

Histologie olfactive de deux élasmobranches : le requin Mako (*Isurus oxyrinchus*) et le requin aveugle des roches (*Brachaelurus waddi*)



"Le présent rapport constitue un exercice pédagogique qui ne peut en aucun cas engager la responsabilité de l'Entreprise ou du Laboratoire d'accueil"

Remerciements

Je remercie le Dr. Nathan HART (directeur du laboratoire de neurobiologie de l'Université de Macquarie) pour cette opportunité et la confiance qui m'a été accordée.

Un énorme merci au Dr. Laura RYAN (chercheuse au sein du laboratoire de neurobiologie de l'Université de Macquarie) sans qui ce stage ne serait jamais présenté à moi, et à Maria POZO MONTORO (étudiante en M2 de recherche au sein du laboratoire) pour les compétences enseignées et sa constante motivation.

Une pensée à Sue LINDSAY (responsable de l'unité microscopique de l'Université de Macquarie) pour l'autonomie accordée et à l'ensemble du staff de l'université et du laboratoire pour l'accueil.

Avant-propos

Ce stage s'inscrit dans le projet de Master 2 de recherche de Maria POZO MONTORO portant sur l'olfaction chez les requins au sein du laboratoire de neurobiologie de l'Université de Macquarie (Sydney). Le but du projet étant d'en apprendre autant que possible sur l'olfaction chez les Elasmobranches afin de trouver une molécule qui dissuaderait les requins et les raies de s'approcher des filets pêches et ainsi éviter leur pêche accidentelle. Ses travaux se font dans la continuité de ceux du Dr. Sara Ferrando.

L'équipe du laboratoire se compose de Nathan Hart, professeur agrégé de neurophysiologie comparée et directeur du laboratoire de neurobiologie. L'objectif principal de ses recherches porte sur l'évolution et l'adaptation fonctionnelle des systèmes sensoriels animaux, en particulier la vision. Le laboratoire compte également le Dr Laura Ryan, associée de recherche postdoctorale travaillant sur la vision chez les requins et les dissuasifs visuels pour les requins. On dénombre également, les étudiants suivants :

- Mme Samantha Lynch, étudiante en deuxième année de Master de recherche qui étudie la relation entre les conditions environnementales et les attaques de requins
- Mme Olivia Seeger, étudiante en Master de recherche dont le projet porte sur la vision chez le requin aveugle (*Brachaelurus waddi*)
- M. Anthony Seward, étudiant en Master de recherche étudiant la vision chez les poissons benthiques
- Mme Maria Pozo Montoro, étudiante en Master de recherche qui étudie l'olfaction chez les requins.

Les projets en cours au sein du laboratoire sont les suivants :

- Base moléculaire de la latéralisation cérébrale chez les oiseaux (financé par le programme Discovery Project du Conseil Australien de la Recherche)
- Biologie sensorielle des élastomobranthes (requins et raies), des poissons osseux, des reptiles et des oiseaux
- Développement de technologies de dissuasion non létales pour les requins (financé par le Australian Research Council Linkage Scheme)
- Tests de technologies de dissuasion des requins (financé par la stratégie de gestion des requins du Département des Industries Primaires de la Nouvelle-Galles du Sud)

Table des matières

1. Introduction	1
2. Matériels et Méthodes	2
2.1. Échantillonnage	2
2.2. Histologie	2
2.3. Analyse	6
3. Résultats	8
3.1. Stratégie de mesure	8
3.1.1. Test sur une lamelle olfactive de requin Mako	8
3.1.2. Test sur une lamelle olfactive de requin aveugle des roches	9
3.2. Tests statistiques	11
3.2.1. Lien entre la longueur de la coupe et la position de la coupe	11
3.2.2. Lien entre la longueur de la coupe et le mode de vie	12
4. Discussion	13
5. Conclusion	14
6. Références	15
7. Index des illustrations	18

Index des illustrations

Illustration 1. Organe olfactif d'un requin aveugle des roches	2
Illustration 2. Lamelles olfactives extraites à partir de l'organe olfactif	2
Illustration 3. Photographie d'une lamelle antérieure de l'organe olfactif d'un requin aveugle des roches (<i>Brachaelurus waddi</i>)	3
Illustration 4. Photographie d'une lamelle antérieure en paire de l'organe olfactif d'un requin aveugle des roches	3
Illustration 5. Photographie d'une lamelle antérieure unique de l'organe olfactif d'un requin aveugle des roches	3
Illustration 6. Fragmentation d'une lamelle antérieure de l'organe olfactif d'un requin aveugle des roches	4
Illustration 7. Fragments obtenus à partir de la lamelle olfactive.	4
Illustration 8. Lames contenant les coupes des fragments d'une lamelle olfactive sur plaque chauffante	5
Illustration 9. Coupes colorées et montées entre lame et lamelles.	5
Illustration 10. Mesure de la longueur de l'épithélium olfactif avec ImageJ®	6
Illustration 11. Photographie d'une observation au microscope optique (x10) de l'épithélium olfactif d'une lamelle olfactive de requin aveugle des roches. (LP = Lamina Propia ; PS = Plis Secondaires).	7

1. Introduction

L'olfaction (ou odorat) est le sens qui permet la perception des substances chimiques volatiles (odeurs). Il est vital pour plusieurs espèces, qu'il s'agisse de la recherche alimentaire, de l'évitement de prédateurs, de la recherche de lieu de reproduction ou de partenaires sexuels. Chez les Chondrichthyens en particulier, on sait que l'olfaction joue un rôle important dans l'alimentation ([Gardiner et al., 2014](#)) et l'accouplement ([Kajiura et al., 2000](#)). Toutefois certains aspects anatomiques de l'organe olfactif doivent être élucidés.

Chez les Chondrichthyens celui-ci se compose d'un ensemble de lamelles olfactives attachées à un support central : le raphé. La présence de plis secondaires sur les deux faces de chaque lamelle olfactive rend la morphologie de l'appareil olfactif encore plus complexe. Les lamelles et les plis sont couverts par l'épithélium olfactif, où se trouvent les neurones récepteurs olfactifs. Les axones de ces neurones se projettent vers le télencéphale au niveau du bulbe olfactif, qui est le site principal de l'intégration du signal olfactif ([Dryer et Graziadei, 1996](#)).

Les Elasmobranches se caractérisent par une variabilité morphologique notable entre les espèces ([Schluessel et al., 2008, 2010](#)). Au sein d'une espèce, le nombre de lamelles olfactives primaires ne varie, ni de manière ontogénétique ([Theiss et al., 2009](#)), ni avec la taille du corps. Néanmoins, ces dernières varient environ de 30 à 700 entre les espèces ([Ferrando et al., 2017b](#)). De plus, le nombre lamellaire et la superficie ont déjà été corrélés aux caractéristiques du cycle biologique et à l'utilisation de l'habitat, tels que les modes de vie benthopélagiques ou pélagiques ([Schluessel et al., 2008](#)). La corrélation entre la taille des structures olfactives (épithélium sensoriel, nerf et bulbe olfactif) et la capacité olfactive est un problème de longue date en biologie sensorielle des vertébrés. Chez les mammifères, ni la taille absolue ni la taille relative du bulbe olfactif n'ont été associées avec succès à la performance de discrimination des odeurs ([Rizvanovic et al., 2013](#)). En effet, l'hypothèse selon laquelle les différences de taille des structures olfactives sont en corrélation avec la sensibilité olfactive n'est pas confirmée chez les poissons téléostéens ([Hansen et Zielinski, 2005](#)).

Il convient de noter que la présence de plis secondaires sur l'épithélium olfactif est largement ignorée dans les études anatomiques et physiologiques portant sur les requins. Étant donné que la forme et la taille relative des plis secondaires sont spécifiques à l'espèce mais très variables entre les espèces ([Schluessel et al., 2008](#)), leur omission errone probablement les analyses comparatives de toute la surface épithéliale. De plus, il semble probable que la forme et la taille des plis secondaires affectent l'écoulement de l'eau à travers les lamelles et sur l'épithélium olfactif.

Ici, il s'agira donc de fournir un aperçu des plis secondaires de requins. Bien que leur présence soit facilement détectable, leur forme réelle reste difficile à déterminer. Les études relatives à l'épithélium olfactif ont été réalisées auparavant en ne considérant que les lamelles olfactives trouvées au centre de l'organe olfactif. Or, la non-considération de toutes les lamelles (notamment celles qui sont présentes aux extrémités de l'organe olfactif) peut présenter un biais quant aux conclusions portant sur l'olfaction chez les requins.

Dans la présente étude on s'intéressera aux épithéliums olfactifs de deux espèces de requins bien précises : une espèce benthique, à savoir le requin aveugle des roches (*Brachaelurus waddi*), et une espèce pélagique, le requin mako (*Isurus oxyrinchus*).

L'objectif principal étant de mesurer la longueur de ces plis secondaires, et de déterminer s'il existe respectivement un lien avec la position de la coupe sur la lamelle olfactive et avec le mode de vie du requin.

2. Matériels et Méthodes

2.1. Échantillonnage

Les échantillons ont été collectés lors de compétitions de pêche sportive ayant eu lieu sur différentes plages de la ville de Sydney (Australie) respectivement le 10 mai 2018 et le 5 mai 2019 pour le requin aveugle des roches, et le 6 avril 2019 pour le requin Mako. Ils furent obtenus pour ce travail sous forme de don ; les spécimens n'ont pas été pêchés à des fins scientifiques spécifiques, ils sont décédés sur la terre ferme et ne sont utilisés que si le décès est survenu dans les 4 premières heures. Les organes olfactifs ont été extraits des spécimens, fixés dans du paraformaldéhyde à 4% avec une solution tamponnée au phosphate salin 0,1 M (PBS, pH 7,4), et enfin lavés dans du PBS et stockés dans de l'éthanol (70%).

2.2. Histologie

La forme 3D des plis secondaires est difficile à voir au MEB (Microscope Électronique à Balayage), car ces derniers sont souvent ramifiés et se chevauchent partiellement. Par conséquent, la microscopie optique a été utilisée pour évaluer et décrire la forme 2D des plis secondaires. Cela permet d'aborder des aspects auparavant non-décrits de la morphologie des organes olfactifs de requin. Cette étude se résume ainsi à 3 individus, à savoir un requin Mako et deux requins aveugle des roches. En effet, l'accessibilité restreinte aux échantillons en mer et la dépendance aux compétitions de pêche limitent le nombre d'individus échantillonnables. Toutefois, chaque requin fournit suffisamment de lamelles d'organe olfactif pour étudier l'épithélium olfactif de ces dernières avec précision.

Par la suite, la longueur, la largeur ainsi que la hauteur de l'organe olfactif sont mesurées, puis ce dernier est pesé. Il est ensuite sectionné en demi-rosette afin de séparer le côté antérieur du côté postérieur. Chaque côté est placé dans un récipient avec du PBS-azide (phosphate buffering saline) tout en vérifiant que le pH reste stable. Les lamelles sont retirées de l'organe olfactif puis placées dans un puit contenant du PBS-azide également. Pour chaque organe olfactif, cinq lamelles sont retenues.



Illustration 2. Organe olfactif d'un requin aveugle des roches

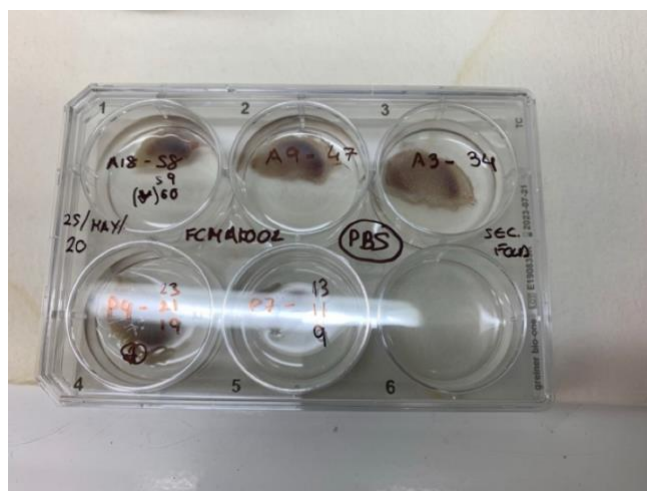


Illustration 1. Lamelles olfactives extraites à partir de l'organe olfactif

Chaque lamelle est photographiée à l'aide d'un appareil photo et traitée avec le logiciel Olympus CellSens®. Puis, à l'aide du logiciel Photoshop®, une échelle est placée sur chaque photographie. Ces photos servent à mieux visualiser les plis secondaires sur les lamelles.



Plis secondaires

Illustration 3. Photographie d'une lamelle antérieure de l'organe olfactif d'un requin aveugle des roches (Brachaelurus waddi).

Il est à noter également que certaines lamelles se présentent sous forme de paires avec un côté droit et un côté gauche, alors que d'autres sont dites « uniques ». Dans le cas d'une lamelle sous forme de paires, on a utilisé le côté qui présente le meilleur potentiel afin de révéler au mieux les plis secondaires.



Illustration 4. Photographie d'une lamelle antérieure en paire de l'organe olfactif d'un requin aveugle des roches.

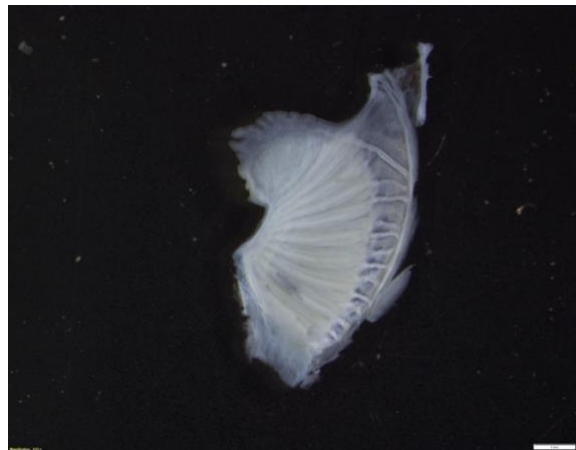


Illustration 5. Photographie d'une lamelle antérieure unique de l'organe olfactif d'un requin aveugle des roches.

Ensuite, à l'aide d'une pipette le PBS-azide a été retiré de chaque puit, afin de procéder à la déshydratation des lamelles. Pour ce faire du PBS a été ajoutée, puis 3 cycles ont été effectués avec de l'eau distillée, et enfin, un cycle avec des concentrations croissantes d'éthanol allant de 50 jusqu'à 100%.

Par la suite, les lamelles ont été fragmentées à l'aide d'un scalpel. Chaque fragment se retrouve dans un puit contenant de l'éthanol. La fragmentation se fait de sorte à avoir les plis secondaires les plus parallèles possible et pointant dans la même direction. L'illustration suivante montre la disposition logique choisie lors de la fragmentation.

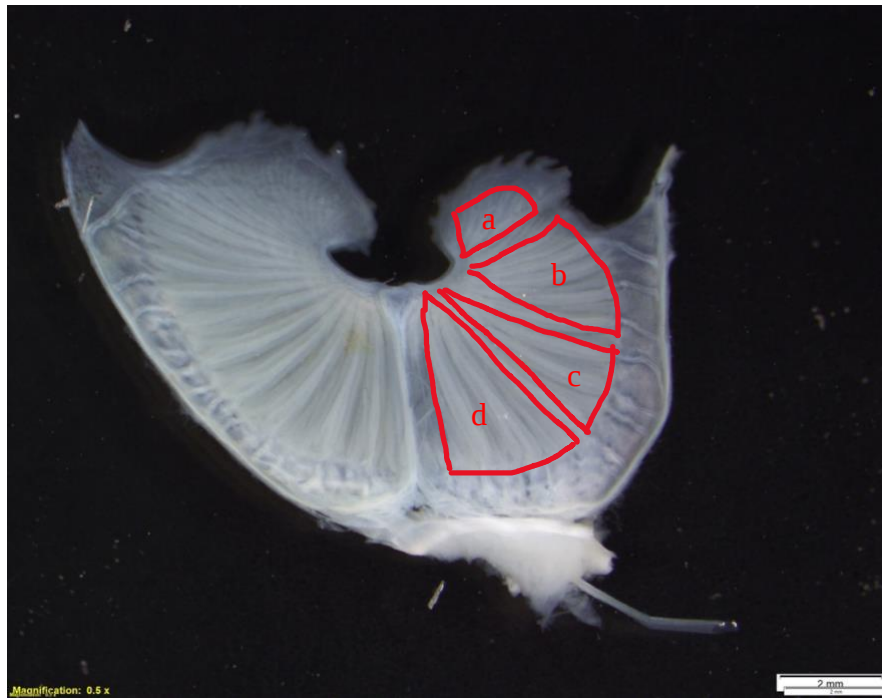


Illustration 6. Fragmentation d'une lamelle antérieure de l'organe olfactif d'un requin aveugle des roches (avec a, b, c et d les noms des fragments obtenus).



Illustration 7. Fragments obtenus à partir de la lamelle olfactive.

Les fragments obtenus subissent ensuite un rinçage. Pour chacun d'eux, l'éthanol est retiré du puit à l'aide d'une pipette pour être remplacé par du benzoate de benzyle. Une fois que le fragment atteint le fond du puit, ils sont prêts pour l'inclusion en paraffine. Une fois paraffinés, les fragments sont laissés dans un four jusqu'à ce que la paraffine redevienne liquide (déparaffinage). Au total, ils subissent 3 cycles de paraffinage/déparaffinage, à la fin desquels ils sont paraffinés une dernière fois.

Les blocs de paraffine contenant les fragments sont ensuite sectionnés de façon transversale par microtomie en fines tranches de 1 micromètre. Les coupes obtenues par le microtome sont alors placées sur des lames couvertes dans un premier temps de glycérol (additif permettant d'optimiser l'accroche de la coupe déposée), puis dans un second temps d'eau distillée. Ces lames sont placées sur des plaques chauffantes afin de garantir le bon étalement de l'échantillon.



Illustration 8. Lames contenant les coupes des fragments d'une lamelle olfactive sur plaque chauffante

Enfin, les coupes sont colorées à l'hématoxyline et l'éosine, puis montées entre lames et lamelles avec un produit permettant leur adhérence.

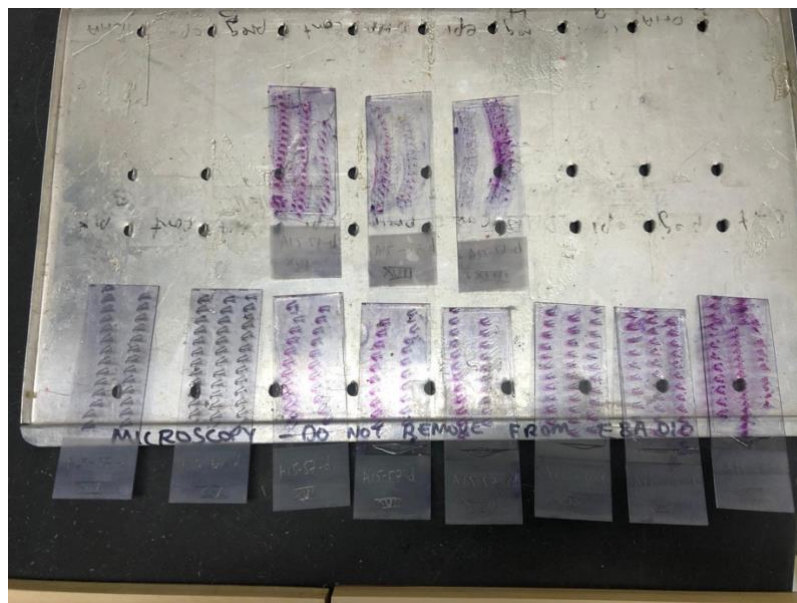


Illustration 9. Coupes colorées et montées entre lame et lamelles.

Les coupes sont photographiées avec un microscope optique et traitées avec le logiciel Olympus CellSens®. La longueur de l'épithélium olfactif est déterminée grâce au logiciel ImageJ®.

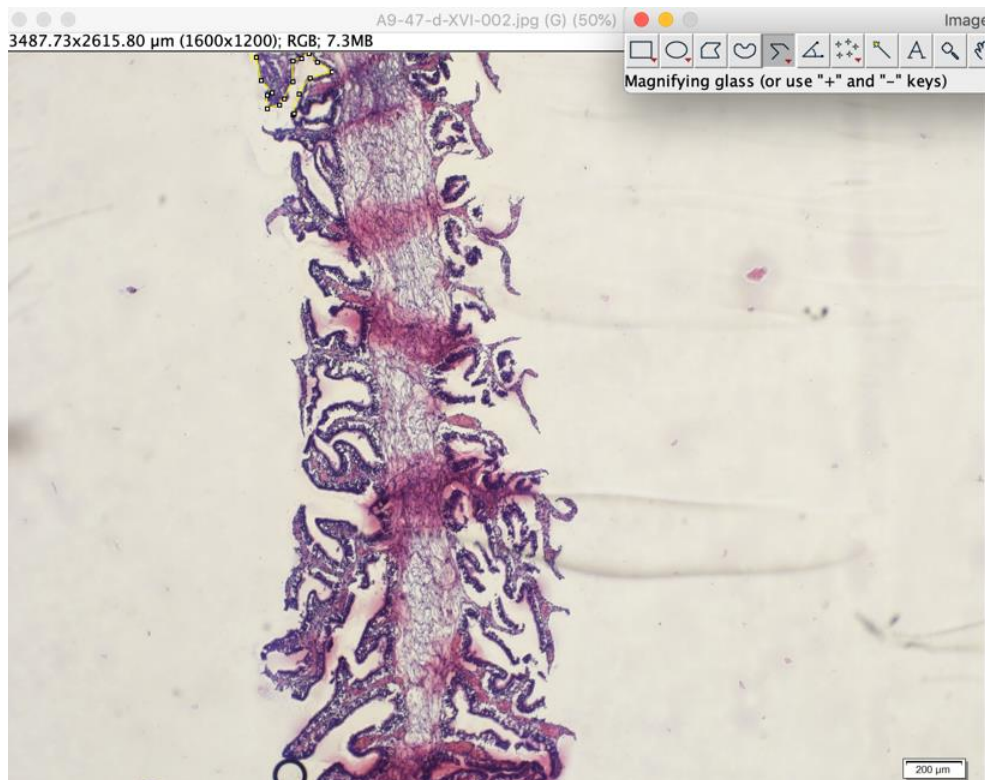


Illustration 10. Mesure de la longueur de l'épithélium olfactif (en jaune) avec ImageJ®

2.3. Analyse

Pour mesurer la longueur de l'épithélium olfactif avec ImageJ®, deux stratégies sont possibles. La première consiste à mesurer la longueur de la *lamina propia* (chorion situé sous l'épithélium) pour chaque coupe. La deuxième revient à mesurer directement la longueur des plis secondaires présents sur l'épithélium olfactif pour chaque coupe. Afin de choisir la meilleure des deux stratégies, un pourcentage d'augmentation de la longueur est calculé à l'aide de la formule suivante : $[(A-B)/A]*100$ (avec A : la longueur mesurée le long des plis secondaires et B : la longueur le long de la *lamina propia*). Si une augmentation significative de la longueur est constatée, c'est la deuxième stratégie qui est choisie, sinon c'est la première. Ce test sera effectué sur une lamelle olfactive de requin Mako et une lamelle olfactive de requin aveugle des roches.



Illustration 11. Photographie d'une observation au microscope optique (x10) de l'épithélium olfactif d'une lamelle olfactive de requin aveugle des roches. (LP = Lamina Propria ; PS = Plis Secondaires).

Ensuite, chaque coupe va être considérée comme un individu, dans la mesure où l'on ne dispose que de 3 individus, faute des récents événements avec le Covid-19 et par conséquent la faible accessibilité aux échantillons sur le terrain.

A l'aide d'un test de Kruskal-Wallis, on cherchera à déterminer s'il existe un lien entre la longueur mesurée de l'épithélium olfactif et la position de la coupe sur la lamelle olfactive, ainsi qu'entre la longueur mesurée de l'épithélium olfactif et le mode vie de l'espèce.

A savoir, que la position de la coupe est symbolisée par une lettre a, b, c, d ou e, associée à un fragment différent de la lamelle olfactive (voir Illustration 6). Le mode vie est quant à lui, soit benthique ou pélagique.

3. Résultats

3.1. Stratégie de mesure

3.1.1. Test sur une lamelle olfactive de requin Mako

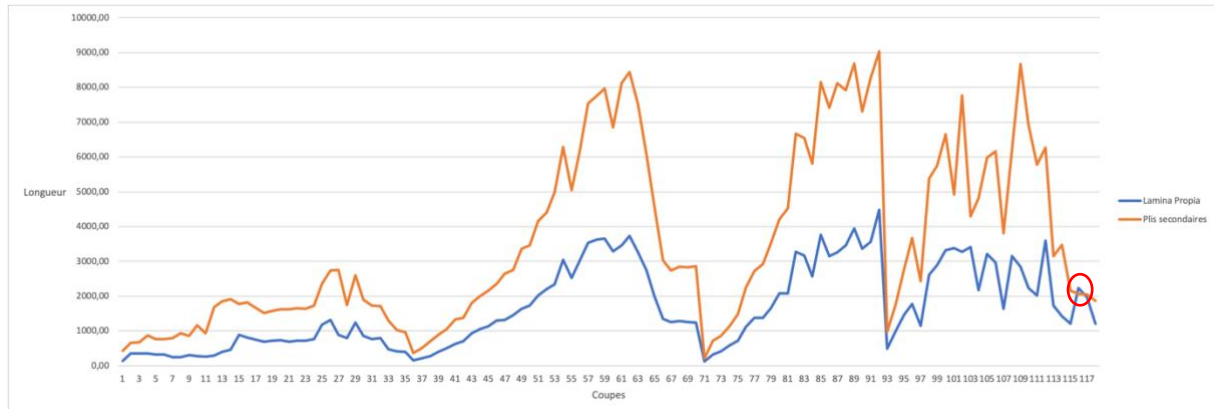


Figure 1. Graphique des valeurs de longueurs de l'épithélium olfactif pour chaque coupe d'une lamelle olfactive de requin Mako en mesurant la lamina propria dans un cas, et les plis secondaires dans l'autre.

On remarque sur le graphique ci-dessus que, chez le requin Mako, pour la majorité des coupes, on obtient des longueurs plus importantes lorsque les plis secondaires sont mesurés. A l'exception d'une seule coupe (la 117, cercle rouge sur le graphique) où la mesure de la *lamina propria* a donné une valeur plus importante que celle des plis secondaires.

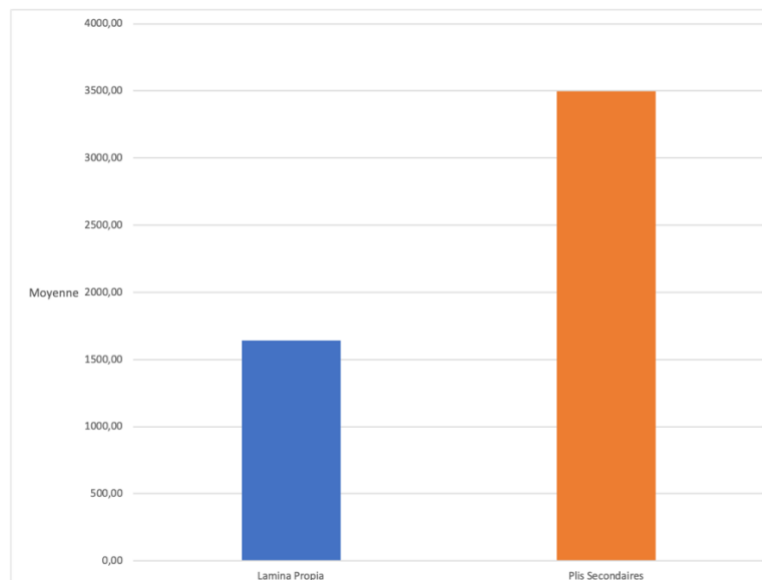


Figure 2. Moyennes de la longueur de l'épithélium olfactif d'une lamelle olfactive d'un requin Mako en mesurant la lamina propria dans un cas, puis les plis secondaires dans l'autre.

Mean_Lamina_Propia (µm)	Mean_Plis_Secondaires (µm)	Mean_Increase (%)
1639,76	3498,85	53,34

Figure 3. Tableau des longueurs moyennes de l'épithélium olfactif en mesurant la f, les plis secondaires et le pourcentage d'augmentation de la longueur moyenne de l'épithélium olfactif d'un requin Mako.

Grâce aux

Figure 2 et

Figure 3, on note chez le requin Mako, que la longueur moyenne de l'épithélium olfactif est largement supérieure lorsqu'on mesure les plis secondaires ($3498,85 > 1639,76$). En effet, par rapport aux mesures de la *lamina propria*, celles des plis secondaires augmentent considérablement les valeurs de longueur de l'épithélium olfactif, de 53 % en moyenne. (Mean_Increase représentant la moyenne des pourcentages d'augmentation obtenus avec la formule $[(A-B)/A]*100$ citée dans le paragraphe 2.3).

3.1.2. Test sur une lamelle olfactive de requin aveugle des roches

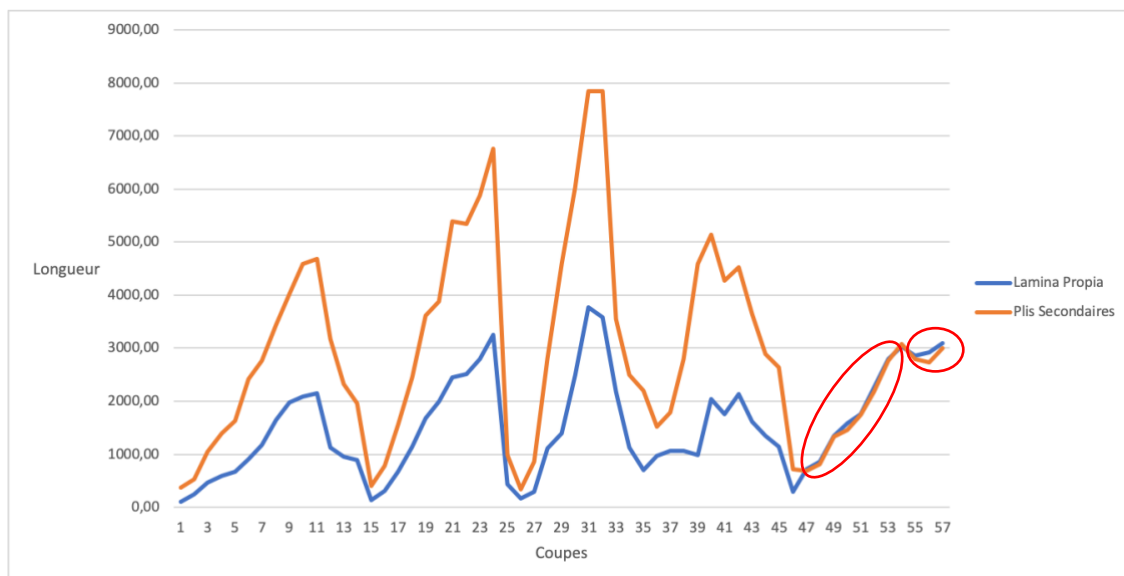


Figure 4. Graphique des valeurs de longueurs de l'épithélium olfactif pour chaque coupe d'une lamelle olfactive de requin aveugle des roches en mesurant la lamina propria dans un cas, et les plis secondaires dans l'autre.

Dans le cas du requin aveugle des roches, on constate sur la

Figure 4 que la mesure des plis secondaires pour la majorité des coupes donne des valeurs de longueurs de l'épithélium olfactif plus importantes que lors des mesures de la *lamina propria*. Sur 58 coupes, il y a en 10 qui ont donné des longueurs plus importantes avec la mesure de la *lamina propria* plutôt qu'avec celle des plis secondaires (voir ellipses en rouge sur le graphique).

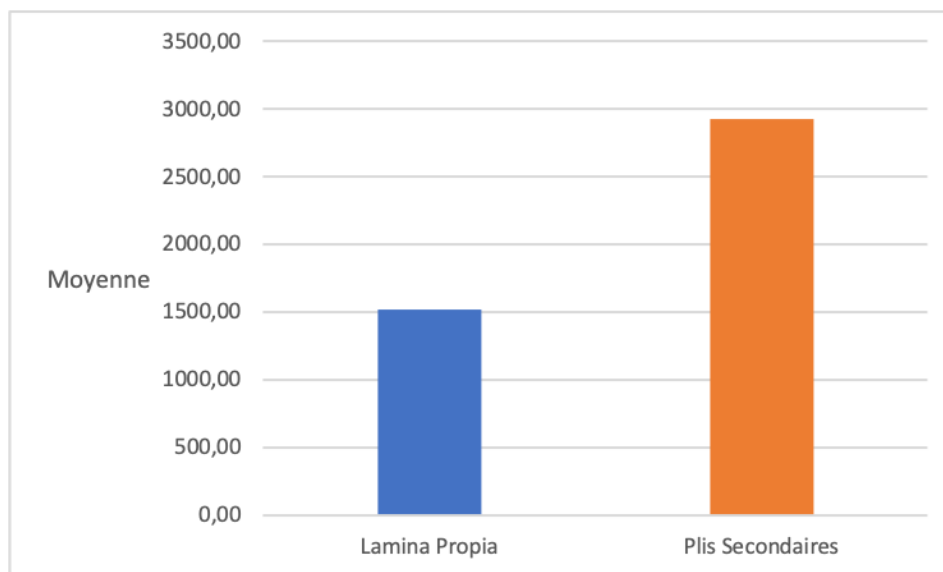


Figure 5. Moyennes de la longueur de l'épithélium olfactif d'une lamelle olfactive d'un requin aveugle des roches en mesurant la lamina propria dans un cas, puis les plis secondaires dans l'autre.

Mean_Lamina_Propia(μm)	Mean_Plis_Secondaires(μm)	Mean_Increase(%)
1522,27	2928,98	45,04

Figure 6. Tableau des longueurs moyennes de l'épithélium olfactif en mesurant la lamina propria, les plis secondaires et le pourcentage d'augmentation de la longueur moyenne de l'épithélium olfactif d'un requin aveugle des roches.

Chez le requin aveugle des roches, la mesure des plis secondaires permet d'obtenir une longueur moyenne de l'épithélium olfactif plus importante qu'en utilisant la stratégie de mesure de la *lamina propria* ($2928,98 > 1522,27$). De plus, en mesurant les plis secondaires de l'épithélium, on obtient un gain moyen de 45 % de longueur par rapport à la stratégie mesurant la *lamina propria* (Figure 6).

3.2. Tests statistiques

3.2.1. Lien entre la longueur de la coupe et la position de la coupe

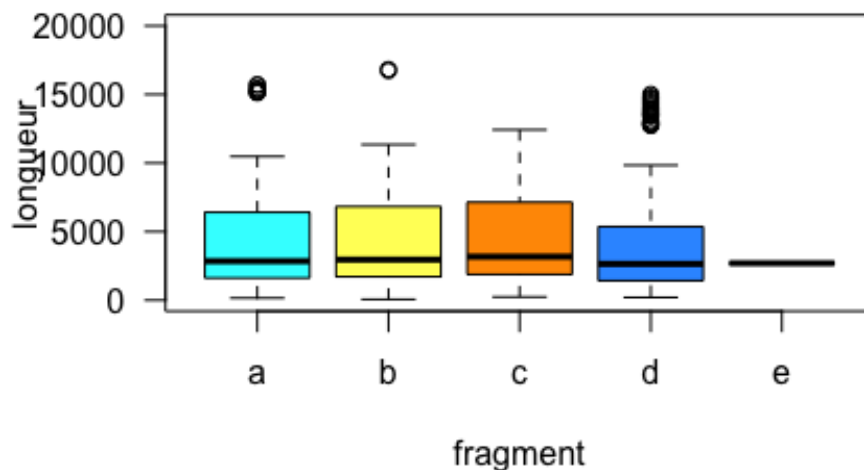


Figure 7. Boîtes de dispersions côte à côte de la longueur de la coupe en fonction de la position sur la lamelle olfactive

Sur les boîtes de dispersions de la Figure 7, on constate avant toute chose que les valeurs de longueur à la position « e » sont toutes très proches de la médiane, et suggère donc que les longueurs à cette position ont des valeurs qui ne varient que très peu entre elles.

Les coupes des fragments « e » et « c » sont les seules qui ne possèdent pas de valeurs extrêmes. Il est également à noter que les coupes des cinq fragments ont des médianes qui sont très proches entre elles.

De plus, les cinq boîtes de dispersion sur le graphique ont des positions qui ne varient que très peu entre elles. Par conséquent, les valeurs des longueurs des coupes sur chaque fragment varient pratiquement de la même manière.

Kruskal-Wallis rank sum test

```
data: stage$`SE(um)` by stage$fragment  
Kruskal-Wallis chi-squared = 5.1518, df = 4, p-value = 0.2721
```

Résultat 1. Test de Kruskal-Wallis entre la longueur de la coupe et la position

Le résultat du test de Kruskal-Wallis entre la longueur de la coupe et la position de la coupe sur la lamelle (a, b, c, d ou e) (Résultat 1) montre qu'il n'y a pas de lien entre ces deux variables. La p-value étant supérieure à 0,05, l'hypothèse H0 qui stipule qu'il n'existe pas de lien entre ces variables ne peut être rejetée.

3.2.2. Lien entre la longueur de la coupe et le mode de vie

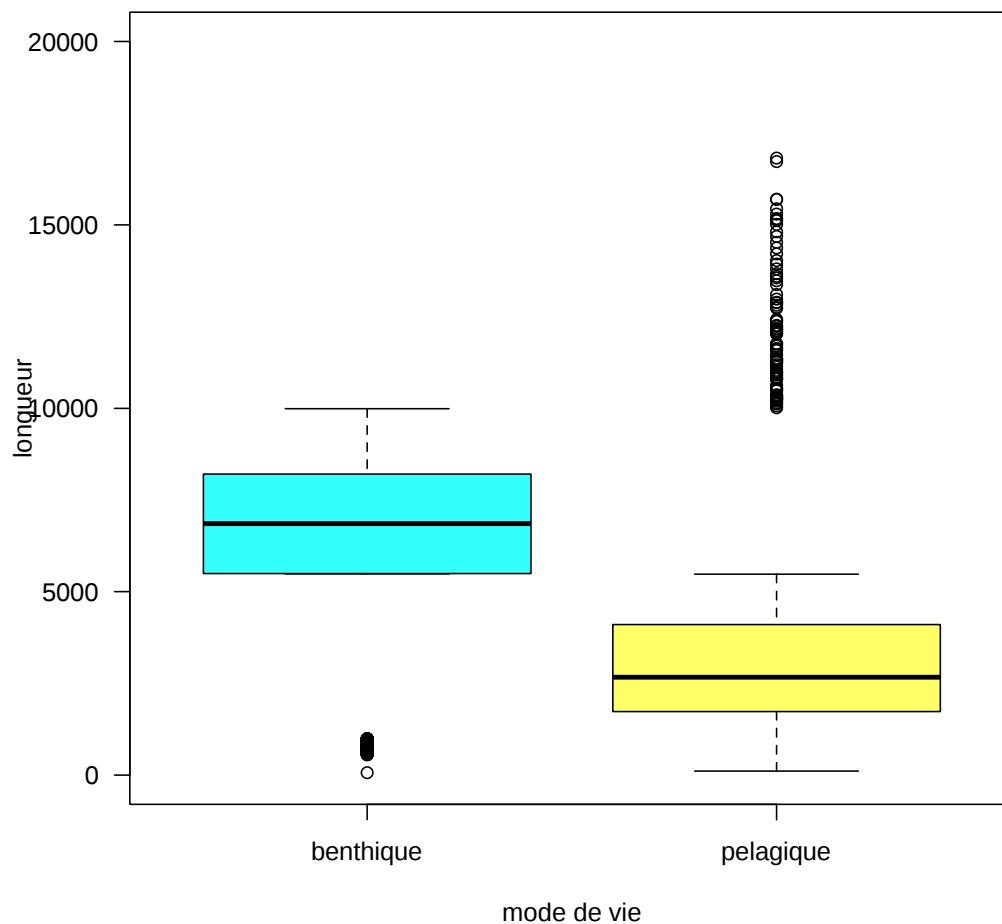


Figure 8. Boîtes de dispersions côte à côte de la longueur de la coupe en fonction du mode de vie

Les boîtes de dispersion de la Figure 8 montrent chacune des valeurs extrêmes. Toutefois, pour le mode de vie benthique, ces valeurs extrêmes sont inférieures au minimum, alors que pour le mode de vie pélagique, les valeurs extrêmes sont supérieures au maximum.

Par ailleurs, on remarque que les longueurs des coupes du mode vie benthique sont supérieures à celles du mode vie pélagique. En effet, le minimum du mode vie benthique correspond au maximum du mode de vie pélagique.

Kruskal-Wallis rank sum test

```
data: stage$`SE(um)` by stage$Lifestyle
```

Kruskal-Wallis chi-squared = 88.752, df = 1, p-value < 2.2e-16

Résultat 2. Test de Kruskal-Wallis entre la longueur de la coupe et le mode de vie

Le test de Kruskal-Wallis entre la longueur de la coupe et le mode vie du requin, révèle qu'il y a un lien entre ces deux variables. La p-value est inférieure à 0,05 (Résultat 2) et par conséquent, l'hypothèse H0 énonçant qu'il n'y pas de lien entre ces 2 variables peut être rejetée.

4. Discussion

Les résultats des tests sur les lamelles olfactives permettant d'établir une stratégie de mesure de l'épithélium des coupes suggèrent qu'il est préférable de mesurer la longueur des plis secondaires plutôt que la *lamina propia* au niveau de l'épithélium olfactif du requin (Figure 1 et 4). Les longueurs étant plus importantes en mesurant les plis secondaires, cela permet de mieux apprécier la longueur de l'épithélium sur chacune des coupes (Figure 3 et 6).

De plus, l'épithélium des lamelles olfactives ayant une structure arborescente, la mesure des plis secondaires prend mieux en compte cette structure (Illustration 11).

Cette étude a permis de réfuter le postulat initial selon lequel la longueur des coupes devrait varier en fonction de la position sur la lamelle olfactive. En effet, nous nous sommes rendu compte que la longueur des coupes varie de la même manière le long de chacun des fragments et ce indépendamment de la position de ce dernier (« a », « b », « c », « d » ou « e ») sur la lamelle olfactive (Résultat 1). Il existe donc une variabilité inter-fragments des longueurs similaire et uniforme. Effectivement, que ce soit pour le requin Mako ou le requin aveugle des roches, les boîtes de dispersion sont pratiquement alignées par leur médiane (Figure 7).

En revanche, il semble qu'il existe un lien entre le mode de vie (pélagique ou benthique) et la longueur de l'épithélium (Résultat 2). Les coupes du requin Mako, une espèce pélagique, ont des longueurs inférieures à celle du requin aveugle des roches, qui lui est une espèce benthique (Figure 8). Ceci suggère que l'épithélium olfactif serait plus long dans le cas d'un mode de vie benthique. En partant du principe qu'un épithélium plus long implique plus de structures nerveuses olfactives et de cellules sensorielles au sein de celui-ci, on peut supposer que l'olfaction serait plus développée ou plus utilisée par le requin aveugle des roches. A l'inverse le requin Mako pourrait potentiellement compenser l'olfaction avec un de ces 6 autres sens.

Toutefois, cette étude comporte plusieurs biais. La relation entre la taille de l'organe olfactif et le pouvoir olfactif n'a jamais été démontrée ([Hansen et Zielinski, 2005](#)). De plus, le nombre restreint d'individus (3 individus) ne permet pas de conclure ces résultats à l'échelle d'une population. Il serait nécessaire de réaliser les tests avec un nombre plus important d'individus et notamment avec d'autres espèces afin de tirer des conclusions pour l'ensemble des Éla-smobran-ches.

5. Conclusion

Pour terminer, cette étude sert avant toute chose de méthodologie en ce qui concerne l'analyse histologique de l'épithélium olfactif des requins. Ainsi, ce dernier ayant une structure arborescente complexe, il est préférable de mesurer la longueur de celui-ci le long des plis secondaires, et non de la *lamina propia*. Les tests effectués au cours de ce travail se font dans la suite logique de ceux de [Ferrando et al, 2017](#). Néanmoins, dans la présente analyse, nous avons fait le choix considérer toutes les lamelles de l'organe olfactif, qu'elles soient antérieures, centrales ou postérieures.

De plus, la localisation sur la lamelle olfactive importe peu ; l'épithélium varie en longueur indifféremment qu'il s'agisse d'un fragment situé aux extrémités de la lamelle olfactive (fragment a et d/e) ou de l'intérieur de celle-ci (fragment b, c).

Par ailleurs, le mode de vie dans le cas de nos individus révèle différentes valeurs de longueurs de l'épithélium olfactif. Un mode de vie benthique impliquerait alors un épithélium plus long qu'un mode de vie pélagique.

Enfin, à la différence de la pensée public, la taille d'un individu n'implique pas un épithélium plus long. Le requin Mako utilisé lors de cette recherche était nettement plus grand (2,80 mètres) que les deux requins aveugles des roches (0,60 et 0,58 mètres), or son épithélium olfactif était plus court que celui des deux requins aveugles des roches.

6. Références

- Dryer, L., and Graziadei, P. P. C. (1996). Synaptology of the olfactory bulb of an elasmobranch fish, *Sphyrna tiburo*. *Anat. Embryol.* 193, 101–114. doi: 10.1007/BF00214701
- Ferrando, S., Gallus, L., Ghigliotti, L., Amaroli, A., Abbas, G., and Vacchi, M. (2017b). Clarification of the terminology of the olfactory lamellae in Chondrichthyes. *Anat. Rec.* 300, 2039–2045. doi: 10.1002/ar.23632
- Gardiner, J. M., Atema, J., Hueter, R. E., and Motta, P. J. (2014). Multisensory integration and behavioral plasticity in sharks from different ecological niches. *PLoS One* 9:e93036. doi: 10.1371/journal.pone.0093036
- Kajiura, S. M., Sebastian, A. P., and Tricas, T. C. (2000). Dermal bite wounds as indicators of reproductive seasonality and behavior in the Atlantic stingray, *Dasyatis sabina*. *Environ. Biol. Fishes* 58, 23–23. doi: 10.1023/A:1007667108362
- Rizvanovic, A., Amundin, M., and Laska, M. (2013). Olfactory discrimination ability of Asian elephants (*Elephas maximus*) for structurally related odorants. *Chem. Senses* 38, 107–118. doi: 10.1093/chemse/bjs097
- Schluessel, V., Bennett, M. B., Bleckmann, H., Blomberg, S., and Collin, S. P. (2008). Morphometric and ultrastructural comparison of the olfactory system in elasmobranchs: the significance of structure-function relationships based on phylogeny and ecology. *J. Morph.* 269, 1365–1386. doi: 10.1002/jmor.10661
- Schluessel, V., Bennett, M. B., Bleckmann, H., and Collin, S. P. (2010). The role of olfaction throughout juvenile development: functional adaptations in elasmobranchs. *J. Morph.* 271, 451–461. doi: 10.1002/jmor.10809
- Theiss, S. M., Hart, N. S., and Collin, S. P. (2009). Morphological indicators of olfactory capability in wobbegong sharks (Orectolobidae, Elasmobranchii). *Brain Behav. Evol.* 73, 91–101. doi: 10.1159/000209865

Résumé

Les Élamobranthes sont souvent qualifiés de « nez de la mer ». Chez ces téléostéens, l'odorat est permis grâce à l'organe olfactif qui se compose de lamelles. Ces dernières abritent des plis secondaires qui recouvrent l'épithélium olfactif. Dans un souci de conservation, ce travail se penche sur l'olfaction des requins afin de pouvoir à l'avenir les dissuader de finir accidentellement dans des filets de pêche. Les échantillons proviennent de compétitions de pêche sportive ayant eu lieu à différentes localisations dans la région de Sydney en Australie. A l'aide de techniques histologiques, la présente étude cherche à déterminer la longueur de l'épithélium olfactif chez deux espèces de requins distinctes : le requin Mako (*Isurus oxyrinchus*) et le requin aveugle des roches (*Brachaelurus waddi*). Deux stratégies sont envisageables pour mesurer la longueur de l'épithélium olfactif. La première consiste à mesurer la *lamina propia* (chorion situé sous l'épithélium), la deuxième à mesurer les plis secondaires (situés sur l'épithélium). Cet écrit s'efforce de déterminer quelle stratégie permet au mieux d'apprécier la longueur de l'épithélium. A l'aide de tests statistiques, on estimera la variation de la longueur de l'épithélium à différentes localisations de la lamelle olfactive. Enfin, ces deux espèces de requins étant respectivement pélagique et benthique, ce rapport tend à révéler si ces modes de vie peuvent avoir un lien avec la longueur de l'épithélium.

Mots-clés : Élamobranthes, olfaction, épithélium olfactif, plis secondaires, histologie, mode de vie.