du son, le nombre de pulsations dans un son, la période d'une pulsation, la durée d'une pulsation, la durée d'inter-pulsation et la fréquence dominante du son. La valeur p est en rouge lorsqu'elle est inférieure au seuil alpha de 0,05.

	PC1			PC2		
	R_s	P_{unadj}	P_{adj}	R_s	P_{unadj}	P_{adj}
D	0,8765	<0,0001	<0,0001	0,2273	0,0010	0,0173
N	0,8802	<0,0001	<0,0001	0,0416	0,5523	1
P	-0,1416	0,0424	0,6356	0,9107	<0,0001	<0,0001
DP	0,5747	<0,0001	<0,0001	0,5593	<0,0001	<0,0001
DI	-0,5961	<0,0001	<0,0001	0,4692	<0,0001	<0,0001
FD	-0,5616	<0,0001	<0,0001	-0,4627	<0,0001	<0,0001

Annexe 19 : Résultat du t-test sur les sons produits lors de la chasse hétérospécifique chez *Dascyllus reticulatus* et *D. carneus* en fonction des deux premières composantes principales (T = valeur de la statistique, ddl = degré de liberté, P = valeur p). La valeur p est en rouge lorsqu'elle est inférieure au seuil alpha de 0,05.

	T	ddl	P
PC1	0,66347	21,117	0,5142
PC2	-1,23140	21,277	0,2316