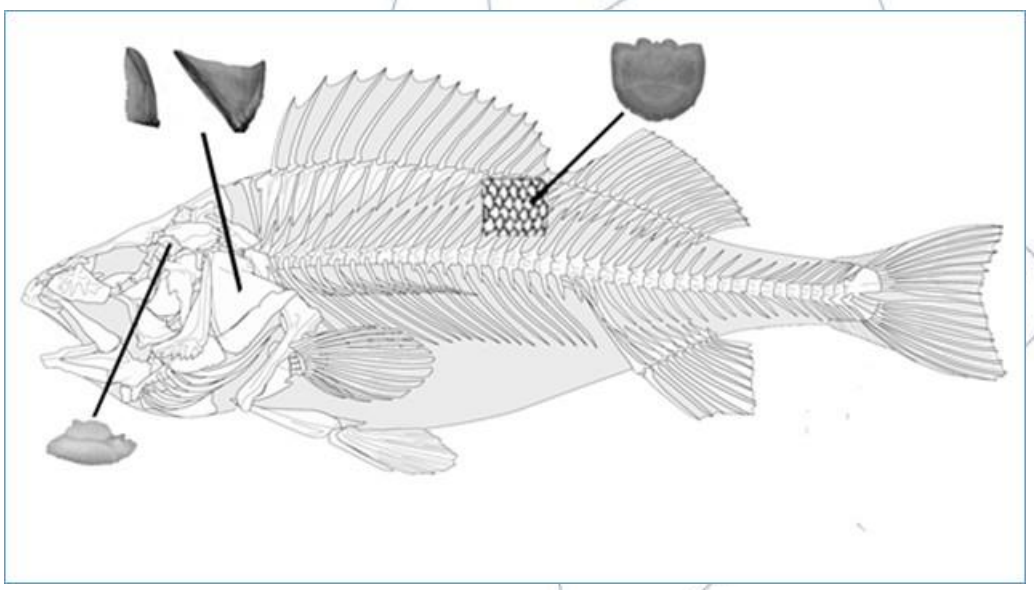
Projet IPERDMX : Etude de la croissance d'espèces démersales pêchées à La Réunion

Rapport final n°2/8 du volet 1

Indicateurs Populationnels et Ecosystémiques pour une gestion durable des Ressources en poissons DéMersauX à La Réunion

Volet 1 - «Amélioration des connaissances scientifiques sur les zones fonctionnelles halieutiques et analyse préalable à la désignation d'une zone de conservation halieutique »



FEAMP (mesure 40) Convention n° OSIRIS PFEA400018DM0980001

Référence Ifremer : 18/2216451

Ifremer / Département Ressources Biologiques et Environnement (RBE) :
Délégation Océan Indien (DOI) / Unité Halieutique Manche Mer du Nord (HMMN)
MAHE Kélig • GENTIL Claire • TELLIEZ Solène • DUSSUEL Antoine • EVANO Hugues • BRISSET Blandine • ELLEBOODE Romain • ROOS David
Octobre 2022

Fiche documentaire

Titre du rapport : Projet IPERDMX : Etude de la croissance d'espèces démersales pêchées à La Réunion	
Référence interne : R.RBE/DOI/2022-011 **Diffusion :** ☒ libre (internet) ☐ restreinte (intranet) – date de levée d'embargo : AAA/MM/JJ ☐ interdite (confidentielle) – date de levée de confidentialité : AAA/MM/JJ	**Date de publication :** Octobre 2022 **Version :** 1.0.0 **Référence de l'illustration de couverture** Ifremer HMMN / *Localisation des principales pièces calcifiées utilisées en Sclérochronologie (Otolithe, écaille, opercule)* **Langue(s) :** Français
Résumé/ Abstract : Dans le cadre de l'action Amélioration des connaissances scientifiques - Volet Croissance du projet IPERDMX, une étude de la croissance d'espèces démersales pêchées autour de l'île de La Réunion (Océan Indien) a été réalisée. A partir d'écailles et d'otolithes prélevés chez 1907 individus appartenant à 18 espèces de poissons récifaux à La Réunion, différentes méthodes d'estimation d'âge individuel ont été utilisées pour estimer les paramètres de croissance. Exception faite de *Pristipomoides filamentosus* pour laquelle il n'a pas été possible de valider les lectures d'âge réalisées, des modèles ont pu être estimés pour les 12 autres espèces : *Lutjanus kasmira*, *Lutjanus notatus*, *Epinephelus fasciatus*, *Parupeneus trifasciatus*, *Cephalopholis aurantia*, *Aphareus rutilans*, *Variola albimarginata*, *Lethrinus rubrioperculatus*, *Mulloidichthys pfluegeri*, *Aprion virescens*, *Caranx melampygus* et *Variola louti*. Cette étude a également permis de consolider les connaissances acquises en 2015 sur la croissance de 4 autres espèces dites "profondes", *Pristipomoides argyrogrammicus*, *Etelis carbunculus*, *Eumegistus illustris* et *Etelis coruscans*. Cette étude est la première à disposer de paramètres de croissance pour la majorité de ces espèces.	
Mots-clés/ Key words : Croissance, growth curve, biologie, biology, poisson, fish, démersale, demersal, *Lutjanus kasmira*, *Lutjanus notatus*, *Epinephelus fasciatus*, *Parupeneus trifasciatus*, *Cephalopholis aurantia*, *Aphareus rutilans*, *Variola albimarginata*, *Lethrinus rubrioperculatus*, *Mulloidichthys pfluegeri*, *Aprion virescens*, *Caranx melampygus, Variola louti, Pristipomoides filamentosus, Pristipomoides argyrogrammicus*, *Etelis carbunculus*, *Eumegistus illustris*, *Etelis coruscans*	
Comment citer ce document : Mahé Kélig, Gentil Claire, Telliez Solène, Dussuel Antoine, Evano Hugues, Brisset Blandine, Elleboode Romain, Roos David. 2022. Projet IPERDMX : Etude de la croissance d'espèces démersales pêchées à La Réunion. P28. R.RBE/DOI/2022-011. https://doi.org/10.13155/88535	
Disponibilité des données de la recherche : Ifremer	
DOI : 10.13155/88535	

Commanditaire du rapport : Sans objet	
Nom / référence du contrat : Convention n° OSIRIS PFEA400018DM0980001 Référence Ifremer : 18/2216451 ☐ Rapport intermédiaire (réf. bibliographique : XXX) ☒ Rapport définitif (réf. interne **du rapport intermédiaire** : R R.RBE/DOI/2022/011)	
Projets dans lesquels ce rapport s'inscrit (programme européen, campagne, etc.) : IPERDMX (P107-0014), FEAMP (mesure 40)	
Auteur(s) / adresse mail	**Affiliation / Direction / Service, laboratoire**
MAHÉ Kélig kelig.mahe@ifremer.fr	Ifremer / RBE / HMMN
GENTIL Claire claire.gentil@ifremer.fr	Ifremer / RBE / DOI
TELLIEZ Solène solene.telliez@ifremer.fr	Ifremer / RBE / HMMN-RHBL
DUSSUEL Antoine antoine.dussuel@ifremer.fr	Ifremer / RBE / HMMN-RHBL
EVANO Hugues hugues.evano@ifremer.fr	Ifremer / RBE / DOI
BRISSET Blandine blandine.brisset@ifremer.fr	Ifremer / RBE / DOI
ELLEBOODE Romain romain.elleboode@ifremer.fr	Ifremer / RBE / HMMN-RHBL
ROOS David david.roos@ifremer.fr	Ifremer / RBE / DOI
Encadrement(s) : ROOS David, MAHÉ Kélig	
Destinataires : • Partenaires • Parties intéressées • Communauté scientifique	
Validé par : DUVAL Magali, CERUTTI Florencia (Ifremer / RBE / DOI)	

Table des matières

1 Introduction 6

2 Bases de la sclérochronologie 7

3 Matériel et méthodes 8

3.1 Traitement des échantillons 8

3.1.1 Mesures et pesées 8

3.1.2 Prélèvement des pièces calcifiées 9

3.2 Estimation d'âge 10

3.2.1 Mise au point des techniques de préparation des pièces calcifiées 10

3.2.2 Modèles d'âge testés 13

3.2.3 Indice de performance de croissance 13

4 Résultats 14

4.1 Synthèse des modèles de croissance tous sexes confondus 14

4.2 Modèle de croissance et données individuelles 16

4.2.1 Lutjanus kasmira - LVK 16

4.2.2 Pristipomoides filamentosus - PFM 16

4.2.3 Lutjanus notatus - QKU 16

4.2.4 Epinephelus fasciatus - EEA 17

4.2.5 Parupeneus trifasciatus - RPB 17

4.2.6 Cephalopholis aurantia - CFZ 17

4.2.7 Aphareus rutilans - ARQ 18

4.2.8 Pristipomoides argyrogrammicus - LRY 18

4.2.9 Variola albimarginata - VRA 18

4.2.10 Lethrinus rubrioperculatus - LHB 19

4.2.11 Mulloidichthys pfluegeri - YYP 19

4.2.12 Aprion virescens - AVR 19

4.2.13 Caranx melampygus - NXM 20

4.2.14 Variola louti - VRL 20

4.3 Synthèse des projets IPERDMX et DMX2 21

4.3.1 Modèles de croissance 21

4.3.1.1 *Pristipomoides argyrogrammicus* - LRY 21

4.3.1.2 *Etelis carbunculus* - ETA 21

4.3.1.3 *Etelis coruscans* - ETC 22

4.3.1.4 *Epinephelus radiatus* - EZR 22

4.3.1.5 *Pristipomoides multidens* - LRI 22

5 Discussion 23

6 Références bibliographiques 27

1 Introduction

Au début des années 2000, la pêche artisanale réunionnaise qui ciblait traditionnellement les espèces récifales et démersales peu profondes (0-200 m), a évolué progressivement vers l'exploitation des stocks de poissons plus profonds (au-delà de 200 m), assurant ainsi des revenus complémentaires sur des ressources à haute valeur commerciale (Roos *et al.* 2001; Fleury *et al.* 2012). Cette exploitation a été rendue possible grâce au progrès des technologies des pêches notamment avec l'arrivée sur le marché de GPS, de sondeurs ainsi que des moulinets et autres vire-lignes électriques plus performants et accessibles financièrement. Les espèces profondes (200-700 m) ciblées pour leurs valeurs commerciales font ainsi l'objet d'une exploitation soutenue depuis les années 2000, en complément des espèces récifales et pélagiques. Le contexte biogéographique particulier de La Réunion (isolement, forte déclivité, absence de plateau insulaire…) et les caractéristiques bioécologiques singulières des espèces exploitées augmentent la vulnérabilité des ressources démersales aussi bien à la pêche, qu'aux pressions anthropiques sur les écosystèmes marins et aux changements globaux.

Dans ce contexte, l'Ifremer mène depuis plusieurs années des actions de recherche visant d'une part, à évaluer et à suivre divers indicateurs populationnels (abondance, taille et âge) et écosystémiques (biodiversité, peuplement, habitat, usages…) et d'autre part à collecter des paramètres biologiques sur les espèces pour mieux connaitre leur reproduction, leur croissance, et leurs relations trophiques.

Initié en 2019, le projet IPERDMX s'inscrit dans la continuité des précédents projets ANCRE DMX2 (2014-2015 ; (Roos *et al.* 2015) et DMX1 (2011-2012 ; Fleury *et al.* 2012) orientés sur la connaissance des espèces démersales profonde. Il contribue plus spécifiquement aux connaissances sur les peuplements et les habitats exploités entre 1 et 500 m de profondeur, afin de disposer d'indicateurs halieutiques, biologiques et écosystémiques à la fois sur les espèces récifales et profondes de l'île. Les connaissances acquises dans ce projet visent à préciser l'état des peuplements exploités dans les différents habitats à l'échelle de la pêcherie, et ainsi contribuer à la définition des zones fonctionnelles halieutiques et à la formalisation de mesures de gestion des stocks de poissons démersaux par les gestionnaires des pêches. La présente étude a pour objectif d'identifier la structuration spatiale de stocks de plusieurs espèces de poissons autour de La Réunion, à partir de l'analyse de forme des otolithes. Cette action correspond au volet « croissance » de l'action « Amélioration des connaissances scientifiques » du projet IPERDMX.

2 Bases de la sclérochronologie

La sclérochronologie (sklêros « dur » et khronos « temps » et logos « étude ») est une science qui vise à reconstruire l'histoire vécue par les organismes vivants à partir de l'étude de leurs pièces calcifiées. Elle permet d'obtenir des données sur l'estimation de l'âge mais aussi sur celle de la période et de la durée d'événements marquants de l'histoire individuelle. Les pièces calcifiées ont une croissance comparable à celle du poisson pendant toute sa vie et se comportent ainsi comme des enregistreurs permanents. Des structures (appelées aussi stries ou anneaux) peuvent ainsi être observées sur les pièces calcifiées et certaines présentant une périodicité peuvent ainsi être considérées comme des marques de croissance.

Trois principaux types de pièces sont calcifiés : les écailles (la scalimétrie), les otolithes (l'otolithométrie) et les ossements (la squelettochronologie) (Figure 1).

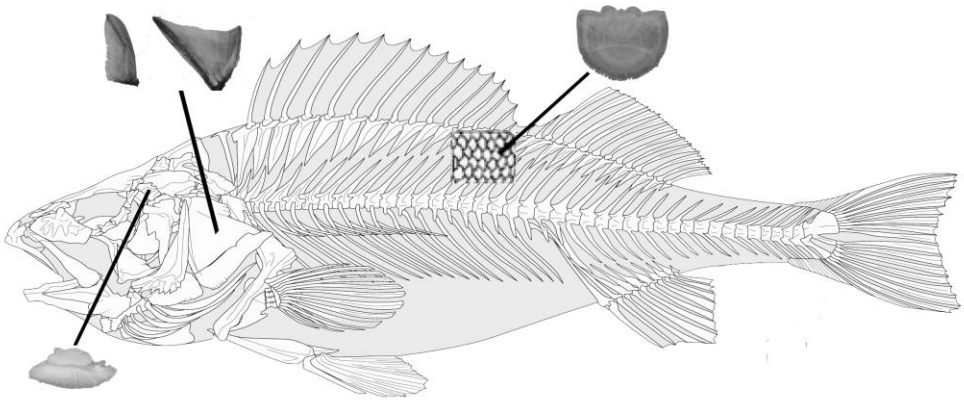


Figure 1. Localisation des principales pièces calcifiées utilisées en sclérochronologie (otolithe, écaille, opercule) (Panfili *et al.* 2002).

L'estimation d'âge peut être réalisée à partir des pièces calcifiées en distinguant les anneaux opaques des anneaux hyalins. En général dans l'hémisphère nord, les anneaux opaques se forment l'été lors de période de croissance rapide et à l'inverse, les anneaux hyalins sont souvent l'expression d'un ralentissement hivernal de la croissance (Panfili *et al.* 2002; Mahé *et al.* 2009). Dans l'hémisphère sud, plusieurs études montrent le phénomène inverse avec une période de formation des anneaux opaques essentiellement hivernale et celle des zones hyalines estivale (les saisons sèches et humides jouent le même rôle que l'hiver et le printemps des zones tempérées), et même si la saisonnalité est généralement moins contrastée, quelques paramètres physico-chimiques de l'environnement montrent une variation cyclique annuelle plus au moins faible mais suffisamment pour induire des marques de croissance synchronisées et cycliques. De plus pour harmoniser les estimations d'âge entre espèces et entre laboratoires, il a été défini au niveau international de n'utiliser qu'une seule date anniversaire dans l'hémisphère sud (1er juillet) et de même dans l'hémisphère nord (1er janvier). De ce fait, dans cette étude, c'est la date du 1er juillet qui a été utilisée pour toutes les espèces.

3 Matériel et méthodes

3.1 Traitement des échantillons

L'estimation de l'âge a été réalisée sur un panel de 1907 individus appartenant à 18 espèces (Tableau 1). Pour 4 espèces (*Eumegistus illustris, Etelis carbunculus, Etelis coruscans, Paracaesio xanthura*), le nombre d'individus était trop faible. Ainsi, les estimations d'âge individuelles ont été testées chez 14 espèces pour tenter d'obtenir des modèles de croissance pour chaque espèce.

Tableau 1 : Récapitulatif du nombre d'individus dont l'âge individuel a été estimé par espèce (* : espèces hermaphrodites ; Autres : individus immatures ou sexe indéterminé).

Nom latin	Code FAO	Nombre total	Femelles	Males	Autres
Lutjanus kasmira	LVK	368	212	149	7
Pristipomoides filamentosus	PFM	267	160	89	18
Lutjanus notatus	QKU	187	91	95	1
Epinephelus fasciatus *	EEA	165	155	8	2
Etelis carbunculus	ETA	145	73	71	1
Parupeneus trifasciatus	RPB	138	61	53	24
Cephalopholis aurantia *	CFZ	130	100	30	0
Aphareus rutilans	ARQ	116	47	67	2
Pristipomoides argyrogrammicus	LRY	105	44	60	1
Variola albimarginata *	VRA	80	60	19	1
Lethrinus rubrioperculatus	LHB	54	43	10	1
Mulloidichthys pfluegeri	YYP	51	28	23	0
Aprion virescens	AVR	33	11	21	1
Caranx melampygus	NXM	32	8	24	0
Variola louti *	VRL	31	22	9	0
Eumegistus illustris	EBS	3	1	1	1
Etelis coruscans	ETC	1		1	0
Paracaesio xanthura	LRX	1	1		0
Total général		1907	1117	730	60

Parmi les 18 espèces, certaines espèces étant hermaphrodites, les modèles d'âge ont été limités à la population entière. C'est le cas pour *Cephalopholis aurantia, Epinephelus fasciatus, Variola albimarginata et Variola louti* (Tableau 1).

3.1.1 Mesures et pesées

Pour chaque individu, des mensurations de longueur standard (Ls), de longueur à la fourche (Lf) et de longueur totale (Lt) sont effectuées à plat, à l'aide d'un ichtyomètre (longueur droite, caudale étirée, précision : 1mm) et le poids frais total (Wt) est réalisé à l'aide de deux balances qui font l'objet d'un suivi métrologique annuel, en fonction du poids de l'individu (RADWAG WLC 2/A2 jusqu'à 2 kg, précision : 1 g ; SOEHNLE jusqu'à 20 kg, précision 10 g. Le sexe est estimé selon une échelle macroscopique d'observation des gonades (stades de maturité de 1 à 6) (Figure 2 ; voir protocole biométrique).

Figure 2. Différentes mesures effectuées sur chaque individu.

3.1.2 Prélèvement des pièces calcifiées

Les otolithes sont des concrétions calcifiées logées au niveau de l'oreille interne des poissons, dans les capsules otiques du crâne. Il en existe trois types de chaque côté du crâne : la *sagitta,* le *lapillus,* l'*astericus* dans les 3 chambres otiques appelées respectivement : le *sacculus, l'utriculus* et la *lagaena*. La *sagitta,* qui est l'otolithe le plus utilisé chez les poissons marins, a une taille beaucoup plus importante que celle des 2 autres otolithes (Panfili *et al.* 2002). Ils présentent des anneaux de croissance successifs, chacun se compose d'une zone opaque (riche en matière protéique) et d'une zone translucide qui correspondent respectivement à des périodes de croissance rapide et de croissance lente (Jones 1992; Panfili *et al.* 2002). Les otolithes droite et gauche sont extraits en pratiquant une coupe ventrale de la tête à travers les branchies. Ils sont immédiatement nettoyés à l'eau, séchés par simple exposition à l'air à température ambiante puis stockés dans des pochettes en papier ou dans des microtubes type Eppendorf sur lesquels sont inscrites les références de chaque individu (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Le prélèvement des écailles est effectué en même temps que celui des otolithes. Ce prélèvement est réalisé toujours sous la nageoire pectorale pour limiter le phénomène des écailles régénérées qui ne sont pas interprétables pour l'estimation de l'âge (Figure 3).

Figure 3. Prélèvement et stockage des otolithes et des écailles.

3.2 Estimation d'âge

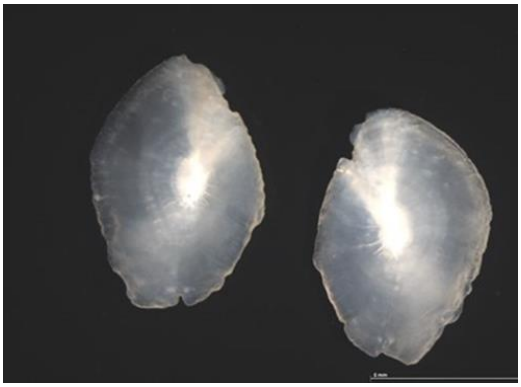
3.2.1 Mise au point des techniques de préparation des pièces calcifiées

A partir des différentes pièces calcifiées prélevées, nous avons réalisé différents tests et préparations de façon à mettre au point la technique d'estimation d'âge la plus optimale pour chaque espèce avec d'une part, le type de pièce calcifiée utilisé et d'autre part, la méthode de préparation appliquée. Le Tableau 2 présente la pièce calcifiée et la méthode de préparation pour chaque espèce. La Figure 4 présente un exemple d'image interprétée pour chaque espèce.

Tableau 2 : Récapitulatif de la pièce calcifiée et de sa méthode de préparation pour optimiser l'estimation d'âge de chaque espèce analysée.

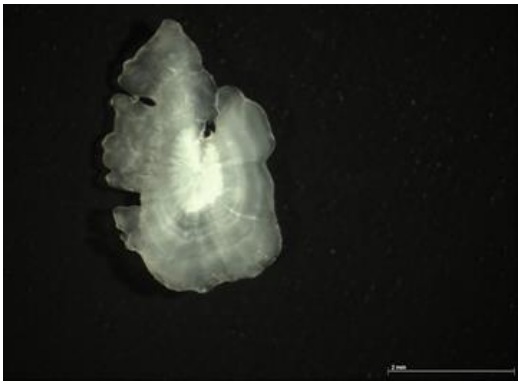
Nom latin	Code FAO	Pièce calcifiée utilisée	Méthode de préparation	Commentaires
Lutjanus kasmira	LVK	otolithes	entier	Ecailles non interprétables, coupes d'otolithes très difficiles à interpréter
Pristipomoides filamentosus	PFM	-	-	Pièces calcifiées non interprétables
Lutjanus notatus	QKU	otolithes	entier	Ecailles et coupes d'otolithes non interprétables
Epinephelus fasciatus	EEA	otolithes	entier	Ecailles non interprétables, coupes d'otolithes très difficiles à interpréter
Parupeneus trifasciatus	RPB	otolithes	entier	Toutes les préparations sont difficiles à interpréter, ageage problématique
Cephalopholis aurantia	CFZ	otolithes	entier	Ecailles non interprétables, coupes d'otolithes interprétables mais pas plus précises qu'otolithes entiers
Aphareus rutilans	ARQ	otolithes	entier	Ecailles et coupes d'otolithes non interprétables
Pristipomoides argyrogrammicus	LRY	otolithes	entier	
Variola albimarginata	VRA	otolithes	entier	
Lethrinus rubrioperculatus	LHB	otolithes	coupe	
Mulloidichthys pfluegeri	YYP	écailles	entier	Otolithes entiers et coupés difficiles à interpréter
Aprion virescens	AVR	otolithes	entier	
Caranx melampygus	NXM	otolithes	entier	
Variola louti	VRL	otolithes	entier	Ecailles non interprétables, coupes d'otolithes très difficiles à interpréter

Lutjanus kasmira (LVK) : 6 ans, 21.6 cm



Lutjanus notatus (QKU) : 2 ans, 19.8 cm

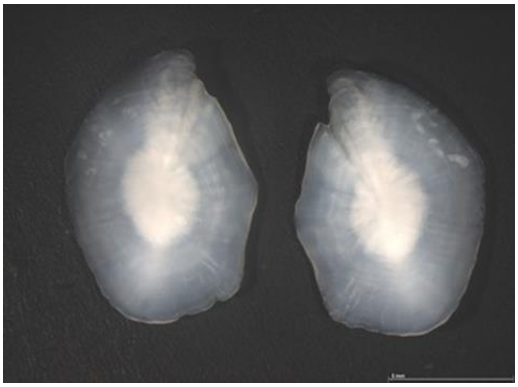
Epinephelus fasciatus (EEA): 5 ans, 34.5 cm



Parupeneus trifasciatus (RPB) : 5 ans, 45.5 cm

Cephalopholis aurantia (CFZ) : 5 ans, 35.3 cm

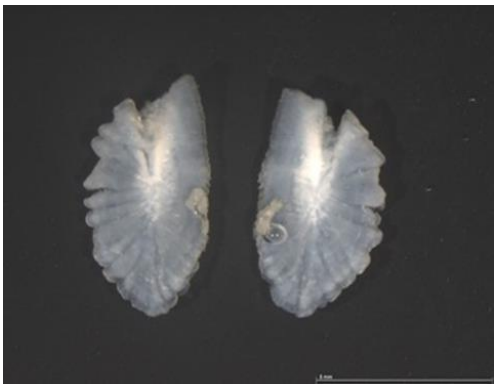
Aphareus rutilans (ARQ) : 4 ans, 49.5 cm



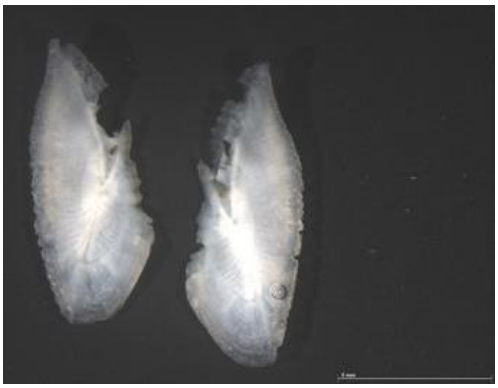
Pristipomoides argyrogrammicus (LRY) *: 5 ans, 23.9 cm*

Variola albimarginata (VRA) *: 1 an, 33.5 cm*

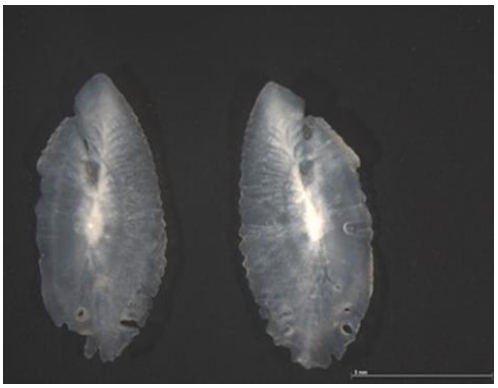
Lethrinus rubrioperculatus (LHB) : 3 ans, 30.7 cm



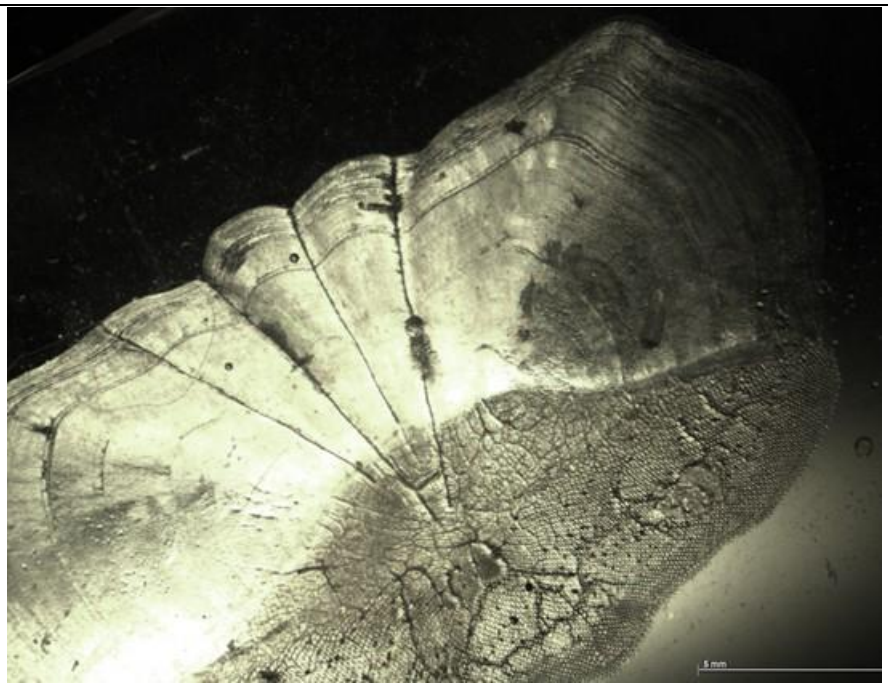
Aprion virescens (AVR) *: 5 ans, 50.3 cm*



Caranx melampygus (NXM) :5 ans, 63.5 cm



Variola louti (VRL) *: 6 ans, 48.5 cm*



Ecaille de *Mulloidichthys pfluegeri* (YYP) : 7 ans, 41.5 cm

Figure 4. Exemples d'images de pièces calcifiées traitées pour observer l'âge chez chaque espèce.

3.2.2 Modèles d'âge testés

Différents modèles de croissance existent. Ainsi, dans cette étude, nous avons testé les 5 modèles les plus utilisés :

a) Modèle de Von Bertalanffy (Von Bertalanffy 1938) sans contrainte :

$$TL_t = TL_\infty.(1 - e^{-K.(t-t_0)}) \quad (1)$$

b) Modèle de Von Bertalanffy forcé à t_0=0:

$$TL_t = TL_\infty - (TL_\infty . e^{-K.t}) \quad (2)$$

c) Modèle de Von Bertalanffy forcé à t1 :

$$TL_t = TL_\infty - (TL_\infty - TL_1).e^{-K.(t-1)} \quad (3)$$

d) Modèle de Gompertz (Gompertz 1825) :

$$TL_t = TL_\infty.e^{\ln\left(TL_1/TL_\infty\right).e^{-K.(t-1)}} \quad (4)$$

e) Modèle logistique (Verhulst 1838):

$$\mathrm{TL}_t = \frac{\mathrm{TL}_\infty}{1+\left(\left(\frac{\mathrm{TL}\infty}{TL_1}\right)-1\right)*e^{-K.t}} \quad (5)$$

TLt et TL∞ sont respectivement la longueur à l'âge t et la longueur asymptotique, K le taux auquel l'asymptote est atteinte et t_0 l'âge théorique (en années) à la longueur zéro. La valeur de t0 n'a aucune signification biologique (Knight 1968). Le modèle de croissance optimal a été identifié en utilisant le critère d'information d'Akaike le plus petit (AIC ; Akaike 1974; Sakamoto *et al.* 1986). L'AIC est le compromis entre la qualité de l'ajustement et le nombre de paramètres utilisés (Burnham and Anderson 2002) et il est défini comme :

$$\mathrm{AIC} = -2.LL + 2\,K \quad (6)$$

Où K est le nombre total de paramètres (incluant σ^2) et -2 × LL est deux fois la log-vraisemblance négative à son optimum.

3.2.3 Indice de performance de croissance

Dans l'objectif de comparer la croissance entre les différentes populations d'une part, d'une même espèce, et d'autre part, entre plusieurs espèces, l'indice de performance de croissance Φ (en cm.an^{-1}, Pauly and Munro 1984) est utilisé :

$$\Phi = \log(K) + 2\log(TL_\infty) \quad (7)$$

K et TL∞ sont les paramètres de croissance de l'équation de Von Bertalanffy.

4 Résultats

4.1 Synthèse des modèles de croissance tous sexes confondus

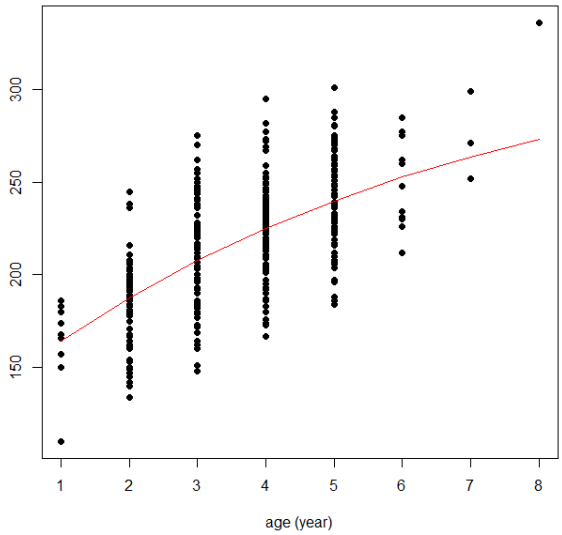
Le tableau 3 présente à la fois les tailles et les poids maximum observés dans les échantillonnages pour chaque espèce mais aussi la modélisation de croissance. Ainsi, pour chaque espèce, il est indiqué le modèle de croissance qui s'ajuste le mieux aux données de terrain et les valeurs des facteurs modélisés.

Tableau 3 : Récapitulatif des tailles et poids maximum observés et des modèles de croissance qui s'ajustent le mieux aux données avec les paramètres pour chaque modèle et par espèce.

Nom latin	Code FAO	TL max (mm)	W max (g)	modèle utilisé	TL_∞	k	TL_1	t_0	ϕ
Lutjanus kasmira	LVK	336	587,11	Von Bertalanffy sans contrainte (1)	330,09	0,15		-3,52	4,22
Pristipomoides filamentosus	PFM	576	1770	****					
Lutjanus notatus	QKU	277	15800	Von Bertalanffy sans contrainte (1)	336,56	0,12		-4,20	4,15
Epinephelus fasciatus	EEA	376	804,23	Gompertz (4)	391,47	0,30	163,96		4,66
Parupeneus trifasciatus	RPB	401	1036,06	logistique (5)	430,17	0,57	115,59		5,02
Cephalopholis aurantia	CFZ	318	574,7	Von Bertalanffy sans contrainte (1)	374,74	0,09		-4,54	4,08
Aphareus rutilans	ARQ	786	3294,45	Logistique (5)	1187,10	0,18	269,20		5,41
Pristipomoides argyrogrammicus	LRY	275	278,32	Von Bertalanffy avec t_0=0 (2)	265,87	0,53		0	4,58
Variola albimarginata	VRA	555	1736,45	Von Bertalanffy sans contrainte (1)	632,98	0,20		-2,39	4,90
Lethrinus rubrioperculatus	LHB	430	990,64	Von Bertalanffy avec TL1 (3)	431,33	0,39	210,66		4,86
Mulloidichthys pfluegeri	YYP	452	1181,57	Von Bertalanffy avec t_0=0 (2)	484,96	0,23		0	4,74
Aprion virescens	AVR	748	3689,83	Von Bertalanffy avec t_0=0 (2)	858,53	0,20		0	5,17
Caranx melampygus	NXM	838	6320	Von Bertalanffy avec t_0=0 (2)	822,49	0,30		0	5,31
Variola louti	VRL	746	4939,58	Von Bertalanffy sans contrainte (1)	950,51	0,16	0,65		5,15

4.2 Modèle de croissance et données individuelles

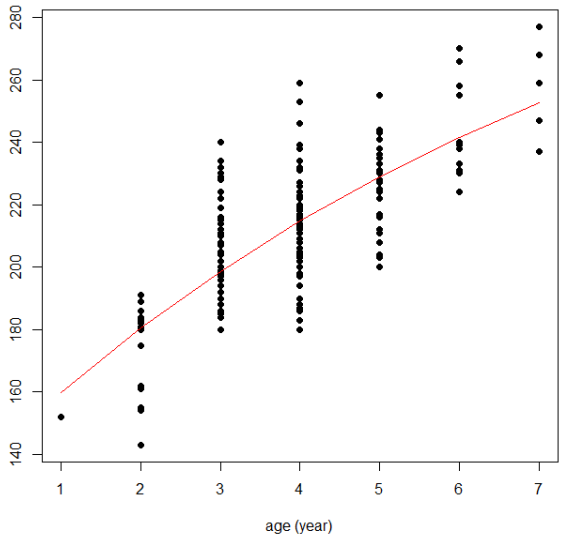
4.2.1 *Lutjanus kasmira* - LVK



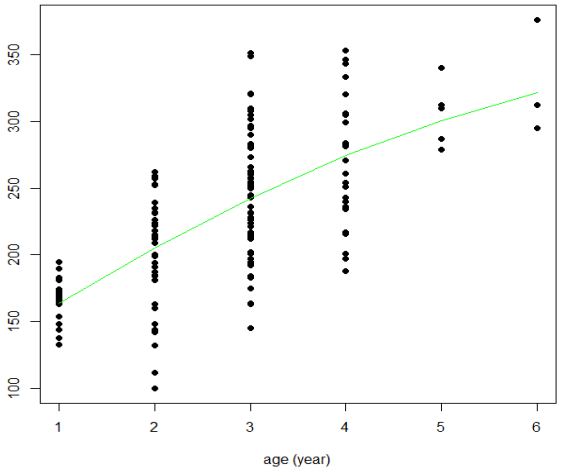
4.2.2 *Pristipomoides filamentosus* - PFM

Les données de croissance ne permettent pas d'ajuster un modèle de croissance.

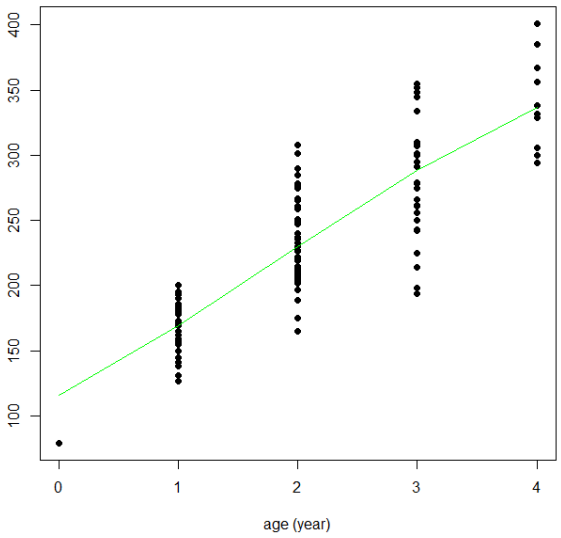
4.2.3 Lutjanus notatus - QKU



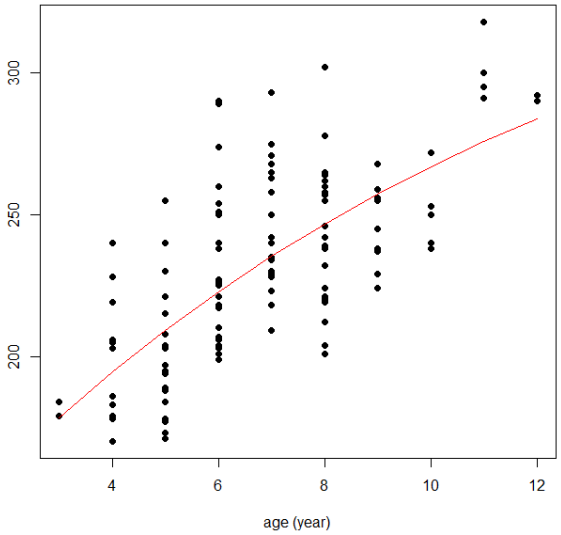
4.2.4 *Epinephelus fasciatus* - EEA



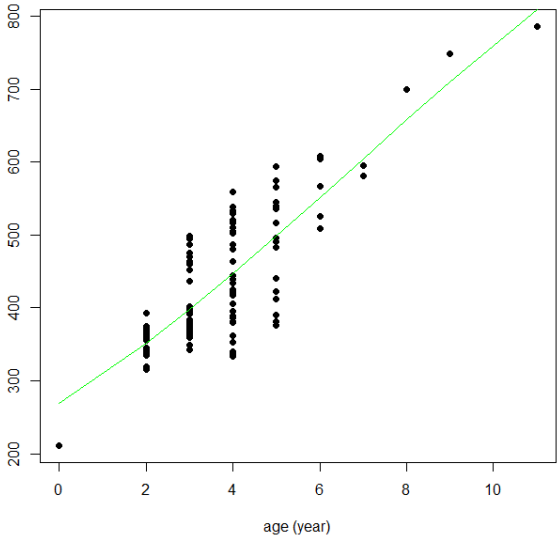
4.2.5 *Parupeneus trifasciatus* - RPB



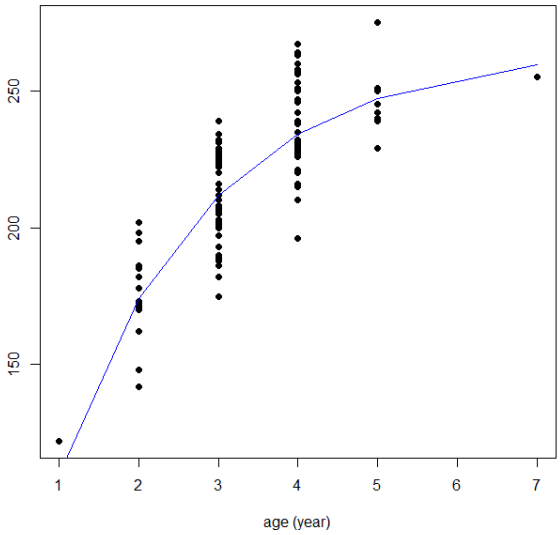
4.2.6 *Cephalopholis aurantia* - CFZ



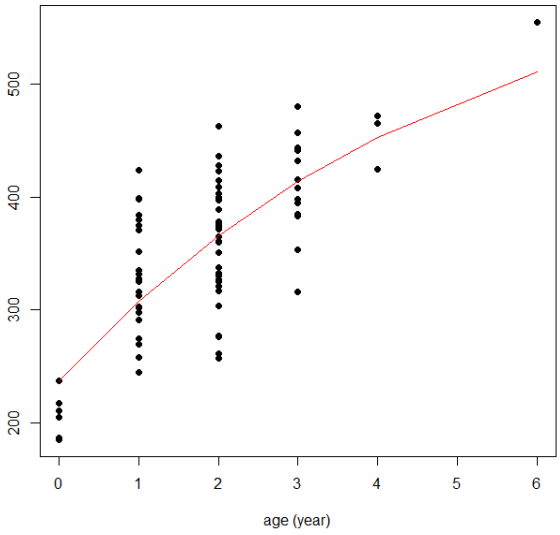
4.2.7 *Aphareus rutilans* - ARQ



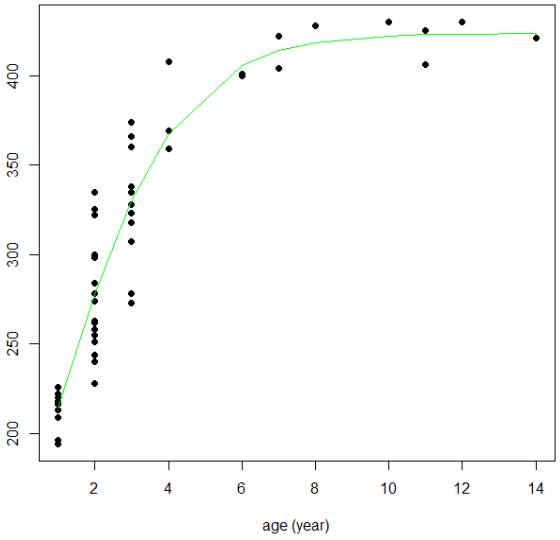
4.2.8 *Pristipomoides argyrogrammicus* - LRY



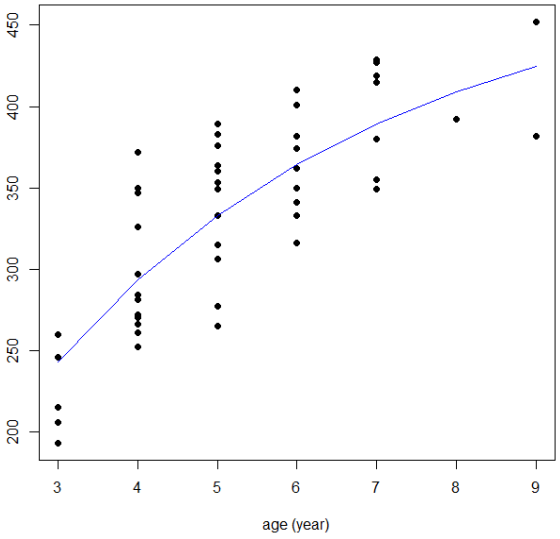
4.2.9 *Variola albimarginata* - VRA



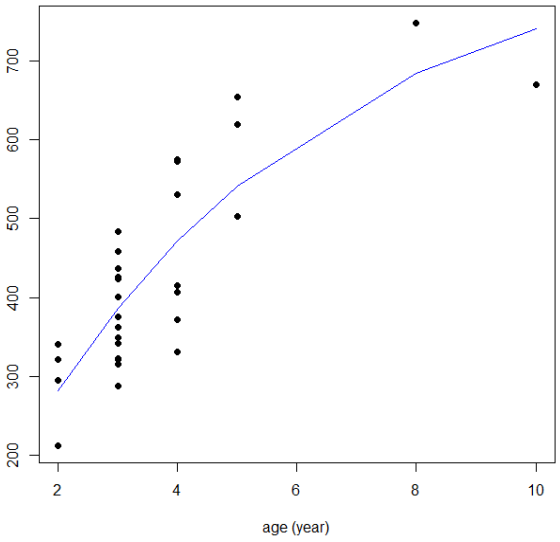
4.2.10 *Lethrinus rubrioperculatus* - LHB



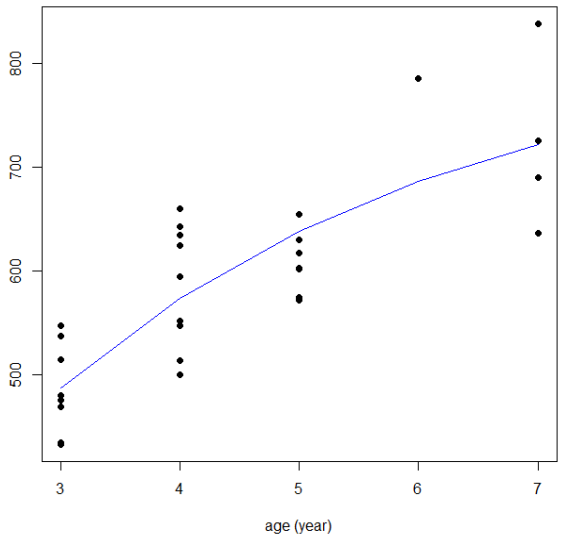
4.2.11 Mulloidichthys pfluegeri - YYP



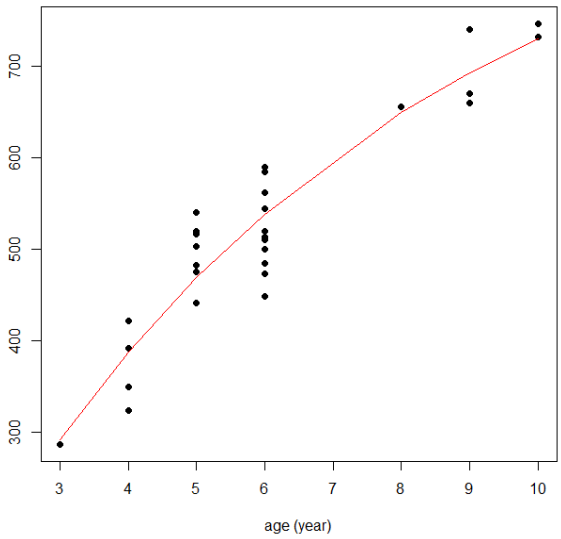
4.2.12 *Aprion virescens* - AVR



4.2.13 *Caranx melampygus* - NXM



4.2.14 *Variola louti* - VRL

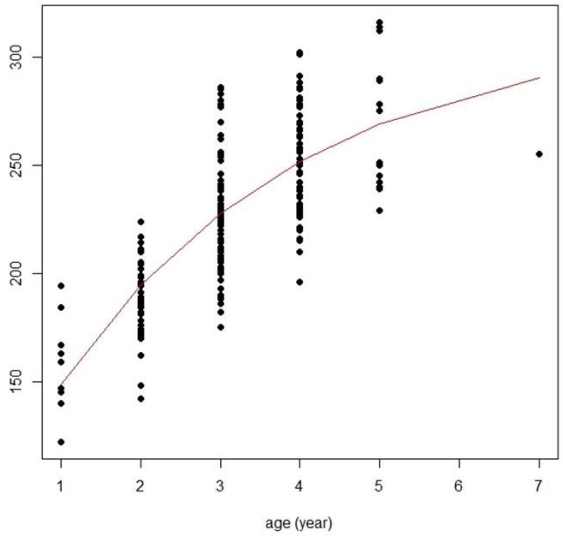


4.3 Synthèse des projets IPERDMX et DMX2

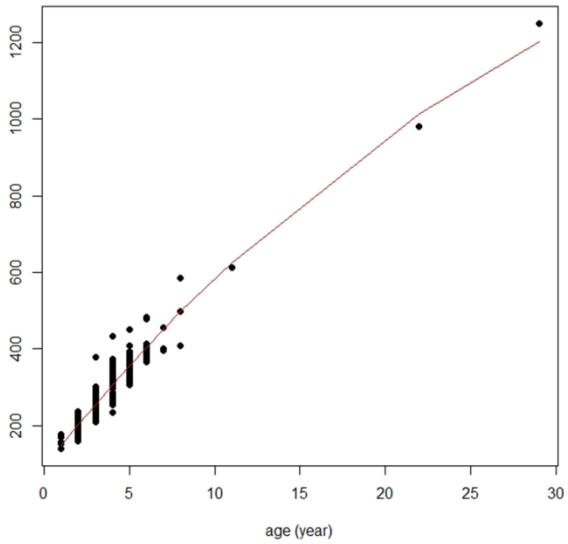
4.3.1 Modèles de croissance

Ce projet IPERDMX en 2021 fait suite au projet DMX2 en 2015 pour lequel des données de croissance avaient été acquises pour certaines espèces. Ainsi, pour ces mêmes espèces, le projet IPERDMX a permis d'ajouter des individus de grande taille aux données de DMX2 de façon à pouvoir obtenir des modèles de croissance mieux ajustés.

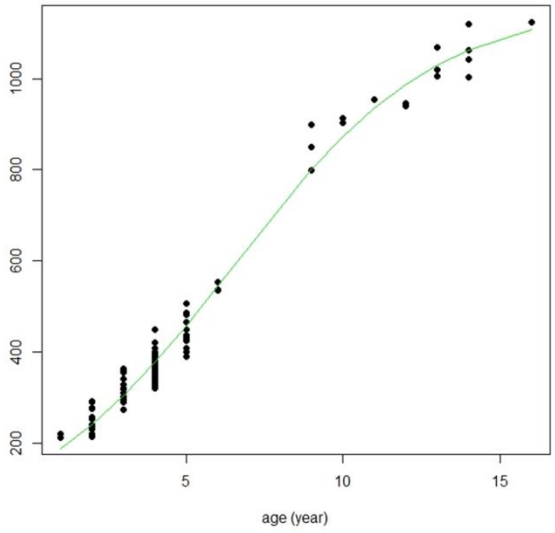
4.3.1.1 *Pristipomoides argyrogrammicus* - LRY



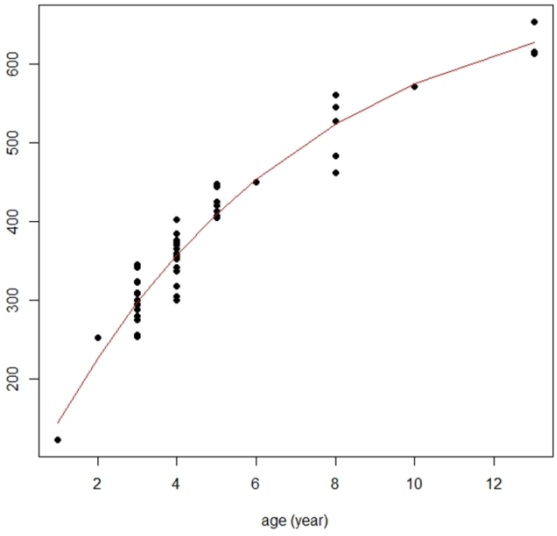
4.3.1.2 *Etelis carbunculus* - ETA



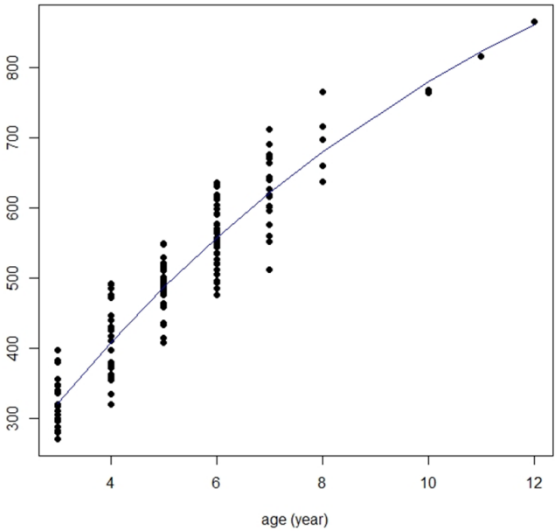
4.3.1.3 *Etelis coruscans* - ETC



4.3.1.4 *Epinephelus radiatus* - EZR



4.3.1.5 *Pristipomoides multidens* - LRI



5 Discussion

Parmi les 18 espèces analysées, ce projet IPERDMX complétait des données de précédents projets pour 4 espèces et pour 14 nouvelles espèces, ce projet était une première analyse des données de croissance autour de l'île de La Réunion. Le Tableau 4 présente ainsi pour chacune des 14 nouvelles espèces, les résultats observés dans cette étude ciblée au niveau de l'île de La Réunion et provenant de la littérature avec à chaque fois, les poids et longueurs maximales et les modèles de croissance. Il est à noter que parmi ces 14 espèces, seules les données d'une espèce (*Pristipomoides filamentosus*) n'ont pas permis d'observer la croissance en milieu naturel car les pièces calcifiées testées n'ont pas montré de stries de croissance interprétables. Pour cette espèce, les recherches bibliographiques n'ont pas permis d'identifier de données de croissance observées dans une autre zone géographique mais seulement en milieu contrôlé sur des individus juvéniles. Pour les 13 autres espèces, les données ont permis d'observer la croissance de ces espèces. Parmi ces 13 espèces, pour 5 espèces (*Caranx melampygus, Cephalopholis aurantia, Mulloidichthys pfluegeri, Parupeneus trifasciatus, Pristipomoides argyrogrammicus)*, cette étude est la première étude de croissance car aucune étude n'a été publiée sur ces espèces jusqu'à maintenant. Pour les 8 autres espèces (*Aphareus rutilans, Aprion virescens, Epinephelus fasciatus, Lethrinus rubrioperculatus, Lutjanus kasmira, Lutjanus notatus, Variola albimarginata, Variola louti)*, il existe bien des études de croissance déjà réalisées mais elles sont quasiment tout le temps réalisées dans l'océan Pacifique et pour chaque espèce, il n'existe qu'une seule étude de croissance publiée. Ainsi, ce volet croissance du projet IPERDMX a permis de réaliser des modèles de croissance pour 13 espèces sur lesquelles on ne connaissait jusqu'alors que des données très parcellaires et ne concernant pas dans la plupart des cas l'océan Indien.

Des publications en cours d'écriture préciseront les analyses de croissance comparées entre celles observées à l'île de La Réunion lors de ce projet et les études antérieures réalisées.

Tableau 4 : Récapitulatif par espèce des données de croissance observées et extraites de la littérature. Les lignes surlignées en rouge sont les nouveaux résultats observés durant le projet IPERDMX2.

Nom latin	Publication	Zone d'étude	Méthode de lecture utilisée	TLmax (mm)	Wmax (g)	TL_∞	k	TL_1	t_0
Aphareus rutilans	Cette étude	Océan Indien	Otolithe entier	786	3294,45	1187,1	0,18	269,2	
Aphareus rutilans	Martinez-Andrade (2003)	Océan Pacifique	Otolithe	1257		1288	0,163		-0,543
Aprion virescens	Cette étude	Océan Indien	Otolithe entier	748	3689,83	858,53	0,2		0
Aprion virescens	Pilling *et al.* (2000)	Océan Indien	Otolithe en coupe	870		790 (LF)	0,13		
Caranx melampygus	Cette étude	Océan Indien		838	6320	822,49	0,3		0
Cephalopholis aurantia	Cette étude	Océan Indien	Otolithe entier	318	574,7	374,74	0,09		-4,54
Epinephelus fasciatus	Cette étude	Océan Indien	Otolithe entier	376	804,23	391,47	0,3	164	
Epinephelus fasciatus	Mapleston *et al.* (2009)	Océan Pacifique	Otolithe en coupe	440		281,81	0,405		-0,685
Lethrinus rubrioperculatus	Cette étude	Océan Indien	Otolithe en coupe	430	990,64	431,33	0,39	210,7	
Lethrinus rubrioperculatus	Ebisawa and Ozawa (2009)	Océan Pacifique	Otolithe en coupe + brûlé	352		383	0,415		-0,8
Lutjanus kasmira	Cette étude	Océan Indien	Otolithe entier	336	587,11	330,09	0,15		-3,52
Lutjanus kasmira	Morales-Nin and Ralston (1990)	Océan Pacifique	Lecture journalière et annuelle, coupe et polissage	330		429	0.33		-0,37
Lutjanus notatus	Cette étude	Océan Indien	Otolithe entier	277	15800	336,56	0,12		-4,2
Lutjanus notatus	Martinez-Andrade (2003)	Océan Pacifique	Otolithe	308		322	0,75		-0,211
Mulloidichthys pfluegeri	Cette étude	Océan Indien	Otolithe entier	452	1181,57	484,96	0,23		0
Parupeneus trifasciatus	Cette étude	Océan Indien	Otolithe entier	401	1036,06	430,17	0,57	115,6	
Pristipomoides argyrogrammicus	Cette étude	Océan Indien		275	278,32	265,87	0,53		0

Nom latin	Publication	Zone d'étude	Méthode de lecture utilisée	TLmax (mm)	Wmax (g)	TL_∞	k	TL_1	t_0
Pristipomoides filamentosus	Cette étude	Océan Indien	Otolithe entier	576	1770				
Pristipomoides filamentosus	Ralston and Miyamoto (1983)	expérimental	Otolithe en coupe (journalier) + marquage tetraycline	700 (LF)		664	0,235		-0,807
Pristipomoides filamentosus	DeMartini (1994)	expérimental	Otolithe en coupe (journalier) + OTC	700 (LF)		704	0,25		
Pristipomoides filamentosus	Pilling *et al.* (2000)	Océan Indien	Otolithe en coupe	730		623 (LF)	0,11		
Variola albimarginata	Cette étude	Océan Indien		555	1736,45	632,98	0,2		-2,39
Variola albimarginata	Mapleston *et al.* (2009)	Océan Pacifique	Otolithe en coupe	377		316,252	0,479		-0,155
Variola louti	Cette étude	Océan Indien		746	4939,58	950,51	0,16	0,65	
Variola louti	Mapleston *et al.* (2009)	Océan Pacifique	Otolithe en coupe	516		1558,917	0,479		-3,978

6 Références bibliographiques

Akaike H (1974). A new look at the statistical model identification. *IEEE Transactions on Automatic Control* **19**, 716–723. doi:10.1109/TAC.1974.1100705

Burnham KP, Anderson DR (Eds.) (2002). 'Model Selection and Multimodel Inference: A Practical Information-theoretic Approach' Second Edition. (Springer: New York, NY) doi:10.1007/b97636

DeMartini EE (1994). 'A Recharacterization of the Age-length and Growth Relationships of Hawaiian Snapper, Pristipomoides Filamentosus'. (U.S. Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration, National Marine Fisheries Service, [Southwest Fisheries Science Center])

Ebisawa A, Ozawa T (2009). Life-history traits of eight Lethrinus species from two local populations in waters off the Ryukyu Islands. *Fisheries Science* **75**, 553–566. doi:10.1007/s12562-009-0061-9

Fleury P-G, Evano H, Le Ru L, Aureche V (2012). Synthèse de l'étude et des campagnes à la mer 2011 sur l'exploitation aux vire-lignes des espèces démersales profondes autour de La Réunion. Available at: https://archimer.ifremer.fr/doc/00098/20902/

Gompertz B (1825). On the Nature of the Function Expressive of the Law of Human Mortality, and on a New Mode of Determining the Value of Life Contingencies. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* **115**, 513–583. Available at: https://www.jstor.org/stable/107756 [accessed 5 October 2022]

Jones CM (1992). Development and Application of the Otolith Increment Technique. In 'Otolith microstructure examination and analysis'. pp. 117, 1–11. (Stevenson D.K. & Campana S.E: Canadian Special Publication of Fisheries Aquatic Sciences)

Knight W (1968). Asymptotic Growth: An Example of Nonsense Disguised as Mathematics. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* **25**, 1303–1307. doi:10.1139/f68-114

Mahé K, Bellail R, Dufour J-L, Boiron-Leroy A, Dimeet J, Duhamel E, Elleboode R, Felix J, Grellier P, Huet J, Labastie J, Le Roy D, Lizaud O, Manten M-L, Martin S, Metral L, Nedelec D, Verin Y, Badts V (2009). Synthèse française des procédures d'estimation d'âge, French summary of age estimation procedures. , 78. Available at: https://archimer.ifremer.fr/doc/00000/7294/

Mapleston A, Currey LM, Williams AJ, Pears R, Simpfendorfer CA, Penny AL, Tobin A, Welch D (2009). Comparative biology of key inter-reefal serranid species on the Great Barrier Reef. Project Milestone Report to the Marine and Tropical Sciences Research Facility. Reef and Rainforest Research Centre Limited, Cairns. Available at: https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.670.5224&rep=rep1&type=pdf

Martinez-Andrade F (2003). A comparison of life histories and ecological aspects among snappers (Pisces: Lutjanidae). *LSU Doctoral Dissertations*. doi:10.31390/gradschool_dissertations.2271

Morales-Nin B, Ralston S (1990). Age and growth of *Lutjanus kasmira* (Forskål) in Hawaiian waters. *Journal of Fish Biology* **36**, 191–203. doi:10.1111/j.1095-8649.1990.tb05595.x

Panfili J, Pontual H (de), Troadec H, Wright PJ (2002). 'Manuel de sclérochronologie des poissons' Ifremer-IRD. (Editions Quae)

Pauly D, Munro JL (1984). Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates. *Fishbyte* **2**, 1–21. Available at: https://ideas.repec.org/a/wfi/wfbyte/38103.html

Pilling GM, Millner RS, Easey MW, Mees CC, Rathacharen S, Azemia R (2000). Validation of annual growth increments in the otoliths of the lethrinid *Lethrinus mahsena* and the lutjanid *Aprion virescens* from sites in the tropical Indian Ocean, with notes on the nature of growth increments in *Pristipomoides filamentosus*. *Fishery Bulletin* **98**, 600–600. Available at: https://go.gale.com/ps/i.do?p=AONE&sw=w&issn=00900656&v=2.1&it=r&id=GALE%7CA64909352&sid=googleScholar&linkaccess=abs

Ralston S, Miyamoto GT (1983). Analyzing the width of daily otolith increments to age the Hawaiian snapper, Pristipomoides filamentosus. *Fishery Bulletin*, 523–535. Available at: https://spo.nmfs.noaa.gov/sites/default/files/pdf-content/1983/813/ralston.pdf

Roos D, Aumond Y, Huet J, Bruchon F (2015). Projet ANCRE-DMX2 : Indicateurs biologiques et écologiques pour une gestion durable des stocks de poissons DéMersauX profonds (100–700 m) d'intérêt halieutique à La Réunion. Available at: https://archimer.ifremer.fr/doc/00347/45812/

Roos D, Tessier E, Taquet M (2001). Prospection des ressources côtières démersales profondes autour de La Réunion. Analyse des données des campagnes à la mer réalisées du 23/02/2000 au 28/07/2000. Rapport de synthèse des travaux confiés par le CRPMEM de La Réunion à l'Ifremer Délégation Océan Indien. , 25p. Available at: https://archimer.ifremer.fr/doc/00410/52117/

Sakamoto Y, Ishiguro M, Kitagawa G (1986). 'Akaike Information Criterion Statistics' 1st ed. (Springer Dordrecht) Available at: https://link.springer.com/book/9789027722539

Verhulst P (1838). Notice sur la loi que la population poursuit dans son accroissement. *Correspondance mathématique et physique* **1**, 113–121.

Von Bertalanffy L (1938). A Quantitative Theory of Organic Growth (inquiries on Growth Laws. Ii). *Human Biology* **10**, 181–213. Available at: https://www.jstor.org/stable/41447359