

Bioénergétique, démographie des populations marines exploitées et gestion des pêches

Emmanuel Chassot¹

¹UMR 248 MARBEC, IRD/IFREMER/UM/CNRS

Outline

- 1 Gestion des pêches
- 2 Biologie des thons
- 3 Approche Dynamic Energy Budget

Des avis de gestion basés sur des modèles démographiques

Une approche par stock

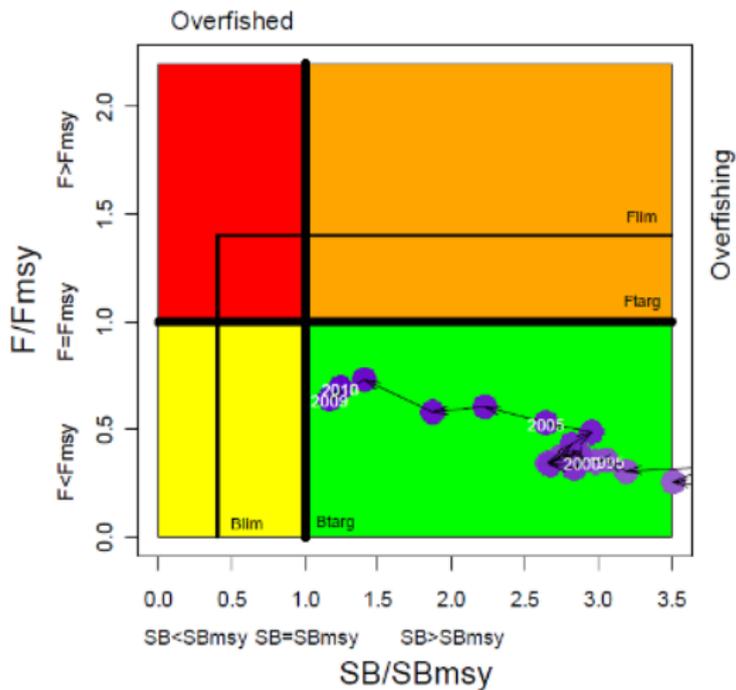
- La population correspond à un ensemble d'individus d'une même espèce caractérisés par des traits (supposés) homogènes
- Le stock est la fraction exploitable de la population
- La gestion des pêches se fait via le contrôle des captures et/ou de l'effort de pêche couplé à des mesures techniques
- Modélisation de la dynamique démographique passée du stock
- Prédiction des effets des mesures par simulations

La biologie dans les modèles d'évaluation

Paramètres

- Croissance individuelle moyenne (fixée ou estimée) constante dans le temps et l'espace (et par sexe)
- Vecteur de sex-ratio constant dans le temps et l'espace
- Vecteur de maturité constant dans le temps et l'espace
- Pas de mécanismes de reproduction : modèle entre stock reproducteur (biomasse de femelles matures) et "recrutement"

Trajectoire du stock d'albacore de l'océan indien



Statut du stock d'albacore de l'océan indien



Indian Ocean Tuna Commission
Commission des Thons de l'Océan Indien



ÉTAT DE LA RESSOURCE D'ALBACORE (YFT : *THUNNUS ALBACARES*) DE L'OCEAN INDIEN

Tableau 1. Albacore : état de l'albacore (*Thunnus albacares*) de l'océan Indien.

Zone ¹	Indicateurs		Détermination de l'état du stock 2012
océan Indien	Captures 2011 :	302 939 t	
	Captures moyennes 2007-2011 :	302 064 t	
PME (1000 t) :	344 (290-453)		
F ₂₀₁₀ /F _{PME} :	0,69 (0,59-0,90)		
SB ₂₀₁₀ /SB _{PME} :	1,24 (0,91-1,40)		
SB ₂₀₁₀ /SB ₀ :	0,38 (0,28-0,38)		

¹Limites pour l'océan Indien = zone de compétence de la CTOI

Légende du code couleur	Stock surexploité (SB _{actuel} /SB _{PME} < 1)	Stock non surexploité (SB _{actuel} /SB _{PME} ≥ 1)
Stock sujet à la surpêche (F _{actuel} /F _{PME} > 1)		
Stock non sujet à la surpêche (F _{actuel} /F _{PME} ≤ 1)		

Outline

- 1 Gestion des pêches
- 2 Biologie des thons
- 3 Approche Dynamic Energy Budget

Albacore : espèce tropicale principalement épipelagique

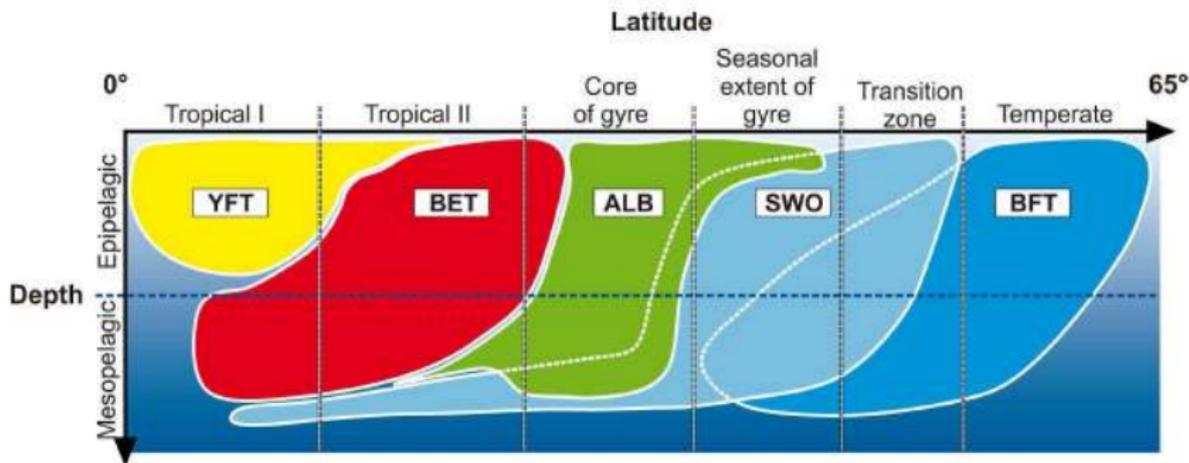


Figure: Schéma conceptuel de distribution des thons (Reygondeau et al. 2011)

Une espèce de thon à croissance rapide



Albacore

- Âge à maturité : 2.5-3 ans
- Longévité : 10-12 ans
- Taux de croissance : $0.28-0.5 \text{ an}^{-1}$
- Taille à maturité : 100 cm
- Taille maximale : 200 cm
- Fécondité : $13-30 \bar{m}$ œufs an^{-1}

Croissance dérivée des données de marquage

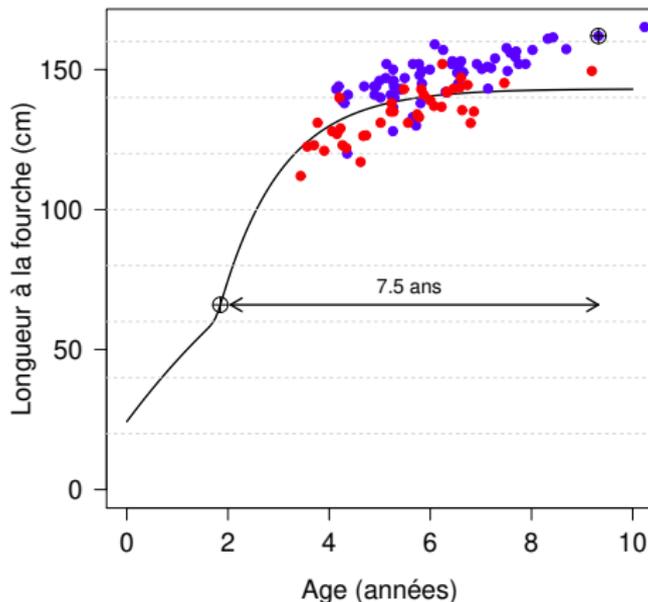


Figure: Croissance estimée pour l'albacore au cours de la phase exploitée et observations des tailles à la recapture par sexe

Croissance des larves et juvéniles dérivée des otolithes

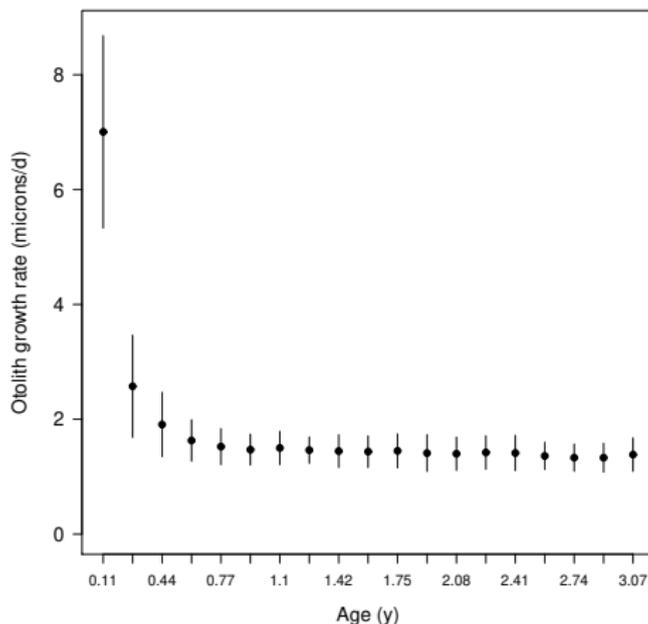


Figure: Taux moyens d'accroissement des diamètres d'otolithes d'albacore moyennés par périodes de 2 mois

Relation entre taille et poids

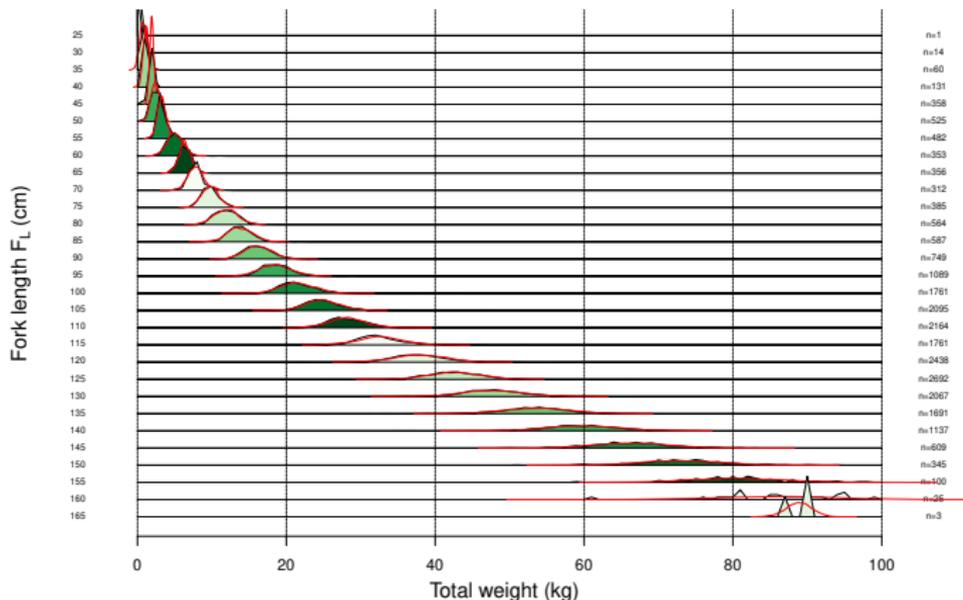


Figure: Observations de taille-poids collectées à la conserverie IOT Ltd. depuis les années 1980

Relation entre taille et fécondité

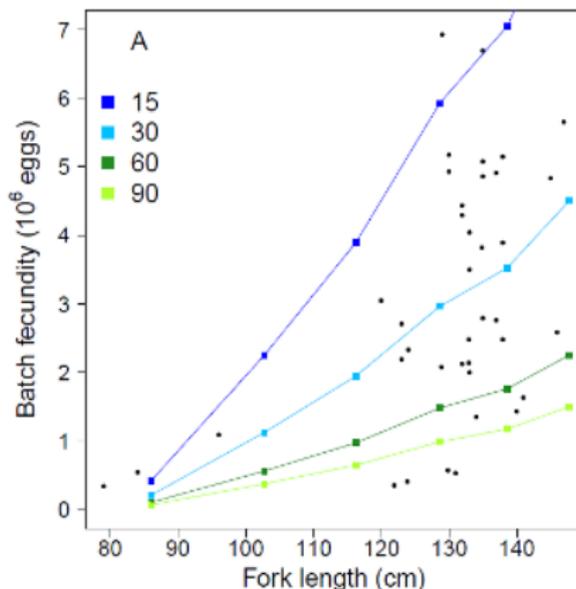


Figure: Observations de fécondité par batch pour l'albacore et fécondité moyenne en aquaculture estimée à partir d'hypothèses sur les nombres de batches au cours de la période de reproduction

Outline

- 1 Gestion des pêches
- 2 Biologie des thons
- 3 Approche Dynamic Energy Budget

Améliorer le réalisme biologique des modèles

Mais pourquoi des modèles bio-énergétiques?

- Intégrer plus de mécanismes biologiques dans les modèles
- Liens avec la nourriture et la température : Ecologie!
- Plus de paramètres a priori mais plus de contraintes dans le modèle (lois thermodynamiques, etc.)
- Prédications et résistance aux effets de la pêche et du changement climatique

DEB: Acquisition et utilisation de l'énergie

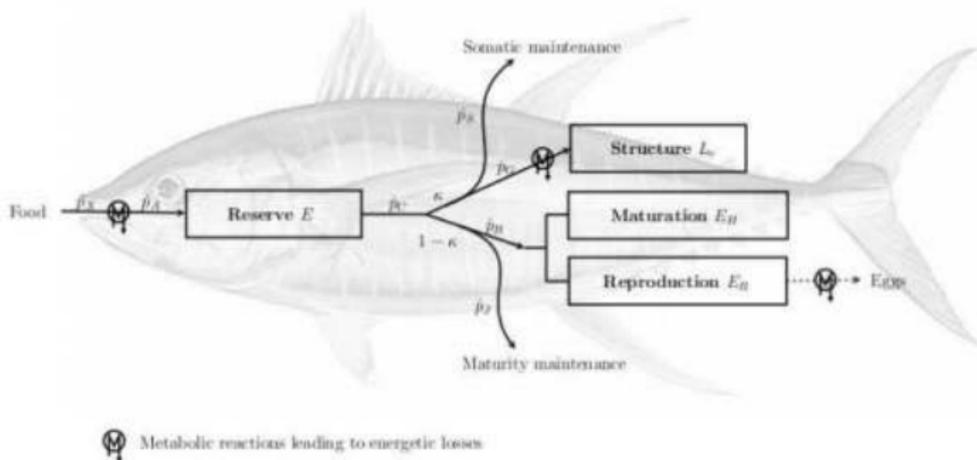


Figure: Schéma conceptuel d'un modèle DEB pour un thon albacore (Dortel 2014)

Table: Energy fluxes (J d⁻¹) used in the yellowfin DEB model

Metabolic process	Energy flux
Ingestion	$\dot{p}_X = \{\dot{p}_{Xm}\} f L_v^2 = \frac{\{\dot{p}_{Am}\} f L_v^2}{\kappa_X}$
Assimilation	$\dot{p}_A = \frac{\dot{p}_X}{\kappa_X} = \{\dot{p}_{Am}\} f L_v^2$
Mobilisation	$\dot{p}_C = [E_m] L_v^3 \left(\frac{\dot{v}}{L_v} + \dot{k}_M \left(\frac{L_v + L_T}{L_v} \right) \right) \frac{eg}{e+g}$
Somatic maintenance	$s = \{\dot{p}_T\} L_v^2 + [\dot{p}_M] L_v^3$
Growth	$\dot{p}_G = \frac{\kappa \dot{p}_C - \dot{p}_S}{[E_G]}$
Maturity maintenance	$\dot{p}_J = \dot{k}_J E_H$
Maturation or reproduction	$\dot{p}_R = (1 - \kappa) \dot{p}_C - \dot{p}_J$

Table: List of DEB compounds parameters

Definition	Formulation	Unit
Energy investment ratio	$g = \frac{\dot{v}[E_G]}{\kappa\{\dot{p}_{Am}\}}$	-
Structural heating length	$L_T = \frac{\{\dot{p}_T\}}{[\dot{p}_M]}$	cm
Maximum structural length	$L_m = \frac{\kappa\{\dot{p}_{Am}\}}{[\dot{p}_M]}$	cm
Maximum reserve density	$[E_m] = \frac{\{\dot{p}_{Am}\}}{\dot{v}}$	cm