

Gestion des stocks à données limitées (DLS) & Approche CMSY

Présentation Didier Gascuel (théorie) et Meisse Beyah (mise en pratique)

Introduction : 2 principes de gestion



❖ Le gestion au RMD est un engagement international

- Afin d'atteindre des situations de pêche durable, les actions suivantes sont requises :
 - a. maintenir ou restaurer les stocks au niveau de la **production maximale équilibrée**, autant que possible pas plus tard qu'en 2015 (Sommet mondial sur le dévelop. durable, Johannesburg, 2002)

❖ Plus il y a d'incertitude, plus la gestion doit être précautionneuse...

- « Les incertitudes ne doivent pas servir de prétexte pour différer l'adoption des **mesures indispensables** » (Déclaration de Rio, UN 1992)
- « L'insuffisance d'informations scientifiques appropriées ne devrait pas être une raison de s'abstenir de prendre des **mesures de conservation et de gestion** » (Code de conduite pour une pêche responsable - FAO 1995)
- « Les Etats sont appelés à prendre **davantage de précaution dans les cas de plus grande incertitude** » (Accord sur la conservation et la gestion des stocks 'chevauchants' – UN 1995)

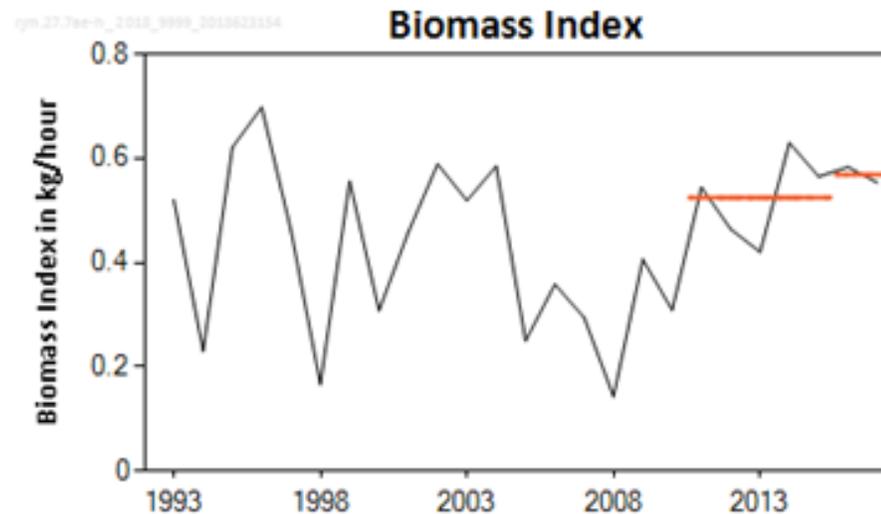
- ❖ **ICES Implementation of Advice for Data-Limited Stocks (ICES CM 2012/ACOM 68)**
- ❖ **WKLIFE (ICES, 2012 to 2021 ; annual)**
- **ICES. 2021. Tenth Workshop on the Development of Quantitative Assessment Methodologies based on LIFE-history traits, exploitation characteristics, and other relevant parameters for data-limited stocks (WKLIFE X). ICES Scientific Reports. 2:98. 72 pp. <http://doi.org/10.17895/ices.pub.5985> => cf. Annexe 3**

La procédure de gestion Data Limited du CIEM

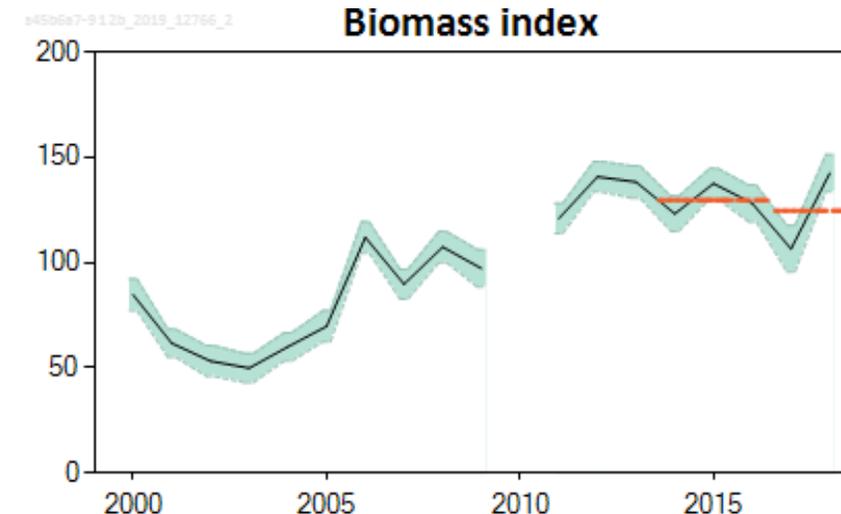


❖ Approche de précaution (version 1)

- Le TAC recommandée l'année prochaine est égale aux captures de l'année dernière (*Status quo*), corrigées des variations d'abondance



$$\text{TAC}_{y+1} = \text{TAC}_{y-1} + 8\%$$



$$\text{TAC}_{y+1} = \text{TAC}_{y-1} - 4\%$$

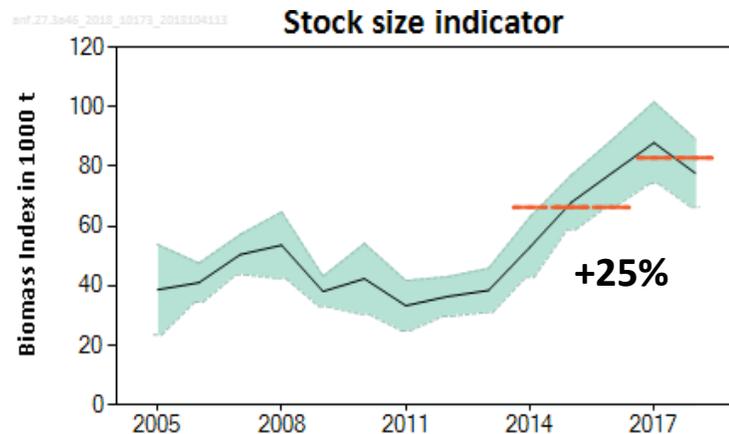
$$C_{y+1} = C_{y-1} \cdot (I_{y-2;y-1} / I_{y-5;y-3})$$

La procédure de gestion Data Limited du CIEM

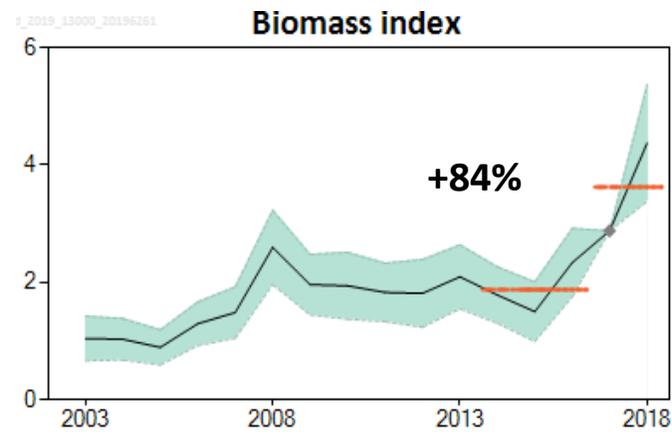


❖ Approche de précaution (version 1)

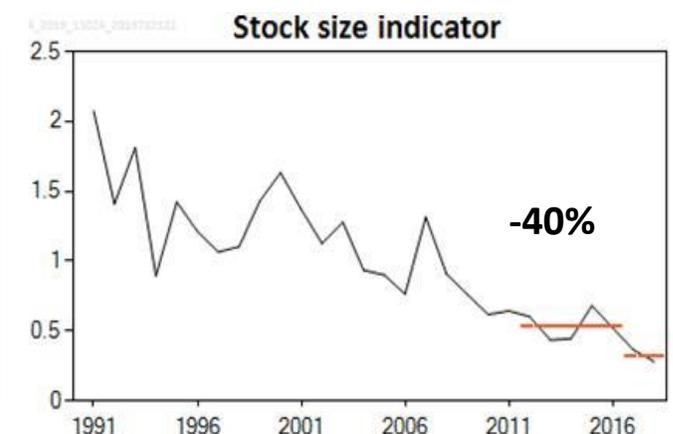
- Le TAC recommandée l'année prochaine est égale aux captures de l'année dernière (*Status quo*), corrigées des variations d'abondance
- Mais avec une variation maximum de 20% (uncertainty cap)



+20%



+20%



-20%

La procédure de gestion Data Limited du CIEM



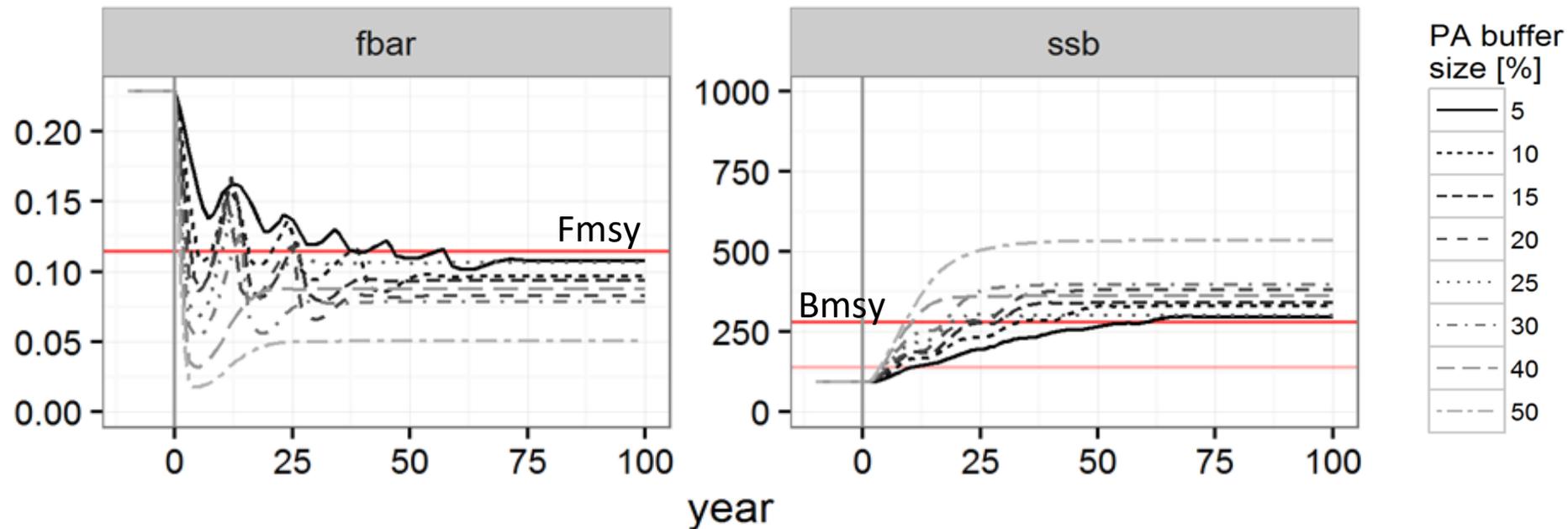
❖ Approche de précaution (version 1)

- Le TAC recommandée l'année prochaine est égale aux captures de l'année dernière (*Status quo*), corrigées des variations d'abondance
- Mais avec une variation maximum de 20% (uncertainty cap)
- Puis corrigé (ou pas) d'une réduction de précaution = -20% (precautionary buffer)... tous les 3 ans

		B > MSY_Btrigger <i>Stock size proxy/qualitative evaluation</i>			
		?	X	V	?
F < Fmsy ? <i>Fishing pressure proxy/qualitative evaluation</i>	X	1 <i>Apply PA buffer</i>	4 <i>Apply PA buffer</i>	7 <i>Apply PA buffer</i>	
	V	2 <i>Apply PA buffer</i>	5 <i>Do not apply PA buffer</i>	8 <i>Consider applying PA buffer</i>	
	?	3 <i>Apply PA buffer</i>	6 <i>Consider applying PA buffer</i>	9 <i>Consider applying PA buffer</i>	

Approche de précaution : quelques réflexions

- ❖ L'approche de précaution n'assure pas une gestion au RMD, **mais théoriquement, elle y conduit à long terme**



(Simulations CIEM_WKLIFE)

Approche de précaution : quelques réflexions



- ❖ L'approche de précaution n'assure pas une gestion au RMD, **mais théoriquement, elle y conduit à long terme**
- ❖ **Elle repose sur deux règles de bon sens**
 - Si le stock baisse, le TAC baisse (et s'il monte, le TAC monte)
 - Si il n'y a pas d'indice que tous va bien, mieux vaut appliquer une marge de sécurité (-20%)
- ❖ **Mais c'est une règle qui n'est pas très précautionneuse...**
 - Au maximum on baisse de 36% (0.8×0.8), donc moins que pour certains avis de catégorie 1 (plus d'incertitude... moins de réactivité?)
- ❖ **... et qui suppose des indices d'abondance**

❖ Approche de précaution (version 2)

Le TAC recommandée l'année prochaine est égale aux captures de l'année dernière, corrigées :

➤ Des variations d'abondance : $r = I_{y-2;y-1} / I_{y-5;y-3}$

➤ D'un ratio de surexploitation : $f = L_{\text{mean}}_{y-1} / L_{F=M}$

avec $L_{F=M} = 0,25 * L_C + 0,75 * L_{\infty}$ (Froese, Henning, Gascuel, et al. 2016)

- Taille moyenne des captures (Beverton and Holt, 1957) : $L_{\text{mean}} = L_{\infty} \left(1 - \frac{(F + M)e^{-K(t_c - t_0)}}{F + M + K} \right)$
- Eq. Inverse de Von Bertalanffy (1938) : $t_L = t_0 - \frac{\ln\left(1 - \frac{L_t}{L_{\infty}}\right)}{K}$
- Taille moyenne des captures : $L_{\text{mean}} = L_{\infty} \left\{ 1 - \frac{F/M + 1}{F/M + 1 + \frac{1}{M/K}} \left(1 - \frac{L_c}{L_{\infty}} \right) \right\} \Rightarrow F=M \text{ et } M/K=1,5$

❖ Approche de précaution (version 2), dite rfbm

Le TAC recommandée l'année prochaine est égale aux captures de l'année dernière, corrigées :

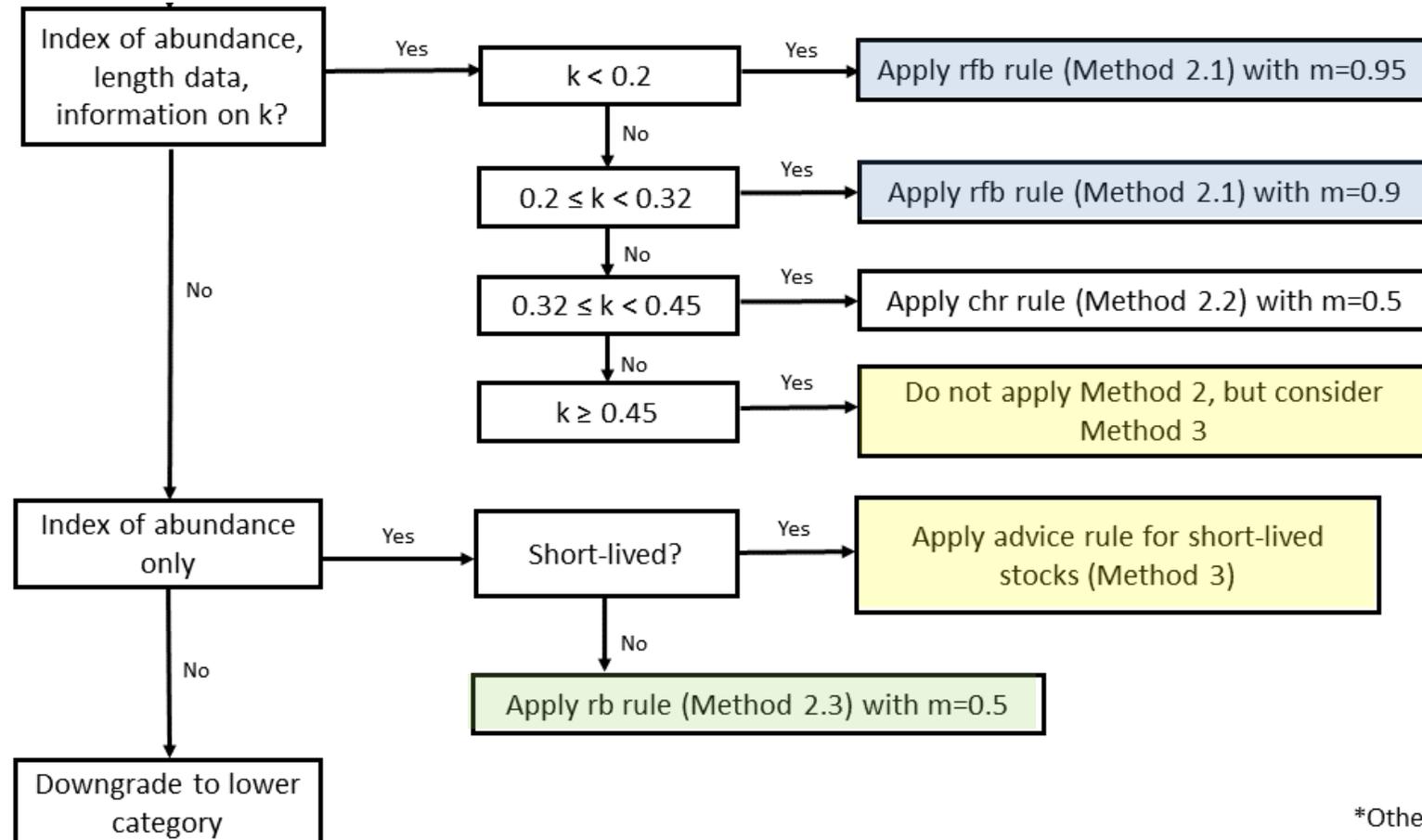
- Des variations d'abondance : $r = I_{y-2;y-1} / I_{y-5;y-3}$
- D'un ratio de surexploitation : $f = L_{mean_{y-1}} / L_{F=M}$
avec $L_{F=M} = 0,25 * L_C + 0,75 * L_{\infty}$ (Froese, Henning, Gascuel, et al. 2016)
- D'un indice de précaution (biomass safeguard), si $I_{current}$ faible: $b = \min\{ 1, I_{current} / I_{trigger} \}$
avec $I_{trigger} = 1.4 * \min(\text{time série des } I)$
- D'une correction empirique m pour les espèces à croissance rapide : $C_{y+1} = C_{current} * r * f * b * m$
- Règle de stabilité (incertainty cap) : limiter les variations **entre -30% et +20%**

Approche de précaution : perspectives 2021



❖ Approche de précaution (version 2), dite rfbm... et rbm, fbm, chr

- Méthode 2.1 : rfbm
- Méthode 2.2 : chr ($IF_{msy}bm$)
- Méthode 2.3 : rbm
- Méthode 3 (Short-lived) : r'b
- Pas d'indice d'abondance
Méthode fbm



*Other
have be

❖ Approche de précaution (version 2), dite rfbm... et rbm, fbm, chr

- Méthode 2.2 : chr (constant harvest rate) : $C_{y+1} = I_{y-1} * F_{proxy_msy} * b * m$

avec : I indice d'abondance

$F_{proxy_msy} = C/I$ en moyenne sur les années où $f = L_{mean}/L_{F=M} > 1$ (pleine exploitation)

$b = I_{current}/I_{trigger}$

$m = 0,5$ et règle de stabilité entre -30% et +20%

- Méthode 3 (Short-lived, $k > 0,45$) : $C_{y+1} = C_{current} * r' * b$

avec : $r' = I_y / I_{y-2;y-1}$

$b = I_{current}/I_{trigger}$

et stabilité entre -80% et +80%

❖ Des indicateurs utiles sur l'état de stock

➤ Changement d'abondance : $r = I_{y-2;y-1} / I_{y-5;y-3}$

➤ Ratio de surexploitation : $f = L_{mean_{y-1}} / L_{F=M}$

avec $L_{F=M} = 0,25 * L_C + 0,75 * L_{\infty}$ (Froese, Henning, Gascuel, et al. 2016)

➤ Indice de précaution (biomass safeguard), : $b = \min\{ 1, I_{current} / I_{trigger} \}$

avec $I_{trigger} = 1.4 * \min(\text{time série des } I)$

➤ $F_{proxy_msy} = C/I$ en moyenne sur les années où $f = L_{mean} / L_{F=M} > 1$ (pleine exploitation)

Gestion des stocks à données limitées (DLS) &

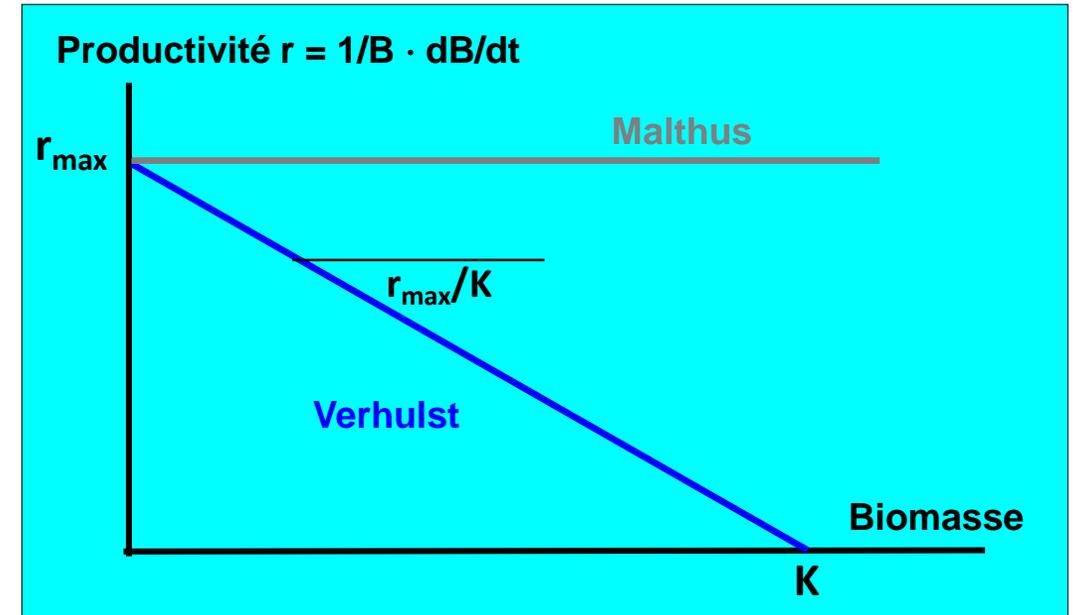
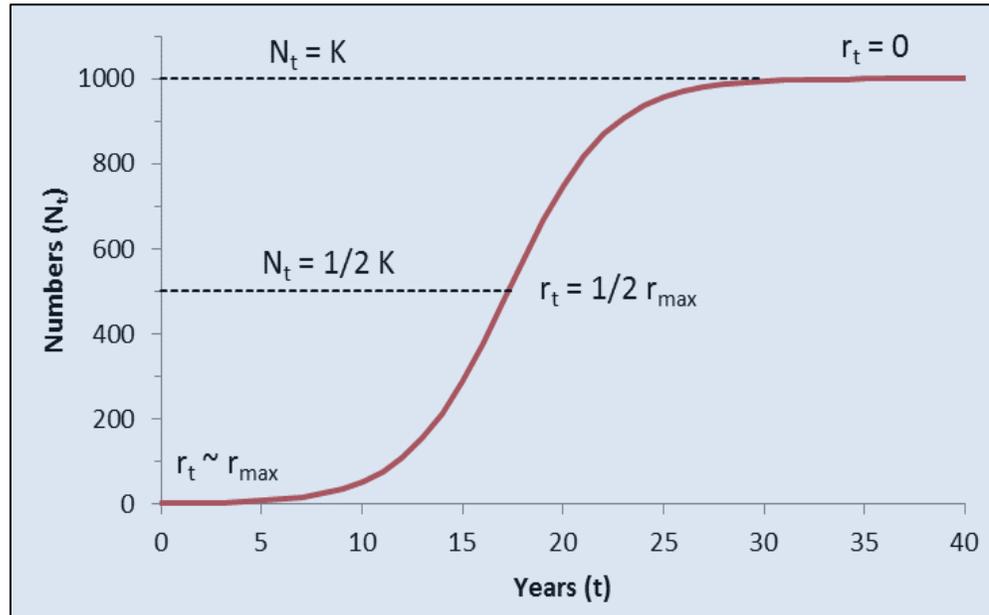
Approche CMSY

(Martell and Froese 2013, Froese et al. 2016)

Verhulst, Schaefer ... quelques rappels

❖ Modèle de Verhulst (1884) – Hypothèse d'équilibre

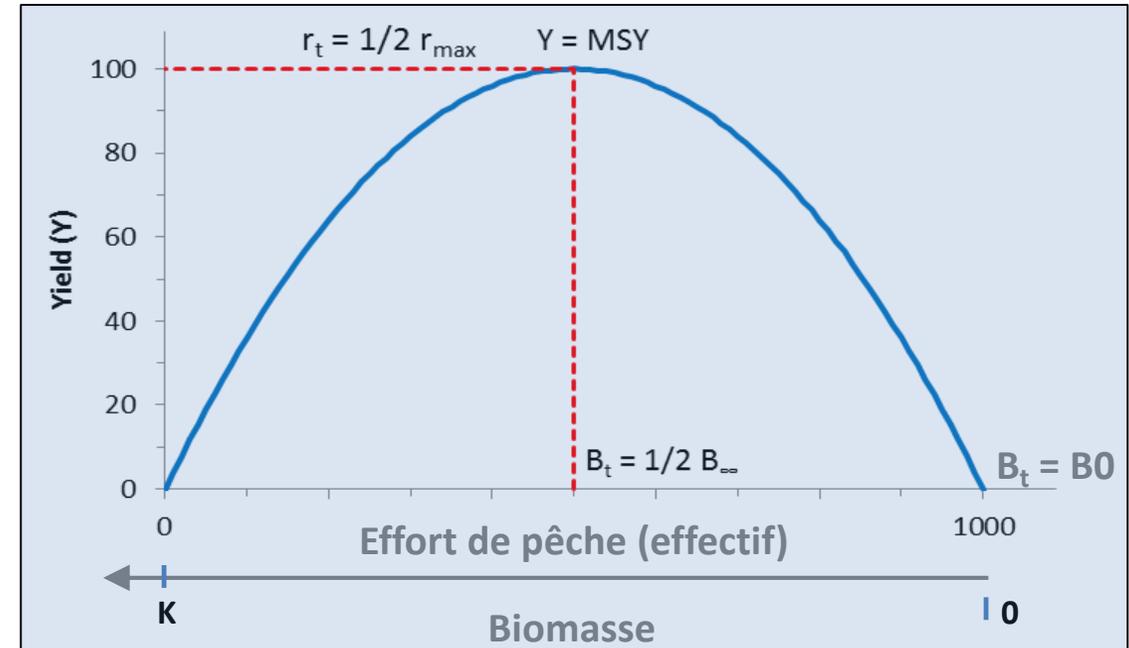
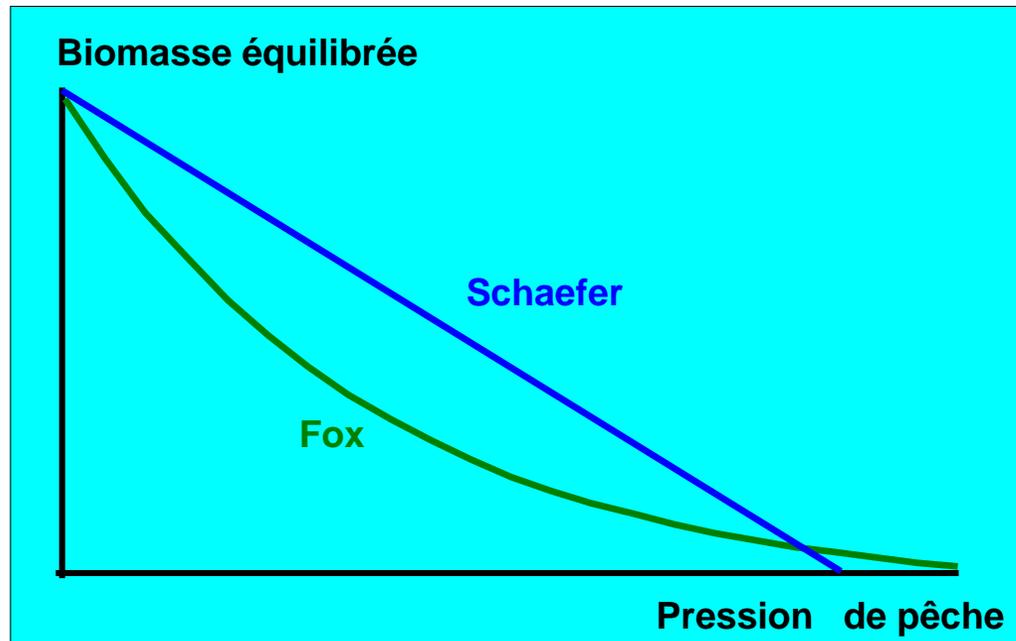
- Une population naturelle tend vers un état d'équilibre avec son milieu (capacité biotique)
- Taux d'accroissement (ou productivité) : $r = 1/B \cdot dB/dt = r_{\max} \cdot [1 - B/K]$
- Production biologique : $g(B) = r_{\max} \cdot B \cdot (1 - B/K)$



Verhulst, Schaefer ... quelques rappels

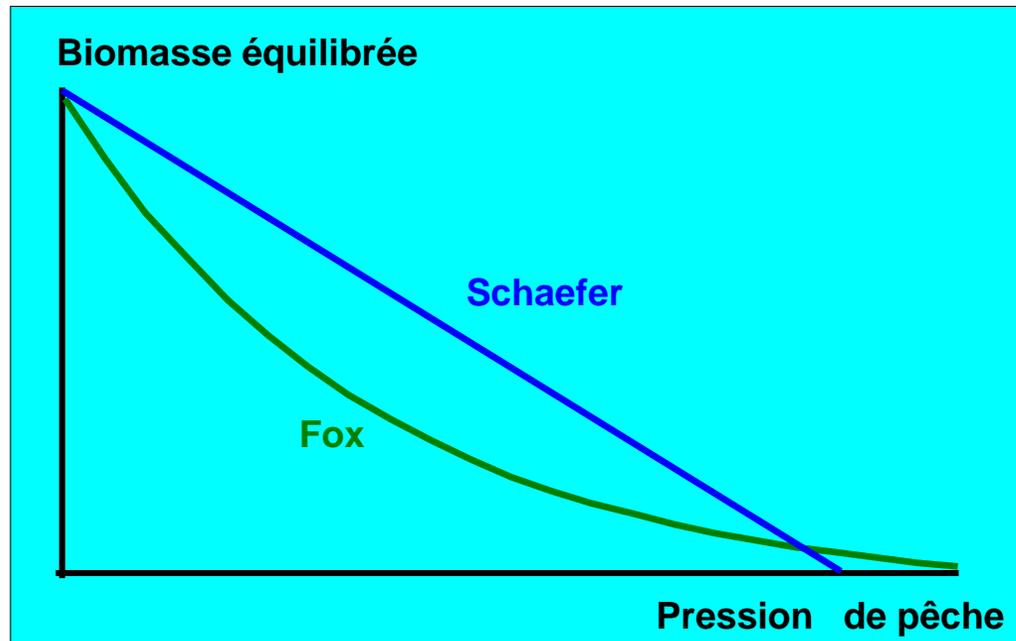
❖ Modèle de Schaefer (1954)

- Variation de la biomasse : $dB/dt = r_{\max} \cdot [1 - B/K] - q \cdot E \cdot B$
- Il y a équilibre si : $dB/dt = 0 \Leftrightarrow g(B_e) = C_e \quad (= q \cdot E \cdot B_e)$



❖ Modèle de Schaefer (1954)

- Variation de la biomasse : $dB/dt = r_{\max} \cdot [1 - B/K] - q \cdot E \cdot B$
- Il y a équilibre si : $dB/dt = 0 \Leftrightarrow g(Be) = Ce \quad (= q \cdot E \cdot Be)$



Ajustement à l'équilibre (ou pseudo-équilibre)

- $Ue = a \cdot E + b$
- $Ce = E \cdot Ue$
- ✓ Données d'entrée : {Uobs, E}
- ✓ Estimation : a, b

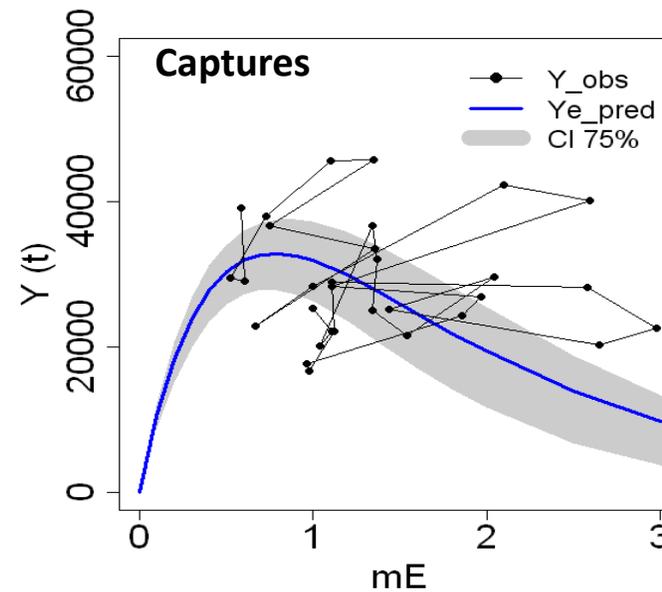
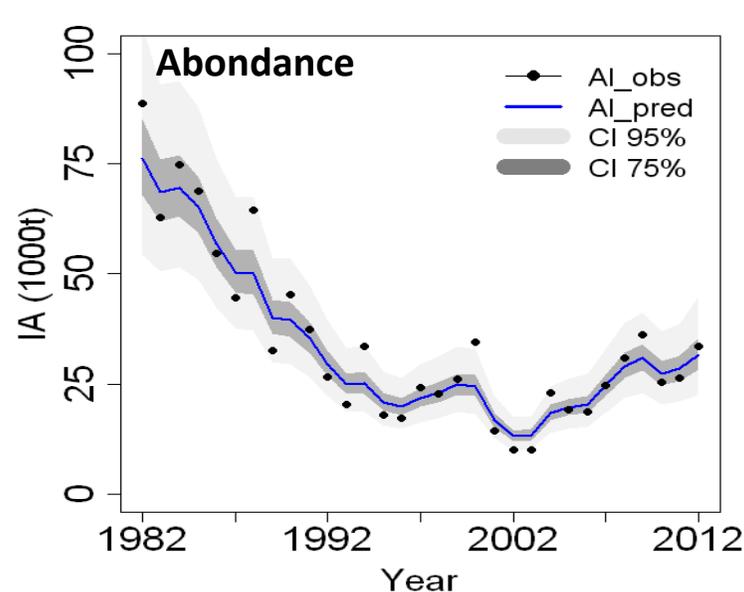
Du modèle global à l'approche Cmsy



❖ Discrétisation

- Modèle continu :
$$dB/dt = r_{\max} \cdot [1 - B/K] - C$$
- Discrétisation :
$$B_{t+1} = B_t + r_{\max} \cdot (1 - B_t/K) - C_t \quad \text{et} \quad U_t = q \cdot B_t$$

Exemple : Poulpe de Mauritanie (CSC IMROP/EU 2013, Meissa et Gascuel)



Ajustement dynamique (BSM)

- ✓ Données d'entrée : $\{U_{\text{obs}}, E\}$
- ✓ Prédits : $U_{\text{pred}}, C_{\text{pred}}$
- ✓ Estimation : $r_{\max}, K, q, B_{\text{ini}}$
- Sur-paramétrage du modèle
=> ajustement bayésien

❖ Equation et principe de la méthode Cmsy (Froese et al., 2017)

- Evolution des biomasses : $B_{t+1} = B_t + r_{\max} \cdot (1 - B_t/K) - C_t$
- Données d'entrée : série temporelle $\{C_t\}$
- Estimation de : r_{\max} , K , B_{ini}
 - Et donc des séries $\{B_t\}$ et $\{F_t\}$ (avec $F_t = C_t/B_t$)
 - Et : $MSY = r_{\max} \cdot K/4$
 $B_{msy} = 0,5 \cdot K$
 $F_{msy} = 0,5 \cdot r_{\max}$

❖ Estimation des paramètres

Une infinité de solutions (r_{\max} , K) possibles (avec la même qualité d'ajustement statistique) :

Des grands stock à faible productivité ou des petits stocks à forte productivité (i.e. r_{\max} et K sont auto-corrélés)

- Intervalle de r_{\max} d'après la résilience (Table 2)
- Intervalle de K : [K_{low} ; K_{high}]
 - Stocks déprimés : [$\max(\text{Ct})/r_{\text{high}}$; $4 \cdot \max(\text{Ct})/r_{\text{low}}$]
 - Stocks abondants : [$2 \cdot \max(\text{Ct})/r_{\text{high}}$; $12 \cdot \max(\text{Ct})/r_{\text{low}}$]
- **Couples (r_{\max} , K) viables**
 - $\{Bt\} > 0$;
 - B_{ini} et B_{end} dans l'intervalle (Table 3)

Table 2 Prior ranges for parameter r , based on classification of resilience in FishBase (Froese and Pauly 2015).

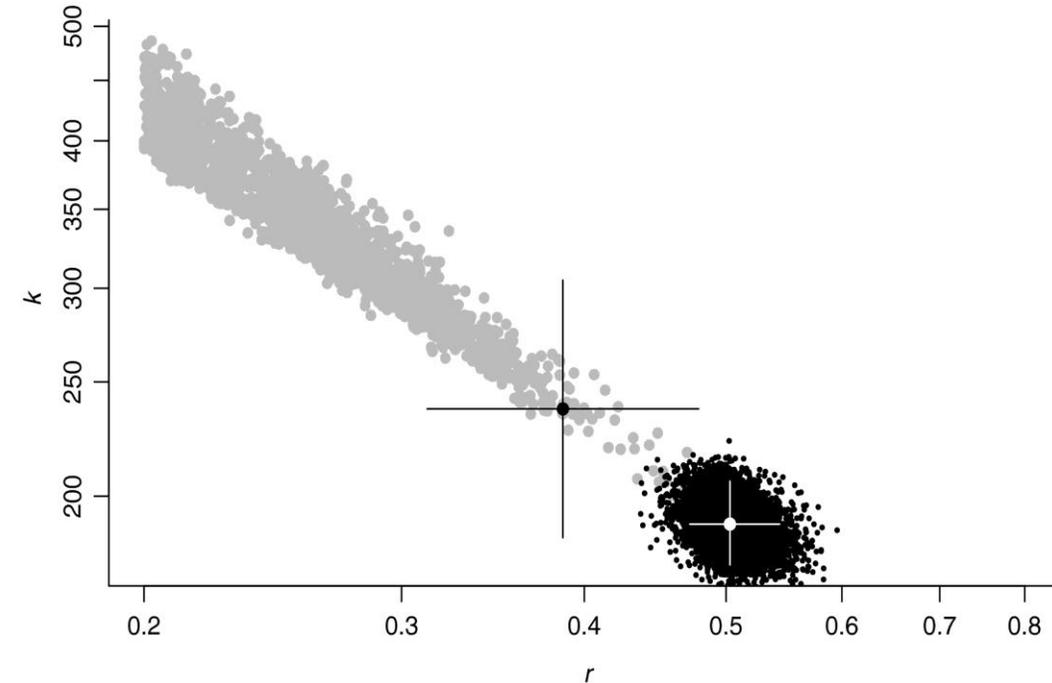
Resilience	Prior r -range
High	0.6–1.5
Medium	0.2–0.8
Low	0.05–0.5
Very low	0.015–0.1

Table 3 Default prior biomass ranges relative to k .

Prior biomass	B/k
Low	0.01–0.4
Medium	0.2–0.6
High	0.5–0.9

❖ Estimation des paramètres

- **Couples (r_{\max} , K) viables**
 - $\{Bt\} > 0$;
 - Bini et Bend constraints dans l'intervalle (Table 3)
- Choix du r_{\max} **le plus grand** (à 95%) (la productivité maximale, parmi toutes les productivité qui peuvent expliquer la série des C_t)

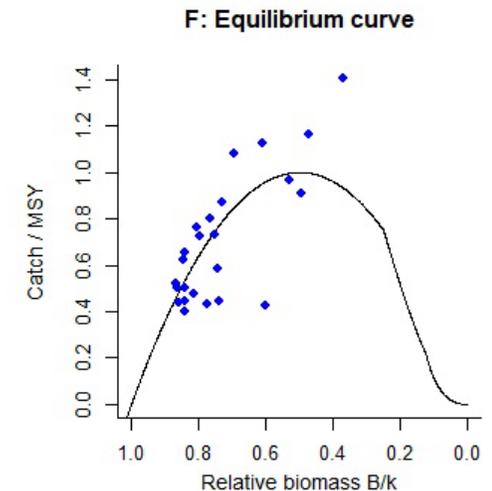
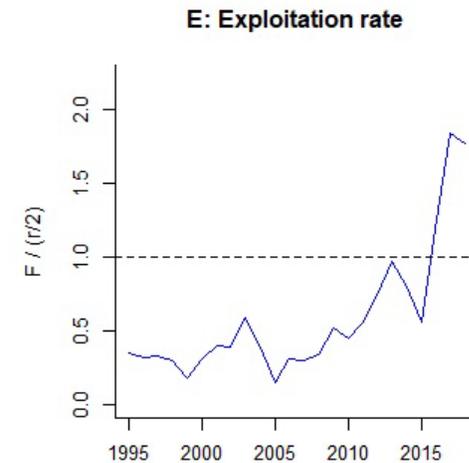
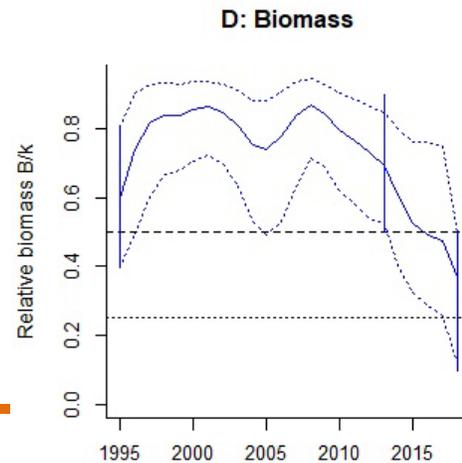
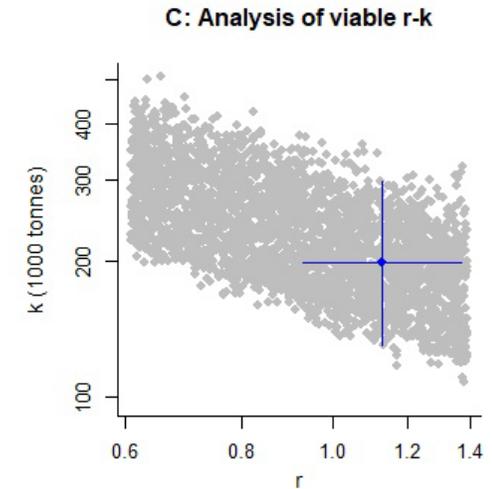
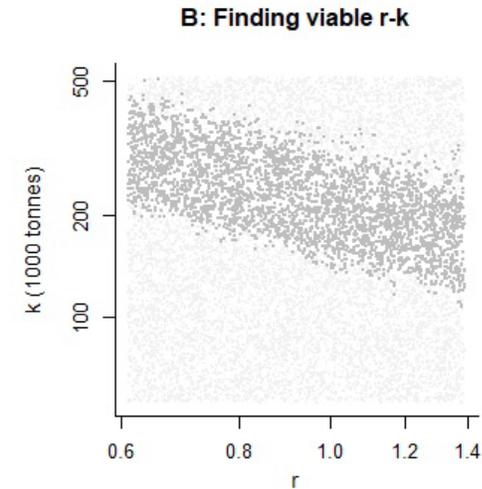
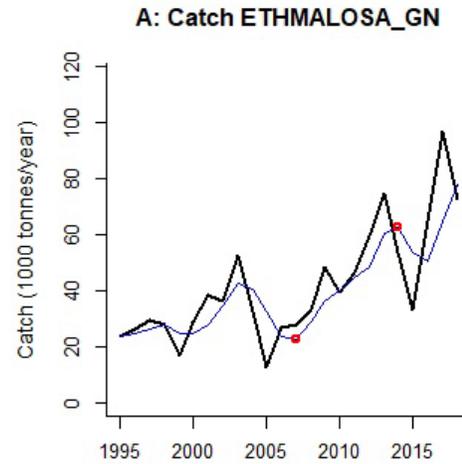


Viable r - k pairs (Pacific Bluefin tuna) for CMSY in grey, and BBSM methode in black. The most probable r - k pair are marked by crosses

Du modèle global à l'approche Cmsy

❖ Exemple d'application Cmsy

- Ethmalose de Guinée
(Soumah, Camara et Bah, 2020)



Présentation pratique Meisse Behaye

Données requises pour CMSY :



- Le stock est défini en fonction de l'écosystème et non en fonction de la zone de pêche;
- Un minimum de 10 années continues de données de capture exprimées en unités de poids;
- Résilience (quantitative ou qualitative) auprès de FishBase / SeaLifeBase;
- Si disponibles, indicateurs d'abondance exprimés sous forme de séries temporelles (minimum de trois ans) de capture par unité d'effort (CPUE) ou de biomasse de stock ;
- Le cas échéant, estimations indépendantes de B / B_{MSY} pour des années spécifiques (la plus récente de la série chronologique est préférable)
- Formatez les ensembles de données selon les fichiers modèles Stock_Catch.CSV et Stock_ID.CSV.

Les gammes de biomasse relative (B/K)

Très fort épuisement	Forte épuisement	Épuisement moyen	Faible épuisement
0.01 – 0.2	0.01 – 0.4	0.2 – 0.6	0.4 – 0.8

Résilience: Priors de r

Resilience	prior r range
High	0.6 – 1.5
Medium	0.2 – 0.8
Low	0.05 – 0.5
Very low	0.015 – 0.1