

Elise BELLAMY
David ROOS
Kélig MAHE

Février 2014

Rapport de faisabilité de l'estimation de l'âge du vivaneau rubis (*Etelis carbunculus*) de la Réunion



source : <http://www.pechemayotte.com/pageslocale/vivaneaurouge.htm>

Rapport de faisabilité de
l'estimation de l'âge du
vivaneau rubis (*Etelis
carbunculus*) de la Réunion

Sommaire

INTRODUCTION	4
1. PRESENTATION DE L'ESPECE ETUDIEE	5
1.1. SYSTEMATIQUE	5
1.2. DISTRIBUTION ET HABITAT.....	5
2. SYNTHESE SUR LA CROISSANCE DE <i>E. CARBUNCULUS</i>	6
2.1. PROBLEMES POTENTIELS D'ESTIMATION D'AGE	9
2.1.1. <i>Estimation d'âge en hémisphère sud</i>	9
2.1.2. <i>Confusion d'identification possible entre <i>E. carbunculus</i> et <i>E. marshi</i></i>	9
3. FAISABILITE D'INTERPRETATION DES OTOLITHES	11
3.1. OBSERVATION DE L'OTOLITHE ENTIER	12
3.2. COUPE FINE D'OTOLITHE ET POLISSAGE	14
4. CONCLUSION	16
REFERENCES	17

Introduction

Après la réalisation du projet de recherche DMX1 (Indicateurs biologiques et écologiques pour une gestion durable des stocks de poissons DÉMersauX profonds d'intérêt halieutique à La Réunion), un second projet de recherche DMX2 va débuter en 2014.

L'un des intérêts de ce projet est d'obtenir des premiers résultats de croissance des espèces profondes de l'île de la Réunion.

Dans le cadre de la préparation de cette étude de croissance, des essais de faisabilité d'estimation de l'âge ont été réalisés sur des otolithes de vivaneau rubis (*Etelis carbunculus*) par le pôle national de sclérochronologie de l'Ifremer de Boulogne-sur-Mer. Les échantillons ont été prélevés par l'Ifremer de la Réunion en 2013 (David Roos).

1. Présentation de l'espèce étudiée

1.1. Systématique

Dans la classification, le vivaneau rubis *E. carbunculus*, encore localement appelé *ehu*, appartient à la super-classe des Ostéichthyens, déclinée dans le tableau 1.

Tableau 1 : Systématique du vivaneau rubis *Etelis carbunculus* (Cuvier, 1828).

Super-Classe	Ostéichthyen
Classe	Actinoptérygien
Infra-Classe	Téléostéen
Ordre	Perciforme
Famille	<i>Lutjanidae</i>
Espèce	<i>Etelis carbunculus</i>

1.2. Distribution et Habitat

L'aire de répartition du vivaneau rubis s'étend du sud de la Corée aux côtes nord australiennes, ainsi que des côtes du Mozambique aux îles hawaïennes (Fig. 1).

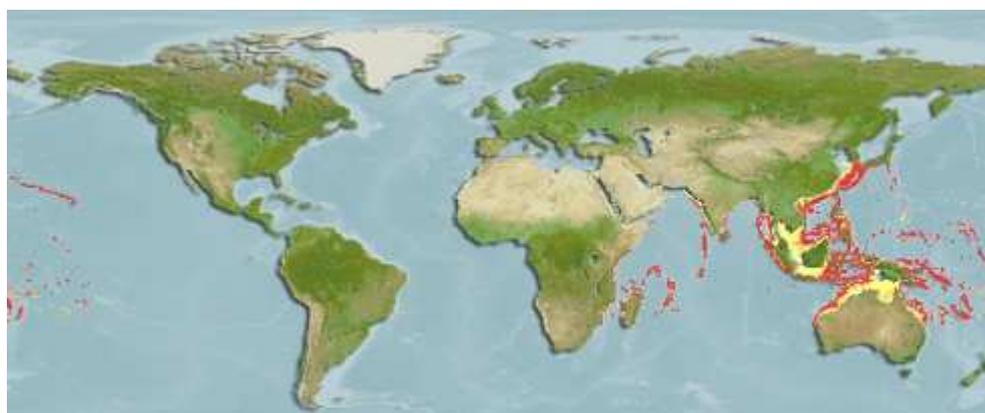


Figure 1 : Aire de répartition du vivaneau rouge *Etelis carbunculus*.

Qualifié de benthopélagique, il est présent entre 90 et 400 mètres de profondeur, plus majoritairement entre 200 et 350 mètres de fond avec des reliefs importants, dont la turbulence verticale engendrerait une plus grande biodisponibilité des proies (Haight *et al.*, 1993; Misa *et al.*, 2013). Fréquent dans les fonds rocheux, il se nourrit de poissons ainsi que de gros invertébrés (crabes, encornets, crevettes).

2. Synthèse sur la croissance de *E. carbunculus*

Le vivaneau rubis fait partie des espèces tropicales profondes, dont la croissance est, la plupart du temps, caractérisée par une grande longévité, une croissance lente, un âge à première maturité sexuelle élevé et une faible mortalité naturelle, rendant ces espèces vulnérables à leur exploitation (Haight *et al.*, 1993; Cailliet & Andrews, 2008; Ebisawa & Ozawa, 2009; Mc Coy, 2010; Andrews *et al.*, 2012).

Comme tel est souvent le cas avec les espèces à grande longévité, l'identification et l'interprétation des structures calciques peuvent s'avérer laborieuses, affectant la précision et la reproductibilité des estimations d'âge. Peu d'études existent concernant la croissance d'*E. carbunculus* à partir de pièces calcifiées, néanmoins on peut constater les disparités de résultats selon la zone étudiée (Fig. 2) et la méthode utilisée (Tab. 2).



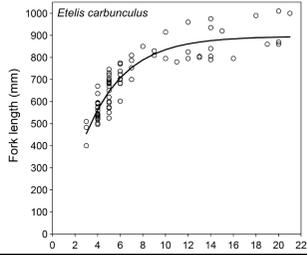
Figure 2 : Sites d'étude (rouge) en région indo-pacifique (jaune) : CNMI, Commonwealth of the Northern Mariana Islands, PNG, Papua New Guinea, FP, French Polynesia, NC, New Caledonia, WA, Western Australia.

Tableau 2 : Nombre d'otolithes échantillonnés (n), âge maximum estimé et méthode d'âge utilisée pour *E. carbunculus* dans différentes zones de l'océan pacifique (In. William *et al.*, 2013).

Location	n	Ageing method	Max. age (years)	Reference
CNMI	4	Otolith microincrement widths	3	Ralston and Williams (1988)
CNMI	62	Otolith microincrement widths	6	Smith and Kostlan (1991)
FP	63	Otolith microincrement widths	12	Smith and Kostlan (1991)
Hawaii	37	Otolith microincrement widths	14	Smith and Kostlan (1991)
Vanuatu	13	Otolith microincrement widths	9	Smith and Kostlan (1991)
PNG	20	Annual increment counts	28	Fry <i>et al.</i> (2006)
NC	96	Annual increment counts	21	Present study
WA	10	Bomb radiocarbon dating	35	Andrews <i>et al.</i> (2011)

Tableau 3 : Nombre d'otolithes échantillonnés (n), âge maximum estimé et méthode d'âge utilisée pour *E. carbunculus* dans différentes zones de l'océan pacifique.

Zones	N	Age maximal estimé	modèle de croissance de Von Bertalanffy	graphique de croissance	Reference																												
CNMI	62	6	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Region/Fitting assumptions</th> <th>L_{∞} (mm)</th> <th>t_0 (yr)</th> <th>K</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>von Bertalanffy (unconstrained)</td> <td>(no convergence)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>von Bertalanffy (linear/unconstrained)</td> <td>750.0</td> <td>-0.18</td> <td>0.179</td> </tr> <tr> <td>von Bertalanffy fix $L_{\infty} = 540$ mm</td> <td>540.0</td> <td>-0.23</td> <td>0.289</td> </tr> <tr> <td>von Bertalanffy fix $L_{\infty} = 540$ (linear)</td> <td>540.0</td> <td>0.94</td> <td>0.464</td> </tr> <tr> <td>von Bertalanffy fix $L_{\infty} = 540$, $t_0 = 0$</td> <td>540.0</td> <td>0.00</td> <td>0.310</td> </tr> <tr> <td>von Bertalanffy fix $t_0 = 0$ (only)</td> <td>583.2</td> <td>0.00</td> <td>0.273</td> </tr> </tbody> </table>	Region/Fitting assumptions	L_{∞} (mm)	t_0 (yr)	K	von Bertalanffy (unconstrained)	(no convergence)			von Bertalanffy (linear/unconstrained)	750.0	-0.18	0.179	von Bertalanffy fix $L_{\infty} = 540$ mm	540.0	-0.23	0.289	von Bertalanffy fix $L_{\infty} = 540$ (linear)	540.0	0.94	0.464	von Bertalanffy fix $L_{\infty} = 540$, $t_0 = 0$	540.0	0.00	0.310	von Bertalanffy fix $t_0 = 0$ (only)	583.2	0.00	0.273		Smith & Kostlan, 1991
Region/Fitting assumptions	L_{∞} (mm)	t_0 (yr)	K																														
von Bertalanffy (unconstrained)	(no convergence)																																
von Bertalanffy (linear/unconstrained)	750.0	-0.18	0.179																														
von Bertalanffy fix $L_{\infty} = 540$ mm	540.0	-0.23	0.289																														
von Bertalanffy fix $L_{\infty} = 540$ (linear)	540.0	0.94	0.464																														
von Bertalanffy fix $L_{\infty} = 540$, $t_0 = 0$	540.0	0.00	0.310																														
von Bertalanffy fix $t_0 = 0$ (only)	583.2	0.00	0.273																														
FP	63	12	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Region/Fitting assumptions</th> <th>L_{∞} (mm)</th> <th>t_0 (yr)</th> <th>K</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>von Bertalanffy (unconstrained)</td> <td>1458.6</td> <td>1.13</td> <td>0.039</td> </tr> <tr> <td>von Bertalanffy fix $L_{\infty} = 680$ mm</td> <td>680.0</td> <td>2.35</td> <td>0.126</td> </tr> <tr> <td>von Bertalanffy fix $L_{\infty} = 680$ (linear)</td> <td>680.0</td> <td>3.05</td> <td>0.145</td> </tr> </tbody> </table>	Region/Fitting assumptions	L_{∞} (mm)	t_0 (yr)	K	von Bertalanffy (unconstrained)	1458.6	1.13	0.039	von Bertalanffy fix $L_{\infty} = 680$ mm	680.0	2.35	0.126	von Bertalanffy fix $L_{\infty} = 680$ (linear)	680.0	3.05	0.145		Smith & Kostlan, 1991												
Region/Fitting assumptions	L_{∞} (mm)	t_0 (yr)	K																														
von Bertalanffy (unconstrained)	1458.6	1.13	0.039																														
von Bertalanffy fix $L_{\infty} = 680$ mm	680.0	2.35	0.126																														
von Bertalanffy fix $L_{\infty} = 680$ (linear)	680.0	3.05	0.145																														
Hawaii	37	14	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Region/Fitting assumptions</th> <th>L_{∞} (mm)</th> <th>t_0 (yr)</th> <th>K</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Hawaii (N 37)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>von Bertalanffy (unconstrained)</td> <td>1182.8</td> <td>2.06</td> <td>0.064</td> </tr> <tr> <td>von Bertalanffy fix $L_{\infty} = 718$ mm</td> <td>718.0</td> <td>3.32</td> <td>0.163</td> </tr> <tr> <td>von Bertalanffy fix $L_{\infty} = 718$ (linear**)</td> <td>718.0</td> <td>4.03</td> <td>0.190</td> </tr> </tbody> </table>	Region/Fitting assumptions	L_{∞} (mm)	t_0 (yr)	K	Hawaii (N 37)				von Bertalanffy (unconstrained)	1182.8	2.06	0.064	von Bertalanffy fix $L_{\infty} = 718$ mm	718.0	3.32	0.163	von Bertalanffy fix $L_{\infty} = 718$ (linear**)	718.0	4.03	0.190		Smith & Kostlan, 1991								
Region/Fitting assumptions	L_{∞} (mm)	t_0 (yr)	K																														
Hawaii (N 37)																																	
von Bertalanffy (unconstrained)	1182.8	2.06	0.064																														
von Bertalanffy fix $L_{\infty} = 718$ mm	718.0	3.32	0.163																														
von Bertalanffy fix $L_{\infty} = 718$ (linear**)	718.0	4.03	0.190																														
Vanuatu	13	9	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Region/Fitting assumptions</th> <th>L_{∞} (mm)</th> <th>t_0 (yr)</th> <th>K</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>von Bertalanffy (unconstrained)</td> <td>(no convergence)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>von Bertalanffy fix $L_{\infty} = 1270$ mm</td> <td>1270.0</td> <td>1.41</td> <td>0.129</td> </tr> <tr> <td>von Bertalanffy fix $L_{\infty} = 1270$ (linear)</td> <td>1270.0</td> <td>1.62</td> <td>0.137</td> </tr> </tbody> </table>	Region/Fitting assumptions	L_{∞} (mm)	t_0 (yr)	K	von Bertalanffy (unconstrained)	(no convergence)			von Bertalanffy fix $L_{\infty} = 1270$ mm	1270.0	1.41	0.129	von Bertalanffy fix $L_{\infty} = 1270$ (linear)	1270.0	1.62	0.137		Smith & Kostlan, 1991												
Region/Fitting assumptions	L_{∞} (mm)	t_0 (yr)	K																														
von Bertalanffy (unconstrained)	(no convergence)																																
von Bertalanffy fix $L_{\infty} = 1270$ mm	1270.0	1.41	0.129																														
von Bertalanffy fix $L_{\infty} = 1270$ (linear)	1270.0	1.62	0.137																														
PNG	20	28	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Species</th> <th>L_{∞}</th> <th>K</th> <th>r^2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><i>Etelis carbunculus</i></td> <td>791 ± 43</td> <td>0.10 ± 0.01</td> <td>0.91</td> </tr> </tbody> </table>	Species	L_{∞}	K	r^2	<i>Etelis carbunculus</i>	791 ± 43	0.10 ± 0.01	0.91		Fry et al., 2006																				
Species	L_{∞}	K	r^2																														
<i>Etelis carbunculus</i>	791 ± 43	0.10 ± 0.01	0.91																														

NC	96	21	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Species</th> <th>Model</th> <th>L_{∞} (mm)</th> <th>k (year⁻¹)</th> <th>t_0 (year)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4"><i>Etelis carbunculus</i></td> <td>Richards</td> <td>905.10 (29.44)</td> <td>0.23 (0.11)</td> <td>1.50 (1.76)</td> </tr> <tr> <td>Logistic</td> <td>880.48 (14.55)</td> <td>0.44 (0.06)</td> <td>2.71 (0.22)</td> </tr> <tr> <td>Gompertz</td> <td>886.58 (15.75)</td> <td>0.36 (0.05)</td> <td>1.80 (0.31)</td> </tr> <tr> <td>VBGF</td> <td>895.51 (17.73)</td> <td>0.28 (0.04)</td> <td>0.51 (0.47)</td> </tr> </tbody> </table>					Species	Model	L_{∞} (mm)	k (year ⁻¹)	t_0 (year)	<i>Etelis carbunculus</i>	Richards	905.10 (29.44)	0.23 (0.11)	1.50 (1.76)	Logistic	880.48 (14.55)	0.44 (0.06)	2.71 (0.22)	Gompertz	886.58 (15.75)	0.36 (0.05)	1.80 (0.31)	VBGF	895.51 (17.73)	0.28 (0.04)	0.51 (0.47)		Williams <i>et al.</i> , 2013																																																																												
			Species	Model	L_{∞} (mm)	k (year ⁻¹)	t_0 (year)																																																																																																				
<i>Etelis carbunculus</i>	Richards	905.10 (29.44)	0.23 (0.11)	1.50 (1.76)																																																																																																							
	Logistic	880.48 (14.55)	0.44 (0.06)	2.71 (0.22)																																																																																																							
	Gompertz	886.58 (15.75)	0.36 (0.05)	1.80 (0.31)																																																																																																							
	VBGF	895.51 (17.73)	0.28 (0.04)	0.51 (0.47)																																																																																																							
<p>Table 2. Fish, otolith, radiocarbon, and estimated age data for <i>Etelis carbunculus</i> caught by line fishing in November 1997</p> <p>$\Delta^{14}\text{C}$ birth year and age range were determined from the $\Delta^{14}\text{C}$ reference records (Fig. 3a). Age estimate correlation (*) is a basic indicator of growth-zone age agreement with the $\Delta^{14}\text{C}$ reference (Fig. 3b)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Sample number</th> <th rowspan="2">Length (mm) SL</th> <th rowspan="2">Otolith weight (g)</th> <th rowspan="2">$\Delta^{14}\text{C}$ (‰)</th> <th rowspan="2">$\Delta^{14}\text{C}$ Birth year</th> <th rowspan="2">$\Delta^{14}\text{C}$ Age (years)</th> <th colspan="3">Growth zone age (birth year)</th> </tr> <tr> <th>WA-1 (years)</th> <th>WA-2 (years)</th> <th>ANU-1 (years)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>S400</td> <td>268</td> <td>0.0340</td> <td>83.2 ± 4.7</td> <td>1966–70, >1979</td> <td><19, 28–33^A</td> <td>5 (1992)*</td> <td>3 (1994)*</td> <td>8 (1989)*</td> </tr> <tr> <td>S567</td> <td>310</td> <td>0.0450</td> <td>79.0 ± 4.1</td> <td>1965–68, >1982</td> <td><16, 30–33^A</td> <td>9 (1988)*</td> <td>6 (1991)*</td> <td>9 (1988)*</td> </tr> <tr> <td>S485</td> <td>512</td> <td>0.1586</td> <td>107.3 ± 4.4</td> <td>1966–95</td> <td>3–32</td> <td>14 (1983)*</td> <td>17 (1980)*</td> <td>19 (1978)*</td> </tr> <tr> <td>S477</td> <td>663</td> <td>0.1650</td> <td>120.5 ± 4.6</td> <td>1967–86^B</td> <td>12–31^B</td> <td>18 (1979)*</td> <td>17 (1980)*</td> <td>18 (1979)*</td> </tr> <tr> <td>S444</td> <td>712</td> <td>0.2402</td> <td>124.2 ± 4.5</td> <td>1967–86^B</td> <td>12–31^B</td> <td>21 (1976)*</td> <td>20 (1977)*</td> <td>33 (1964)</td> </tr> <tr> <td>S449</td> <td>807</td> <td>0.2711</td> <td>120.7 ± 4.5</td> <td>1967–86^B</td> <td>12–31^B</td> <td>29 (1968)*</td> <td>26 (1971)*</td> <td>25 (1972)*</td> </tr> <tr> <td>S388</td> <td>884</td> <td>0.3291</td> <td>84.7 ± 4.3</td> <td>1966–70, >1979</td> <td><19, 28–32^C</td> <td>24 (1973)</td> <td>30 (1967)*</td> <td>27 (1970)*</td> </tr> <tr> <td>S431</td> <td>886</td> <td>0.4502</td> <td>-21.2 ± 4.1</td> <td>1963–59, 1955</td> <td>35–39, 43^D</td> <td>33 (1964)</td> <td>34 (1963)*</td> <td>33 (1964)</td> </tr> <tr> <td>S447</td> <td>886</td> <td>0.3154</td> <td>106.7 ± 4.7</td> <td>1966–95</td> <td>3–32</td> <td>28 (1969)*</td> <td>27 (1970)*</td> <td>24 (1973)*</td> </tr> <tr> <td>S435</td> <td>932</td> <td>0.3601</td> <td>75.1 ± 5.0</td> <td>1965–68, >1982</td> <td><16, 30–33^C</td> <td>38 (1959)</td> <td>30 (1967)*</td> <td>28 (1969)</td> </tr> </tbody> </table> <p>^ACrossed rise and decline periods. ^BNarrower peak interpretation based on similarity in amplitude of $\Delta^{14}\text{C}$ to Cocos (1968–82 = 16–30 years). ^CYounger classification can be ruled out based on smaller fish with similar $\Delta^{14}\text{C}$ levels. ^DRemote possibility of encountering minor spike measured for 1955.</p>					Sample number	Length (mm) SL	Otolith weight (g)	$\Delta^{14}\text{C}$ (‰)	$\Delta^{14}\text{C}$ Birth year	$\Delta^{14}\text{C}$ Age (years)	Growth zone age (birth year)			WA-1 (years)	WA-2 (years)	ANU-1 (years)	S400	268	0.0340	83.2 ± 4.7	1966–70, >1979	<19, 28–33 ^A	5 (1992)*	3 (1994)*	8 (1989)*	S567	310	0.0450	79.0 ± 4.1	1965–68, >1982	<16, 30–33 ^A	9 (1988)*	6 (1991)*	9 (1988)*	S485	512	0.1586	107.3 ± 4.4	1966–95	3–32	14 (1983)*	17 (1980)*	19 (1978)*	S477	663	0.1650	120.5 ± 4.6	1967–86 ^B	12–31 ^B	18 (1979)*	17 (1980)*	18 (1979)*	S444	712	0.2402	124.2 ± 4.5	1967–86 ^B	12–31 ^B	21 (1976)*	20 (1977)*	33 (1964)	S449	807	0.2711	120.7 ± 4.5	1967–86 ^B	12–31 ^B	29 (1968)*	26 (1971)*	25 (1972)*	S388	884	0.3291	84.7 ± 4.3	1966–70, >1979	<19, 28–32 ^C	24 (1973)	30 (1967)*	27 (1970)*	S431	886	0.4502	-21.2 ± 4.1	1963–59, 1955	35–39, 43 ^D	33 (1964)	34 (1963)*	33 (1964)	S447	886	0.3154	106.7 ± 4.7	1966–95	3–32	28 (1969)*	27 (1970)*	24 (1973)*	S435	932	0.3601	75.1 ± 5.0	1965–68, >1982	<16, 30–33 ^C	38 (1959)	30 (1967)*	28 (1969)	Andrews <i>et al.</i> , 2011
Sample number	Length (mm) SL	Otolith weight (g)	$\Delta^{14}\text{C}$ (‰)	$\Delta^{14}\text{C}$ Birth year							$\Delta^{14}\text{C}$ Age (years)	Growth zone age (birth year)																																																																																															
					WA-1 (years)	WA-2 (years)	ANU-1 (years)																																																																																																				
S400	268	0.0340	83.2 ± 4.7	1966–70, >1979	<19, 28–33 ^A	5 (1992)*	3 (1994)*	8 (1989)*																																																																																																			
S567	310	0.0450	79.0 ± 4.1	1965–68, >1982	<16, 30–33 ^A	9 (1988)*	6 (1991)*	9 (1988)*																																																																																																			
S485	512	0.1586	107.3 ± 4.4	1966–95	3–32	14 (1983)*	17 (1980)*	19 (1978)*																																																																																																			
S477	663	0.1650	120.5 ± 4.6	1967–86 ^B	12–31 ^B	18 (1979)*	17 (1980)*	18 (1979)*																																																																																																			
S444	712	0.2402	124.2 ± 4.5	1967–86 ^B	12–31 ^B	21 (1976)*	20 (1977)*	33 (1964)																																																																																																			
S449	807	0.2711	120.7 ± 4.5	1967–86 ^B	12–31 ^B	29 (1968)*	26 (1971)*	25 (1972)*																																																																																																			
S388	884	0.3291	84.7 ± 4.3	1966–70, >1979	<19, 28–32 ^C	24 (1973)	30 (1967)*	27 (1970)*																																																																																																			
S431	886	0.4502	-21.2 ± 4.1	1963–59, 1955	35–39, 43 ^D	33 (1964)	34 (1963)*	33 (1964)																																																																																																			
S447	886	0.3154	106.7 ± 4.7	1966–95	3–32	28 (1969)*	27 (1970)*	24 (1973)*																																																																																																			
S435	932	0.3601	75.1 ± 5.0	1965–68, >1982	<16, 30–33 ^C	38 (1959)	30 (1967)*	28 (1969)																																																																																																			
WA	10	35																																																																																																									

2.1. Problèmes potentiels d'estimation d'âge

2.1.1. Estimation d'âge en hémisphère sud

L'estimation d'âge peut être réalisée 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 (Loubens, 1978; Samuel *et al.*, 1987 ; Froglija & Giannetti, 1984; 1985 ; Vianet *et al.*, 1989; Baillon, 1991; Fowler, 1995; Fowler, 2009; Fig. 3). De plus, chez quelques espèces tropicales, des accroissements bisannuels ont été signalés, probablement reliés à des changements multi-annuels des facteurs environnementaux et hydrologiques (Yosef & Casselman, 1995).

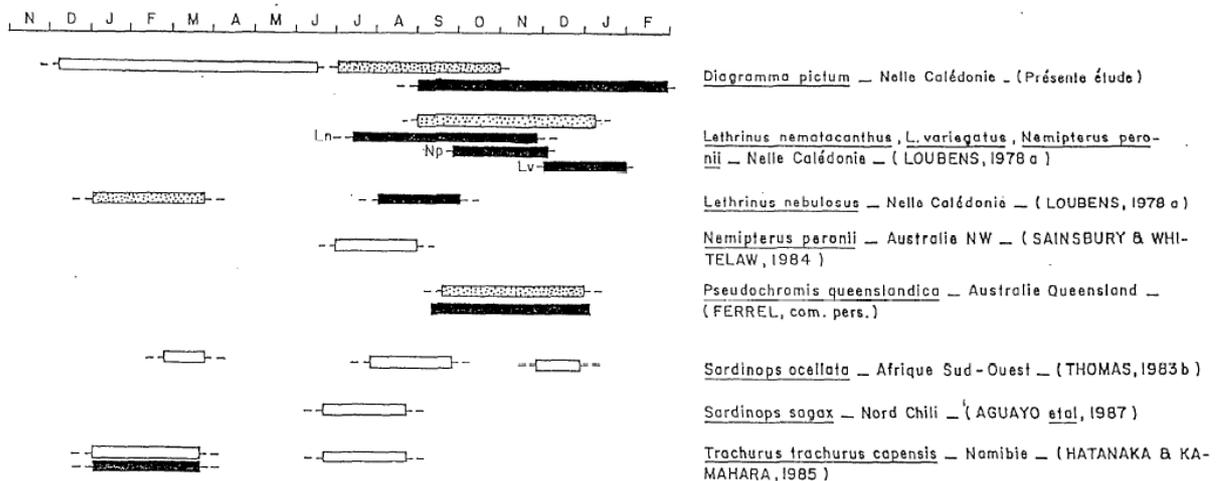


Figure 3 : Schéma de formation des zones hyalines et des zones opaques sur les otolithes de quelques poissons dans la zone tropicale de l'hémisphère sud. Les rectangles blancs représentent les zones hyalines, les rectangles grisés représentent les zones opaques et les rectangles noirs délimitent les périodes de reproduction (In Baillon, 1991).

Ainsi, il est très important de valider la formation des anneaux de croissance pour des espèces de l'hémisphère sud et établir des schémas d'interprétation qui peuvent différer de ceux utilisés dans l'hémisphère nord.

2.1.2. Confusion d'identification possible entre *E. carbunculus* et *E. marshi*

Les vivaneaux constituent un groupe d'intérêt commercial le plus important dans l'industrie de la pêche en région Indo-Pacifique. Parmi eux, le vivaneau rubis *E. carbunculus* fait partie des 4 espèces principales avec *E. coruscans*, *Pristipomoides multidens* et *Pristipomoides filamentosus* (Smith, 1992 ; Haight *et al.*, 1993 ; MacCoy, 2010 ; Nicol, 2011, Fleury *et al.*, 2012, Misa *et al.*, 2013).

Des suspicions existaient concernant la taxonomie de *Etelis carbunculus*, amenant à penser que cette désignation regroupait en réalité non pas 1, mais 2 espèces de vivaneaux profonds, difficilement distinguables par de simples critères morphologiques apparents (Williams *et al.*, 2012). En effet, selon les régions considérées, il est fait état de grandes différences de taux de croissance et de maxima en taille pour la même espèce, atteignant jusqu'à 50cm d'amplitude entre Hawaï et les Vanuatu par exemple (Smith, 1992; Andrews *et al.*, 1991).

Récemment, des études génétiques ont permis de discriminer deux espèces distinctes, le vivaneau rubis, *Etelis carbunculus* et le vivaneau rubis pygmé, *Etelis marshi*, l'une pouvant être largement majoritaire par rapport à l'autre, comme c'est le cas pour Hawaï, ou coexister en proportions semblables comme en Nouvelle-Calédonie (Andrews *et al.*, 1991; Williams & Nicol, 2012). Les analyses génétiques couplées aux images et mensurations des spécimens ont permis d'établir deux principaux critères de différenciation phénotypique entre *E. carbunculus* et *E. marshi* (Fig. 4), présentant, respectivement, une pointe noire sur le lobe supérieur de la nageoire caudale pour le premier, et une épine operculaire plus affûtée pour le second (Williams & Nicol, 2012).



Figure 4 : Caractéristiques de différenciation de *E. carbunculus* (en haut) et *E. marshi* (en bas) : a) lobe supérieur bordé de la nageoire caudale bordé de noir, b) épine operculaire plus affûtée.

Quel que soit le degré de co-occurrence de ces deux espèces, il reste fondamental à déterminer pour une gestion appropriée de ces ressources, tant leur biologie diverge, comme l'illustre le cas de la Nouvelle-Calédonie (Tab. 4).

Tableau 4 : Données biologiques des 2 espèces de vivaneaux rubis et rubis pygmé en Nouvelle-Calédonie, d'après Williams (*comm. pers.*).

	<i>E. carbunculus</i>	<i>E. marshi</i>
Taille maximum/Poids	130cm/30kg	65cm/5kg
Taille à maturité sexuelle	≈70cm	≈25cm

A l'image de leur biologie, la forme de leurs otolithes sagittaux diffère également (Fig. 5) et peuvent constituer un outil efficace de discrimination morphométrique (Wakefield *et al.*, 2013).

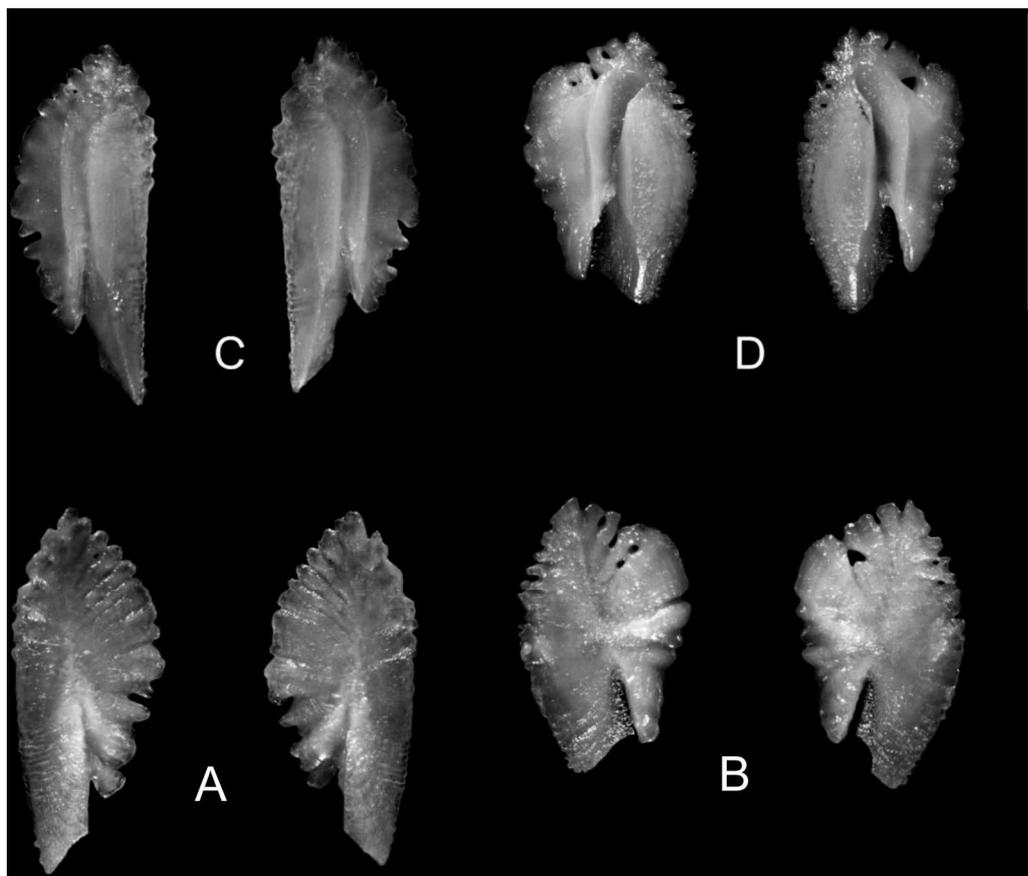


Figure 5 : Faces distales (A & B) et proximales (C & D) des otolithes sagittaux de *E. carbunculus* (407mm, A & C) et de *E. marshi* (311mm, B & D) de l'est de l'océan indien (In. Wakefield *et al.*, 2013).

3. Faisabilité d'interprétation des otolithes

Comme pour chaque nouvelle espèce envoyée au pôle national de sclérochronologie de l'Ifremer du centre Manche-mer du Nord de Boulogne sur mer, toutes les différentes préparations sont testées pour établir le meilleur protocole en ayant auparavant étudié les études antérieures sur ce sujet (Mahé *et al.*, 2009).

Dans la littérature (Fry *et al.*, 2006; Andrews , 2011; Williams *et al.*, 2013), une méthode est appliquée : réaliser une coupe fine transversale, passant par le *nucleus*, d'une épaisseur de 300 à 500 μm , suivie d'un polissage.

Dans cette étude de faisabilité, 3 paires d'otolithes sagittaux ont été testées, correspondant aux spécimens ETC1, ETC2 et ETC3 provenant de l'île de La Réunion, dont les données biologiques sont présentées dans le Tableau 5.

Tableau 5 : Données biologiques des 3 spécimens de vivaneaux étudiés.

Spécimen	Lt (mm)	Lf (mm)	Poids total (g)	Poids vidé (g)	Maturité sexuelle	Poids gonade (g)	Poids foie (g)
ETC1	302	260	310	300	F2	0,94	3,71
ETC2	265	230	230	220	M1	0,285	2,205
ETC3	210	185	110	105	F1	0,233	0,345

A ce jour, l'identification précise de ces trois spécimens n'a pas été effectuée et les données biologiques les concernant ne nous permettent pas d'émettre aucune hypothèse compte-tenu de la petite taille des individus.

3.1. Observation de l'otolithe entier

Le premier essai fut de réaliser une observation des otolithes (*sagittae*) en entier immergés dans de l'eau. Des images ont été réalisées en lumière transmise et réfléchie (Fig. 6).

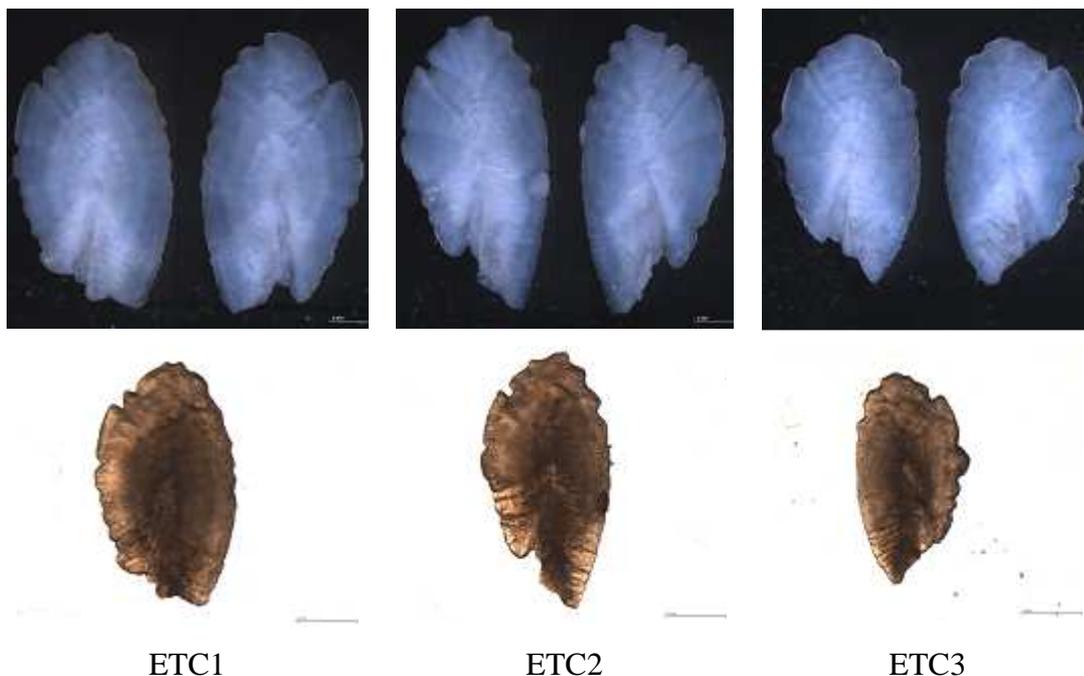


Figure 6 : Faces distales en lumière réfléchie (en haut) et en lumière transmise (en bas) des otolithes sagittaux des 3 spécimens ETC1, ETC2, ETC3.

D'un point de vue de l'observation stricte, ETC1 et ETC3 présentent plus de similitudes qu'avec ETC2. Au regard de la figure 5, on pourrait assimiler ETC1 et ETC3 à l'espèce *E. marshi* et ETC2 à *E. carbunculus*. Néanmoins, considérant la variabilité morphologique inter-individuelle de l'otolithe, d'autant plus forte que les échantillons proviennent d'individus a priori jeunes (Campana & Casselman, 1993), il ne nous est impossible d'appuyer ces hypothèses.

L'otolithe entier montre des marques visibles pouvant être interprétées comme marques de croissance (Fig. 7). Il serait donc important de pouvoir valider la périodicité de formation de

croissance de ces marques. Par ailleurs, la lisibilité du bord marginal s'avère compliquée, les structures y sont difficilement discernables, or il constitue une zone de l'otolithe pouvant contenir, selon les espèces, de nombreuses structures resserrées dû à un ralentissement de croissance (Panfili *et al.*, 2002).

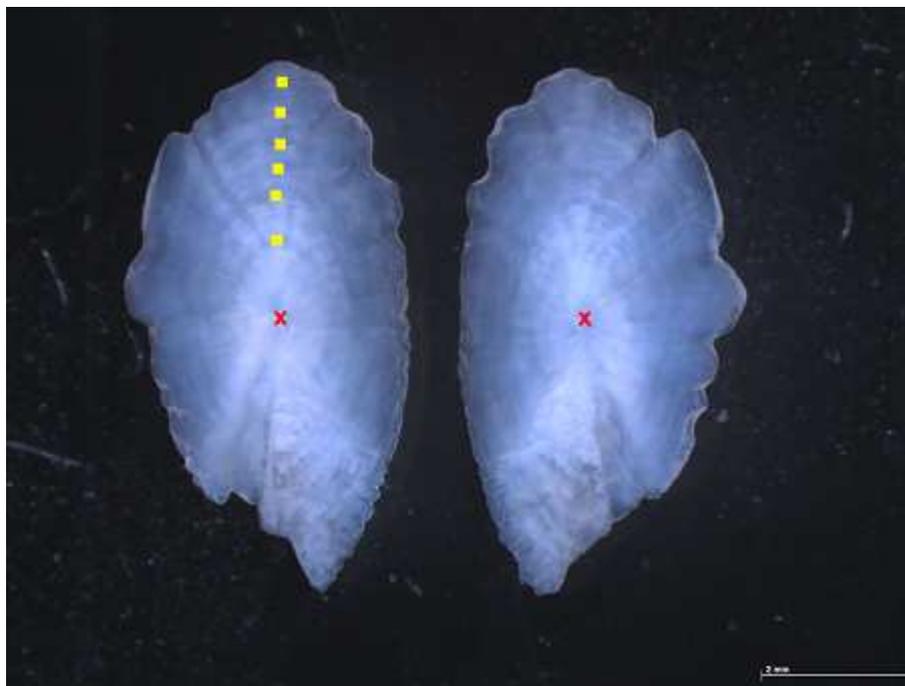


Figure 7 : Interprétation d'otolithe entier d' *E. carbunculus*.

De même, la technique de Christensen (1964) par brûlage, couramment utilisée pour certaines espèces ayant des otolithes fins, révèle des marques pouvant être interprétées comme des marques de croissance. Si cette technique améliore le contraste des structures, celle-ci ne permet pas pour autant une interprétation plus fine de l'otolithe (Fig. 8).

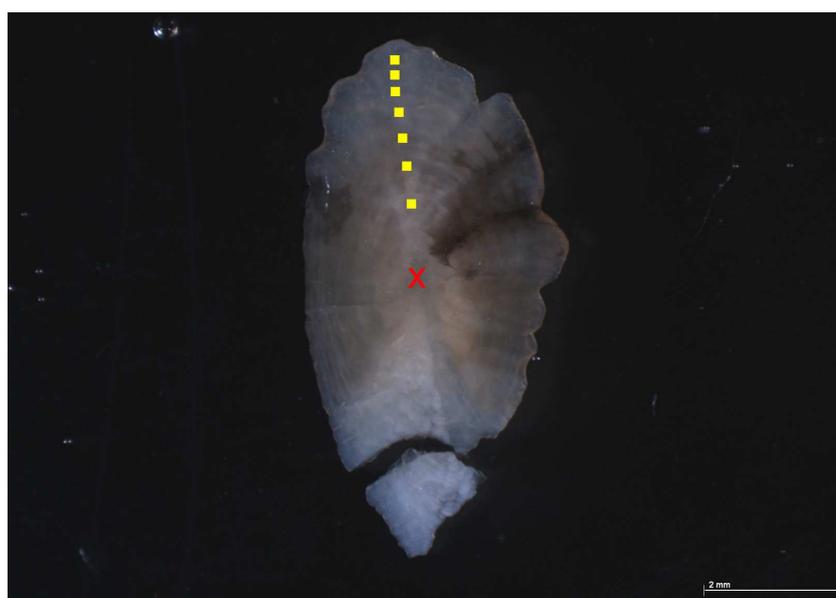


Figure 8: Otolithe entier brûlé en lumière réfléchie du spécimen ETC3.

3.2. Coupe fine d'otolithe et polissage

Après avoir testé les otolithes en entier, des coupes à partir de tronçonneuse de précision à vitesse rapide (tronçonneuse ATM 250) ont été réalisées (Fig. 9). En général, les coupes sont majoritairement réalisées sur l'axe transversal comme ici, dans de rares cas sur l'axe frontal.

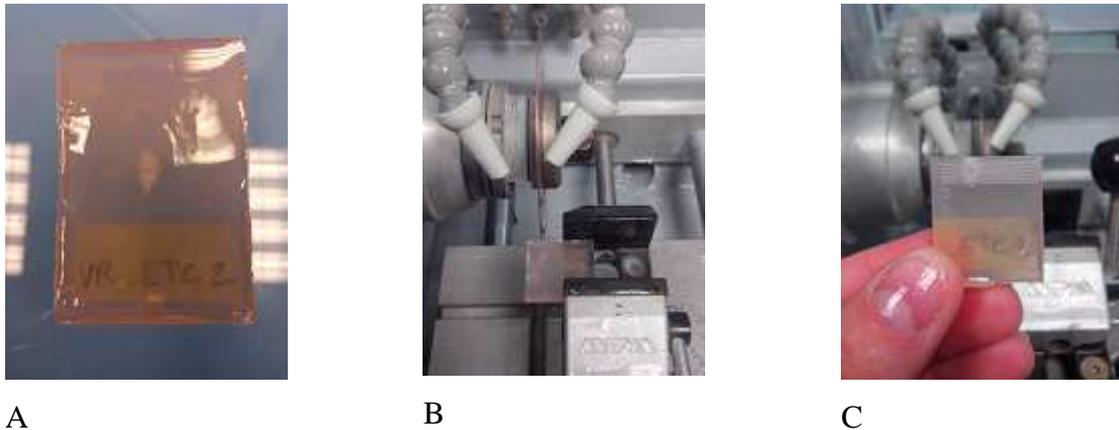


Figure 9 : Mise en résine et coupe d'un otolithe à partir des tronçonneuses de précision à vitesse rapide (tronçonneuse ATM 250) de vivaneau.

Après avoir réalisé des coupes transversales de l'ordre de 0,45 mm d'épaisseur, des polissages ont été appliqués de façon à obtenir une meilleure distinction des anneaux de croissance.

Les résultats montrent que le polissage, à mesure qu'il est effectué, apporte une certaine efficacité sur la lisibilité du centre de l'otolithe, cependant, dégrade simultanément l'identification des structures plus externes. Cette technique peut donc être employée comme complément, mais ne constitue pas à elle seule, une méthode fiable de mise en évidence exhaustive des structures de croissance dans le cadre d'estimation d'âge (Fig. 10).

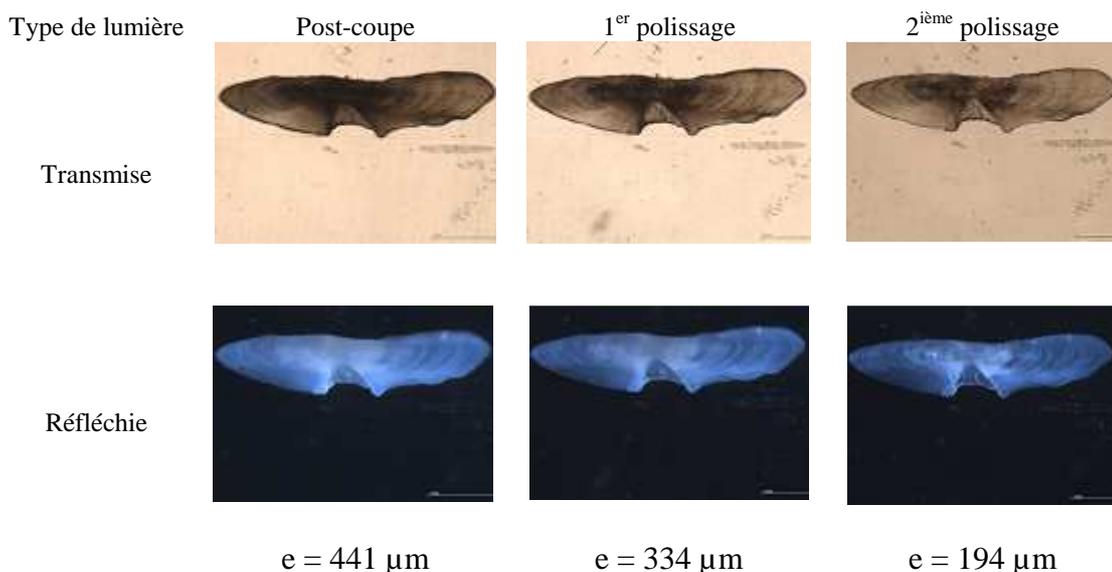


Figure 10 : Images d'une coupe transversale d' ETC3 brute, puis après deux polissages successifs en lumières transmise et réfléchie (e : épaisseur de la coupe).

Par ailleurs lors de l'étude bibliographique, il est apparu que le meilleur schéma d'interprétation se situait le long du *sulcus* de l'otolithe depuis le *nucleus* (Fry *et al.*, 2006), or ni ETC1, ETC2 ou ETC3 n'ont présenté un tel schéma, à l'exception d'ETC1 après un polissage important portant l'épaisseur de la préparation à quelques dizaines de micromètres (Fig. 11).

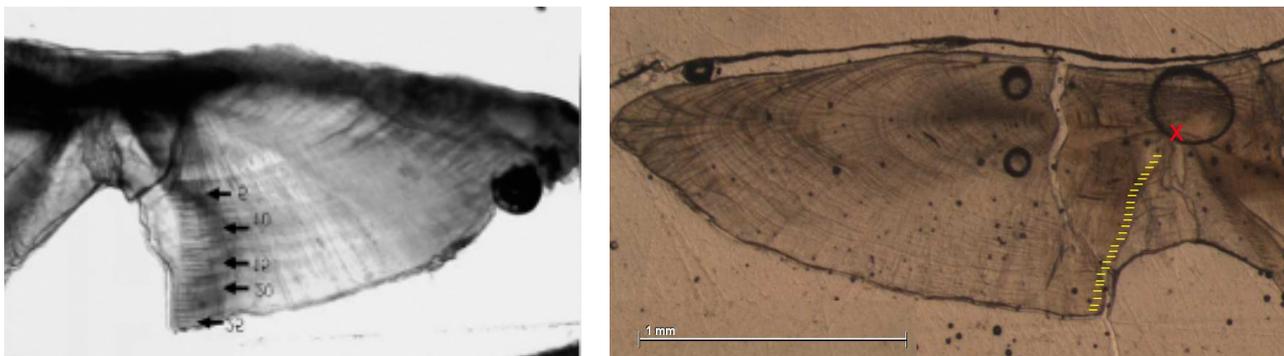


Figure 11 : Specimen d'*E. carbunculus* de 695mm âgé de 25 ans selon une lecture effectuée le long du *sulcus* (à gauche) ; photographie présentant des structures le long du *sulcus* du specimen ETC1, 305mm (à droite).

Compte tenu de la différence de taille considérable entre les individus de la figure 11, et le nombre important de structures visibles le long du *sulcus* d'ETC1, par ailleurs en inadéquation avec l'observation des marques sur l'otolithe entier, il paraît inenvisageable, ici, de décompter telles structures comme marques annuelles de croissance.

4. Conclusion

Ce rapport de faisabilité a permis de montrer que les otolithes entiers d'*Etelis* montrent des structures, tout comme la méthode de brûlage sans apporter toutefois de gain dans l'interprétation des structures. Il faut néanmoins noter qu'il s'agit ici de petits individus, qu'il serait donc loin d'être exclu que cette méthode présente ses limites avec des individus de plus grandes tailles étant donnée la difficulté de lisibilité du bord marginal de l'otolithe.

De même, les résultats obtenus à partir des coupes transversales sont peu concluants. Le long du plus grand axe de lecture, il est possible de retrouver les structures identifiées lors de l'observation de l'otolithe *in toto* par un jeu de polissage long et laborieux. Quant à l'axe d'interprétation situé le long du *sulcus* comme stipulé dans la bibliographie, celui-ci révèle un nombre de structures important, difficilement imputable à une formation calcique annuelle.

Cependant, ces premiers tests peuvent être aisément améliorés avec, tout d'abord, une identification précise de l'espèce concernée, ainsi qu'un nombre d'échantillons plus important, représentatif de l'étendue en taille du vivaneau rubis.

Il sera important, avant d'estimer l'âge de cette espèce, de valider la périodicité de formation des structures de façon à interpréter ces structures comme anneaux de croissance annuels et ensuite d'établir un schéma d'interprétation reproductible des différents types de structures existantes.

Références

Andrews A.H., DeMartini E.E., Brodziak J., Nichols R.S. & Humphreys R.L., 2012. A long-lived life history for a tropical, deepwater snapper (*Pristipomoides filamentosus*): bomb radiocarbon and lead-radium dating as extensions of daily increment analyses in otoliths. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, **69**, 1850-1869.

Andrews A.H., Kalish, J.M., Newman S.J. & Johnston J.M., 2011. Bomb radiocarbon dating of three important reef-fish species using Indo-Pacific $\Delta^{14}\text{C}$ chronologies. *Marine and Freshwater Research*, **62**, 1259-1269.

Aguayo M.H., Gili R.V. & Erbs V.G., 1987. - Estudio de edad y crecimiento en sardina (*Sardinops sagax*). del norte de Chile. *Investigation Pesquera* (Chile), 34,85-98.

Baillon N., 1991. Otolithométrie en milieu tropical : application à trois espèces du lagon de Nouvelle-Calédonie. Collection Travaux et Documents Microédités. Eds. de l'ORSTOM, **113**, 296pp.

Cailliet G.M. & Andrews A.H., 2008. Age-validated longevity of fishes : its importance for sustainable fisheries. In "*Fisheries for global welfare and environment*". (Eds K. Tsukamoto, T. Kawamura, T. Takeuchi, T.D. Beard Jr. & M.J. Kaiser) 103-120 pp. (TERRAPUB: Tokyo).

Campana S.E. & Casselman, J.M., 1993. Stock discrimination using otolith shape analysis. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, **50**, 1062-1083.

Christensen, J.M., 1964. Burning of otoliths, a technique for age determination of soles and other fish. *J. Cons. Int. Explor. Mer*, 29(1) : 73-81.

Ebisawa A. & Ozawa T., 2009. Life-history traits of eight *Lethrinus* species from two local populations in waters off the Ryuku Islands. *Fisheries Science*, **75**, 553-566.

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 de La Réunion. *Rapport Ifremer RST-DOI- 2012-13*, 48pp.

Frogliola C. & Giannetti G.F., 1984. - Growth of common sole *Solea vulgaris* Quensel in the Adriatic sea (*Osteichthyens, Soleidae*). *Rapports et Procès Verbaux des Réunions de la Commission Internationale pour l'Exploration de la Mer Méditerranée*, **29(8)**, 91-93.

Fowler A.J., 1995. Annulus formation in otoliths of coral reef fish-a review. In: Secor DH, Dean Jh,I, Campanil SE (eds.) Recent developments in fish otolith research. *University of South Carolina Press, Columbia*, 45-63.

Fowler A.J., 2009. Age in years from otoliths of adult tropical fish. In Green B.S., Mapstone D.B., Carlos G. and Begg G.A. (eds.) Tropical fish otoliths: information for assessment, management and ecology. Reviews: methods and technologies in fish biology and Fisheries 11. Berlin: Springer Science + Business Media B.V., 55-92.

- Fry G.C., Brewer D.T. & Venables W.N., 2006. Vulnerability of deepwater demersal fishes to commercial fishing : Evidence from a study around a tropical volcanic seamount in Papua New Guinea. *Fisheries Research*, **81**, 126-141.
- Frogliola C. & Giannetti G.F., 1985. - Remarks on rings formation in otoliths of *Solea vulgaris* and other flatfishes from the adriatic sea *FAO Fisheries Report*, 345, 121-122.
- Hatanaka H. & Kawahara S., 1985. Otolith ring formation in cape horse mackerel off Namibia. *Collection of Scientific Papers, International Commission for the South East Atlantic Fisheries (ICSEAF)*, 12(1), 87-94.
- Haight W.R., Kobayashi D.R. & Kawamoto K.E., 1993a. Biology and management of deepwater snappers of the Hawaiian Archipelago. *Marine Fisheries Review*, **55(2)**, 20-27.
- Loubens G., 1978a. Biologie de quelques espèces de poissons du lagon néo-calédonien. 1 - Détermination de l'âge (otolithométrie). *Cahiers ORSTOM. Série Océanographie*, **16(3-4)**, 263-283.
- Loubens G., 1978b. La pêche dans le lagon néo-calédonien. *Rapports Scientifiques et Techniques*, ORSTOM, Nouméa, 1, 52p.
- Mac Coy M.A., 2010. Overview of deepwater botoomfish fisheries and current activities in Pacific Island countries and territories. *SPC Fisheries Newsletter*, **131**, 26-31.
- Mahe 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. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00000/7294/>
- Misa W.F.X.E., Drazen J.C., Kelley C.D. & Moriwake V.N., 2013. Establishing species-habitat associations for 4 eteline snappers with the use of a baited stereo-video camera system. *Fishery Bulletin*, **111(4)**, 293-308.
- Nicol S., 2011. Improving the management of deepwater snapper resources in Pacific Island countries. *SPC Fisheries Newsletter*, **136**, 8-9.
- Panfili, J., Pontual, H. (de), Troadec, H. & Wright, P.J. (eds.), 2002. Manuel de sclérochronologie des poissons. Coédition Ifremer-IRD, 464pp.
- Sainsbury K.J. & Whitelaw A.W., 1984. - Biology of Peron's threadfin bream, *Nemipterus peronii* (Valenciennes), from the North West shelf of Australia. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research*, **35**, 167-185.
- Ralston S. & Williams H.A., 1988. Numerical integration of daily growth increments : an efficient means of ageing tropical fishes for stock assessment. *Fishery Bulletin*, **87**, 1-16.
- Samuel M., Mathews C.P. & Bawazeer A.S., 1987. - Age and validation of age from otoliths for warm water fishes from the Arabian Gulf. In: Age and growth of fish, R.C. Sumnerfelt (Ed.), *Iowa State Univ. Press*, Iowa. 253-265.

Smith, M.K., 1992. Regional differences in otolith morphology of the deep slope red snapper *Etelis carbunculus*. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, **49**, 795-804.

Smith M.K. & Kostlan E., 1991. Estimates of age and growth of Ehu *Etelis carbunculus* in four regions of the Pacific from density of daily increments in otoliths. *Fishery Bulletin*, **89**, 461-472.

Thomas R.M., 1983. Seasonal variation in the relationship between otolith *radius* and fish length in the pilchard off South West Africa. *South African Journal of Marine Sciences*, **1**, 133-138.

Vianet R., Quignard J.P. & Tomasini J.A., 1989. Age et croissance de quatre poissons pleuronectiformes (flet, turbot, barbu, sole) du Golfe du Lion. Evolution de la structure de la *sagitta*. *Cybiurn*, **13(3)**, 247-258.

Wakefield C.B., Williams A.J., Newman S.J., Bunel M., Dowling C.E., Armstrong C.A. & Langlois T., 2013. Rapid and reliable multivariate discrimination for two cryptic *Etelis* snappers using otolith morphometry. *Fisheries Research*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.fishres.2013.10.011>

Williams A. & Nicol S., 2012. Improving biological knowledge of deepwater snapper in the Pacific. *SPC Fisheries Newsletter*, **138**, 4-5.

Williams A.J., Nicol S.J., Bentley N., Starr P.J., Newman S.J., McCoy M.A., Kinch J., Williams P.G., Magron F., Pilling G.M., Bertram I. & Batty M., 2012. International workshop on developing strategies for monitoring data-limited deepwater demersal line fisheries in the Pacific Ocean. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, **22**, 527-531.

Williams A.J., Loeun K., Chavance P., Ducrocq M., Harley S.J., Pilling G.M., Allain V., Mellin C. & Bradshaw C.J.A., 2013. Population biology and vulnerability to fishing of deep-water *Etelis* snappers. *Journal of Applied Ichthyology*, **29**, 395-403.

Yosef, T.G. & Casselman, J.M., 1995. A procedure for increasing the precision of otolith age determination of tropical fish by differentiating biannual recruitment. In: Secor DH, Dean Jh,I, Campanil SE (eds.) Recent developments in fish otolith research. *University of South Carolina Press, Columbia*, 247-269.