

Apprendre d'un modèle de pêcherie spatialisé : la paramétrisation de la pêcherie Anchois dans le golfe de Gascogne

Sigrid Lehuta, Pierre Petitgas, Stéphanie Mahévas, Youen Vermard, Martin Huret

Amedee 25 Mars 2010



Objectifs
Caractéristiques
structure du modèle
Intégration
Estimation
Validation
Exploration

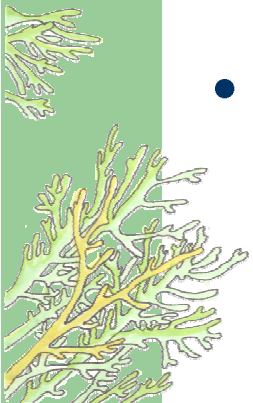
Objectifs

Construire un modèle prédictif de la pêche pélagique permettant de répondre aux questions :

- Quel est l'impact de la mise en place de différentes mesures de gestion (entre autres AMP) sur la population et les flottilles ?
- Étant donnée, la connaissance disponible peut-on produire des diagnostics robustes des mesures de gestion ?

Méthodologie

- Choix des processus importants à modéliser et échelles
- -> Choix du modèle
- Paramétrage: estimation/calibration/validation : inventaire des incertitudes dans les processus / de prédiction
 - Validation d'hypothèses
 - Impact de la variabilité annuelle



Objectifs
 Caractéristiques
 structure du modèle
 Intégration
 Estimation
 Validation
 Exploration

La pêche pélagique du golfe de Gascogne

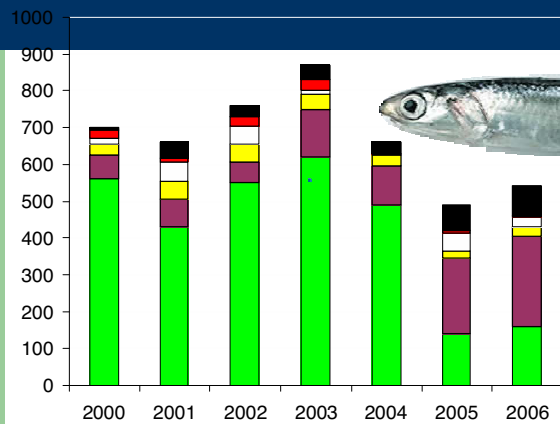
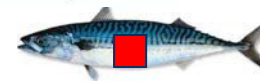
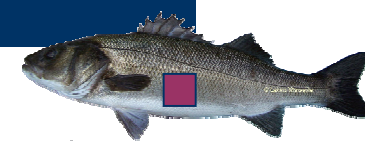
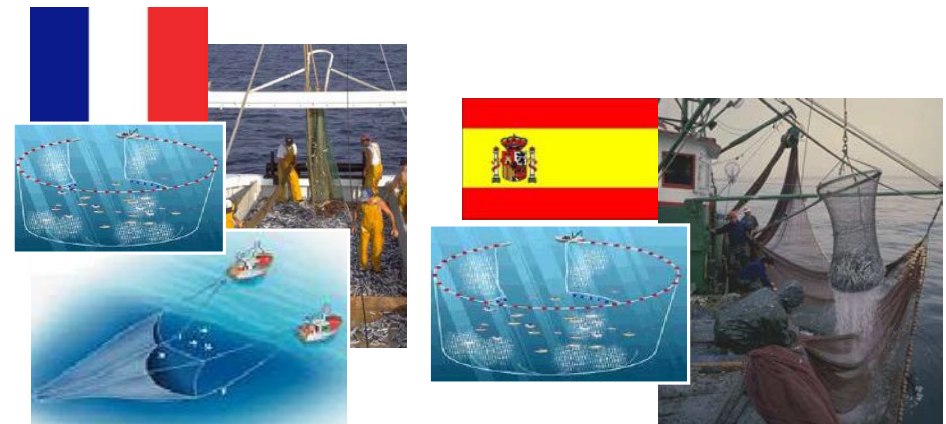
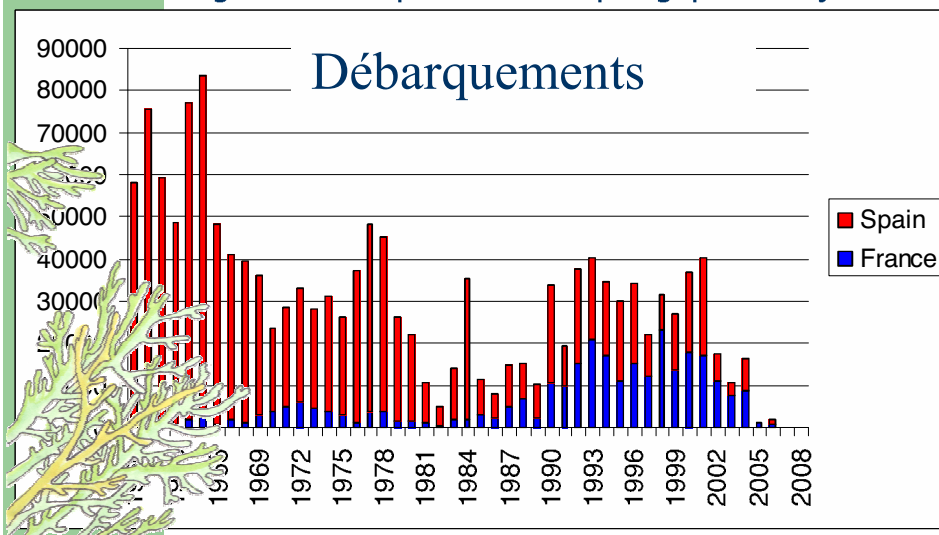


Diagramme d'exploitation des pélagiques français



Flottes françaises : chalutiers pélagiques et bolincheurs

Flottes espagnoles : bolincheurs

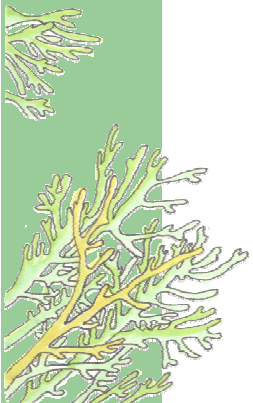


Objectifs
Caractéristiques
structure du modèle
Intégration
Estimation
Validation
Exploration

Caractéristiques de la pêche

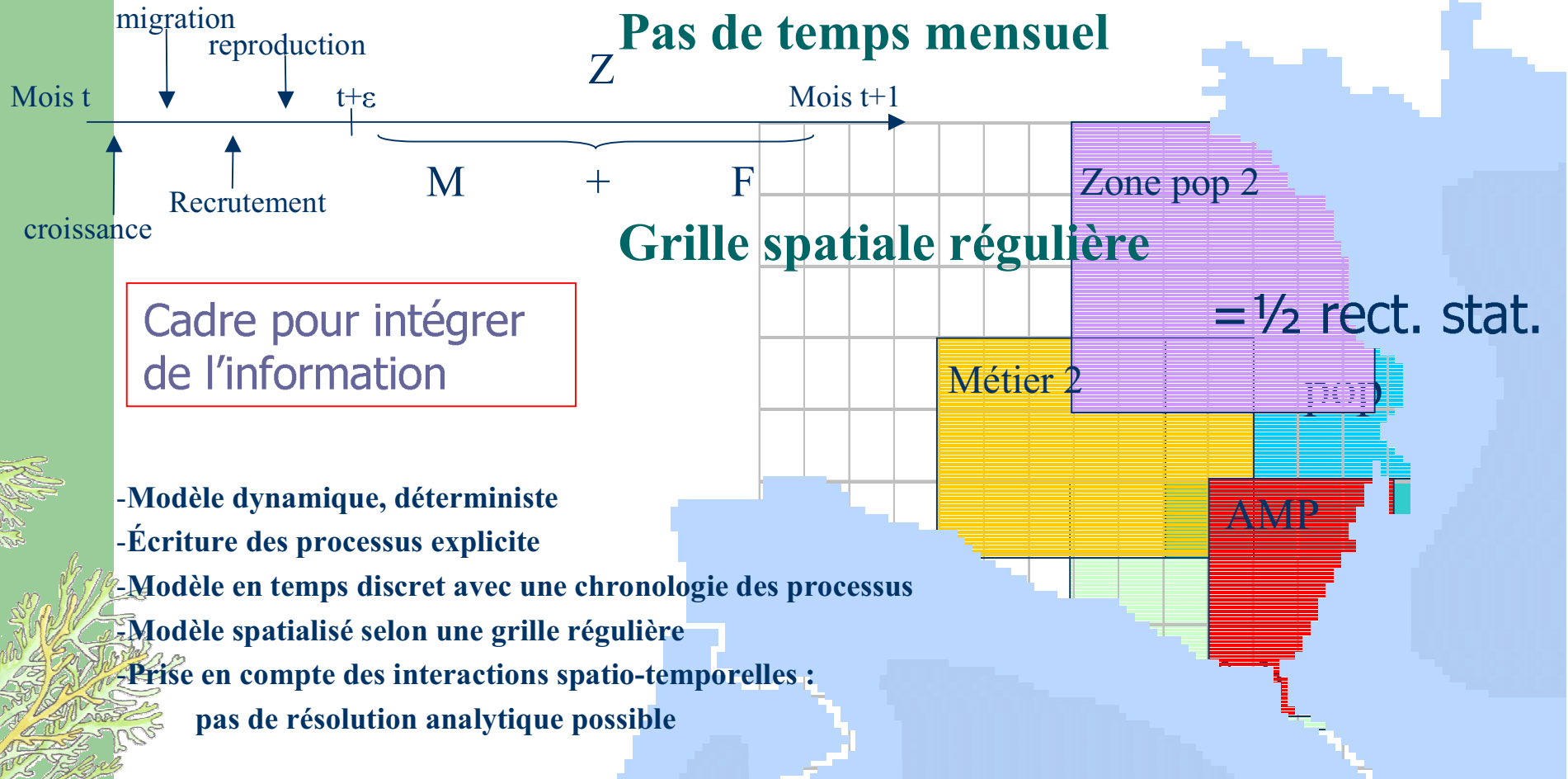
- **Anchois**
 - Durée de vie courte, croissance rapide, fécondité et mortalité élevée
- **Importance des structures spatiales**
 - Migrations de l'anchois, habitats essentiels, structuration spatiale des classes d'âge (longueur)
 - -> Saisonnalité de l'activité
- **Forte variabilité inter-annuelle**
 - Identifier les processus variables
 - Séparer les processus constants des valeurs de paramètres variables
 - Si possible prédire les valeurs futures
 - Déterminer des valeurs qui permettent de reproduire la dynamique à long-terme quand la prédiction est impossible

Le bruit c'est du processus qu'on ne comprend pas



Objectifs
Caractéristiques
structure du modèle
Intégration
Estimation
Validation
Exploration

Choix du modèle : ISIS-Fish



Objectifs
Caractéristiques
structure du modèle
Intégration
Estimation
Validation
Exploration

Dynamique de la population d'anchois



Processus identifiés :-

Croissance,
reproduction,
migration,
mortalité naturelle...

Contraintes :

⇒Spatialisée

-Mortalité des larves ~ zone de ponte

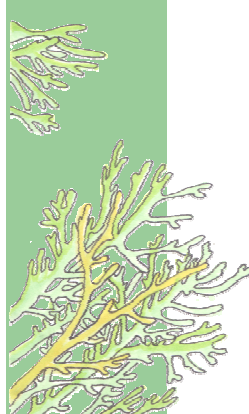
-pêche sur les juvéniles

-Hétérogénéité des tailles à l'âge 1

⇒Structurée en stades

Modèle

Dynamique des populations



Dynamique de la population d'anchois

Population structurée en stades

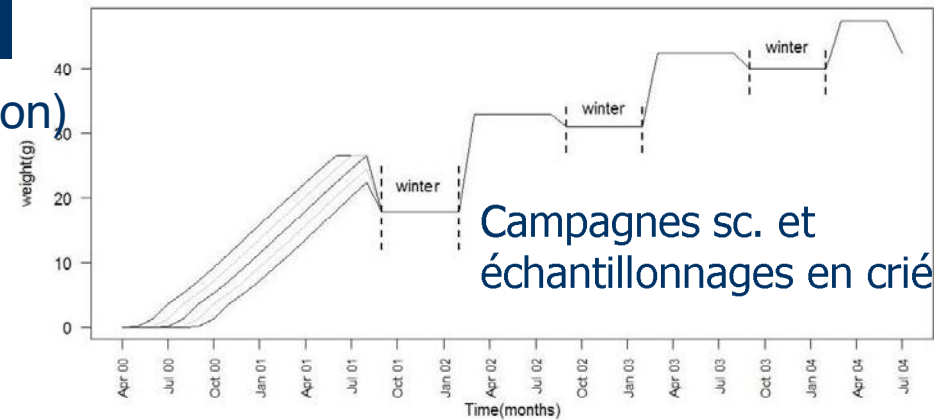
Objectifs
 Caractéristiques
 structure du modèle
 Intégration
 Estimation
 Validation
 Exploration

recrutement

- Croissance et poids (stade, saison)
- Mortalité naturelle (stade, zone)
- Reproduction :
 Durée de la ponte (longueur)

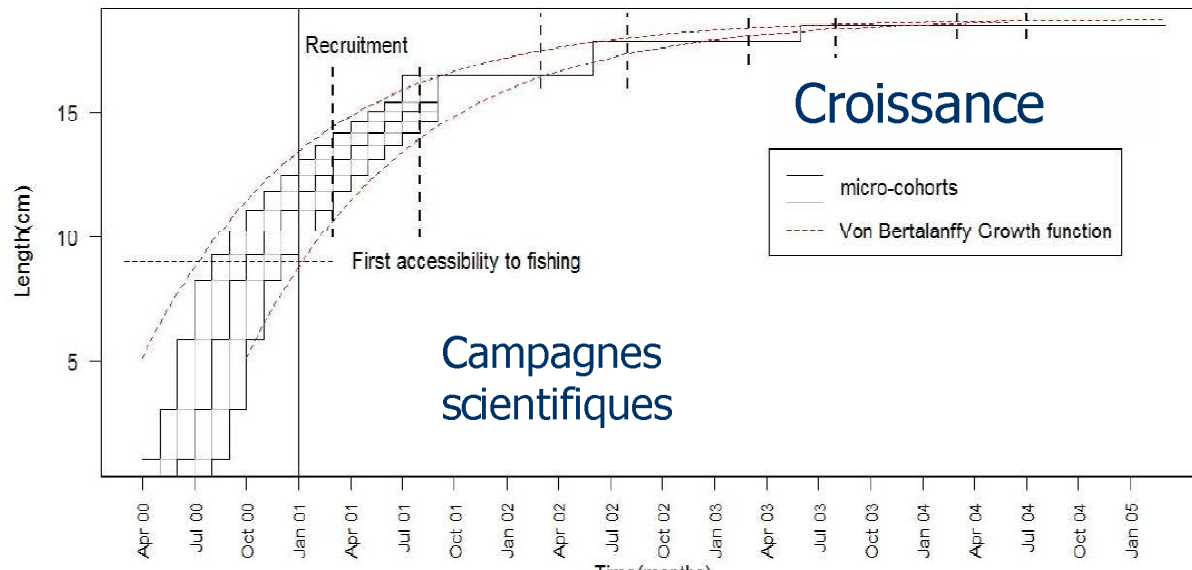
Poids

Weight at age depending on season



Campagnes sc. et échantillonnages en criée

Length distribution evolution for a cohort



Croissance

Campagnes scientifiques

stade (mois)

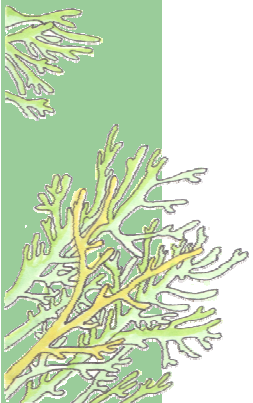
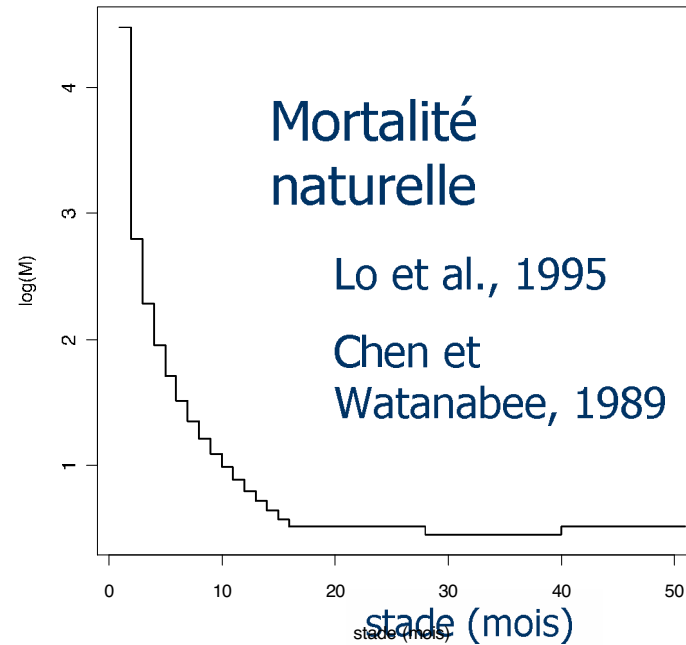
Dynamique de la population d'anchois

Population structurée en stades

Objectifs
Caractéristiques
structure du modèle
Intégration
Estimation
Validation
Exploration

recrutement

- Croissance et poids (stade, saison)
- Mortalité naturelle (stade, zone)
- Reproduction :
Durée de la ponte (longueur)



Objectifs
Caractéristiques
structure du modèle
Intégration
Estimation
Validation
Exploration

Dynamique de la population d'anchois

Population structurée en stades

recrutement

- Croissance et poids (stade, saison)
- Mortalité naturelle (stade, zone)
- Reproduction :
Durée de la ponte (longueur)

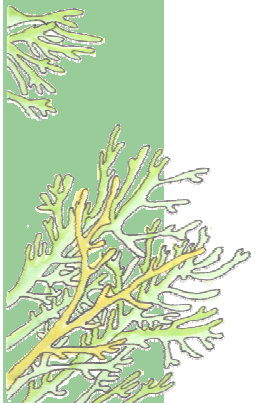
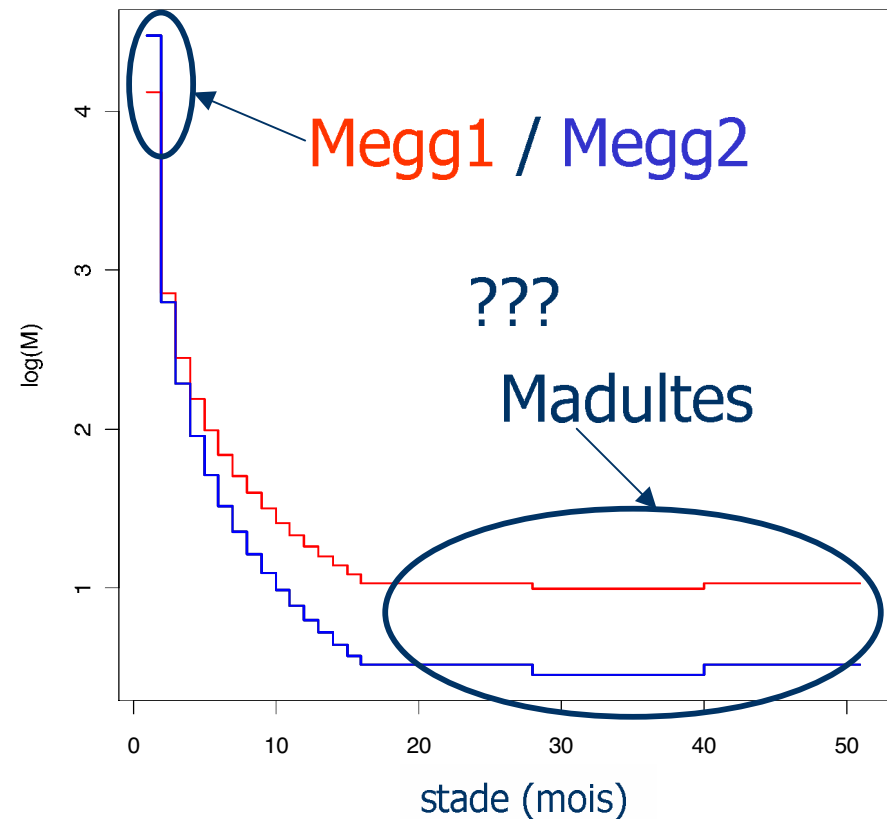
ICES WGMHSA : 1.2

Incohérent avec (Allain, 2004)

survie jusqu'au recrutement 10^{-5}

survie larvaire 10^{-3}

ICES WGMHSA / Pertierra, 1997



Dynamique de la population d'anchois

Population structurée en stades

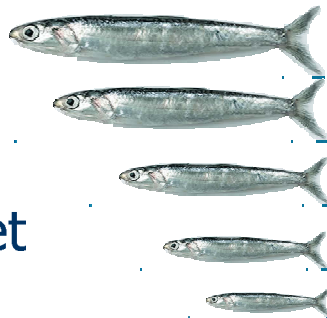
Objectifs
Caractéristiques
structure du modèle
Intégration
Estimation
Validation
Exploration

recrutement

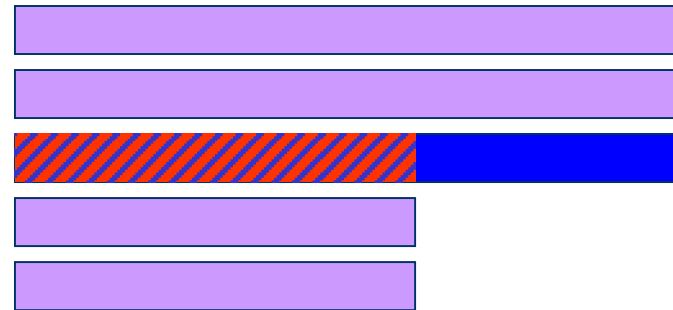
- Croissance et poids (stade, saison)
- Mortalité naturelle (stade, zone)
- Reproduction (stade):
$$\text{nbOeufs}(\text{stade}, \text{zone}, \text{mois}) = \text{Nst} * \text{Poids} * \text{fec} * \text{sexRatio}$$

Durée de la ponte (stade)

Nés:
Avril
Mai
Jun
Juillet
Aout



1 mois 2 mois 3 mois



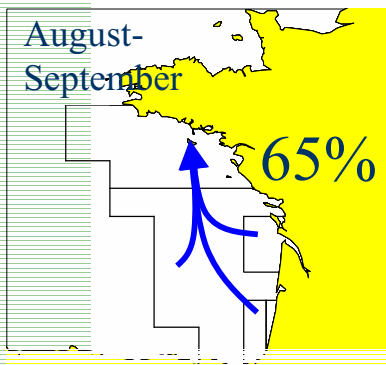
R1 / R2

Objectifs
 Caractéristiques
 structure du modèle
 Intégration
 Estimation
 Validation
 Exploration

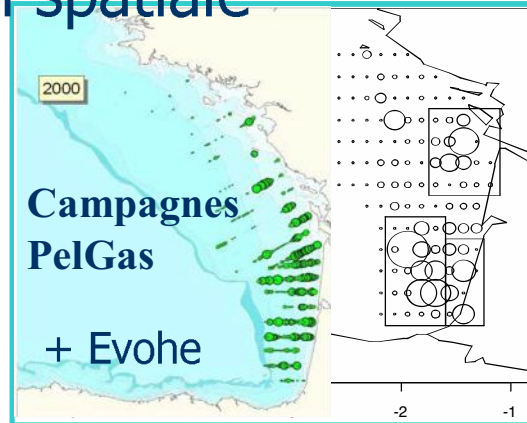
Dynamique de la population d'anchois

Dynamique spatialisée

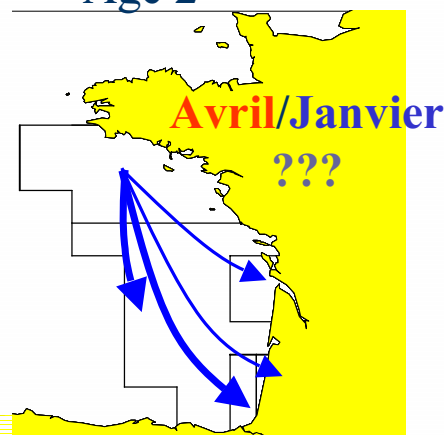
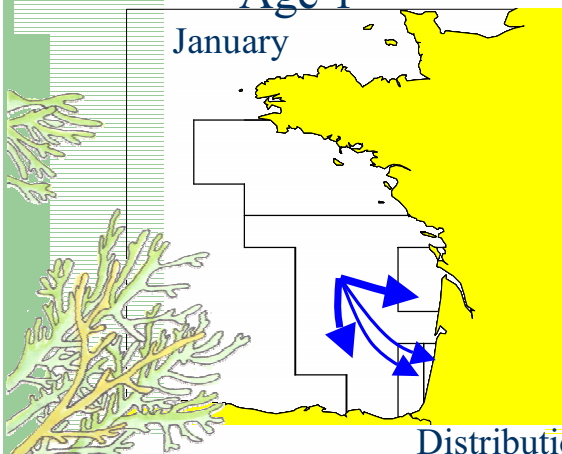
Distribution spatiale



Age 1



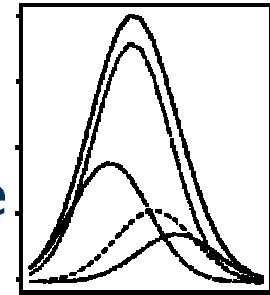
Age 2+



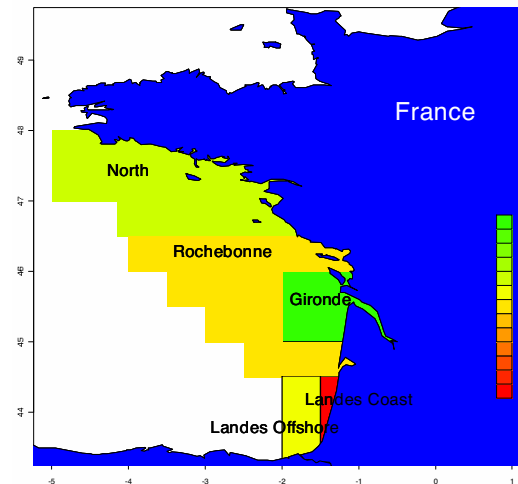
Distribution ~ age

À partir du **modèle couplé bio-physique**

Reproduction :
 Début de ponte
 dépend de la zone



Survie larvaire



Objectifs
Caractéristiques
structure du modèle
Intégration
Estimation
Validation
Exploration

Dynamique de l'exploitation



Engin, métiers,
stratégies, espèces
cibles, **réactions des
pêcheurs à la
gestion**

Modèle

Dynamique des populations

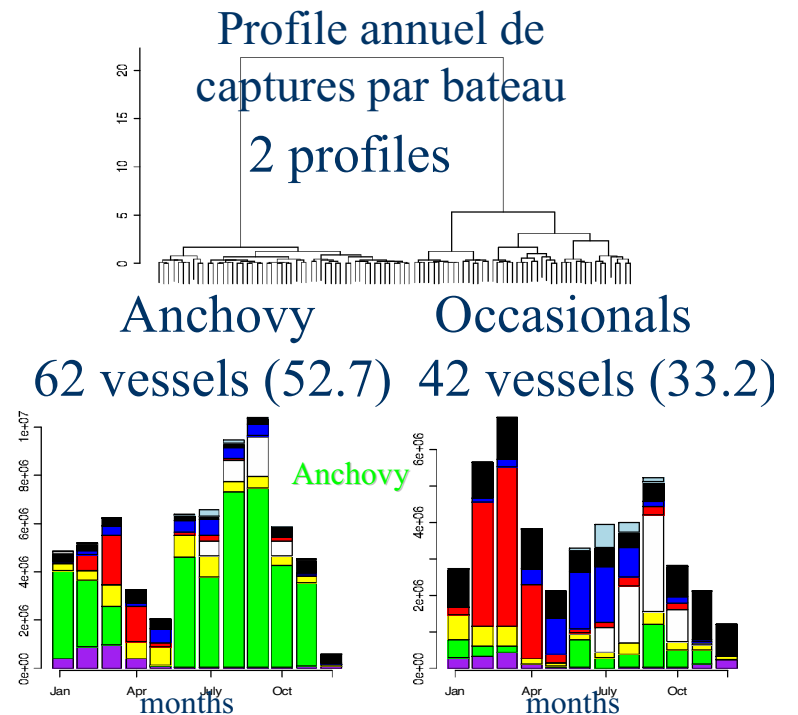
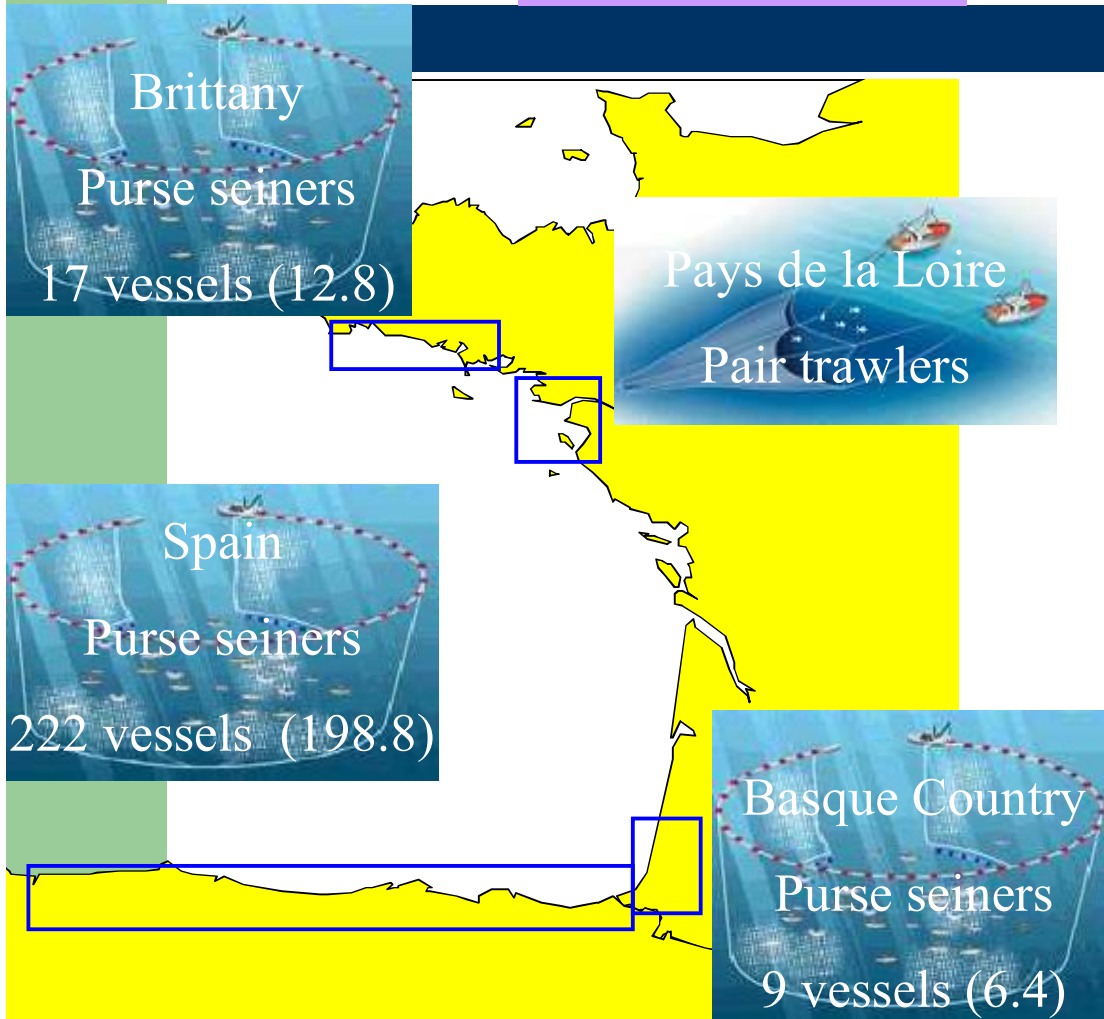
Dynamique des flottilles



F

Objectifs
 Caractéristiques
 structure du modèle
 Intégration
 Estimation
 Validation
 Exploration

Dynamique de l'exploitation



⇒ métiers (marée)

⇒ stratégies (effort/métier)

Objectifs
Caractéristiques
structure du modèle
Intégration
Estimation
Validation
Exploration

Accessibilité : relation Effort-Effectifs



Modèle

Dynamique des populations

Accessibilité ???

Dynamique des flottilles

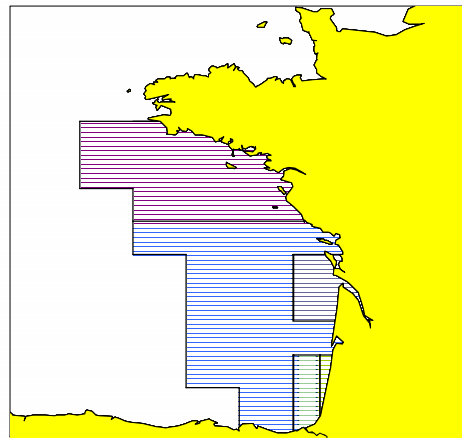
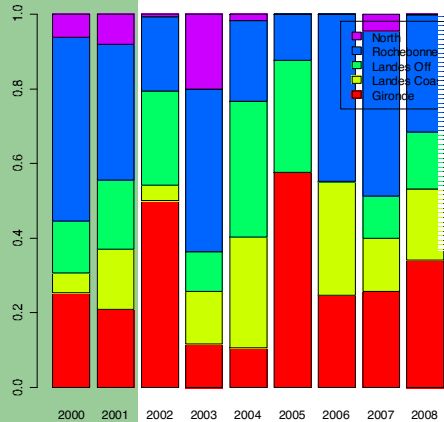
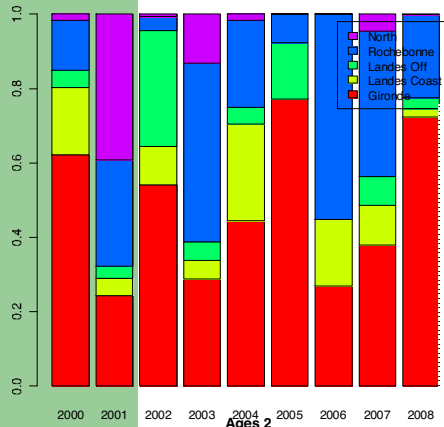
Interaction spatio-temporelle



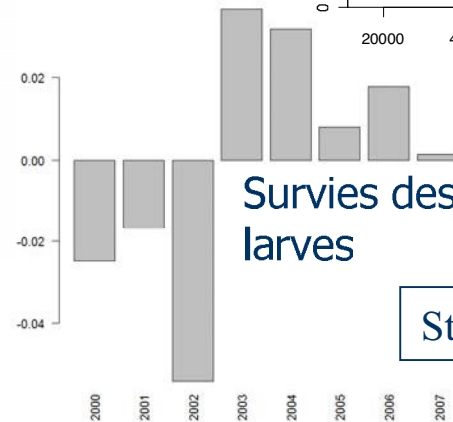
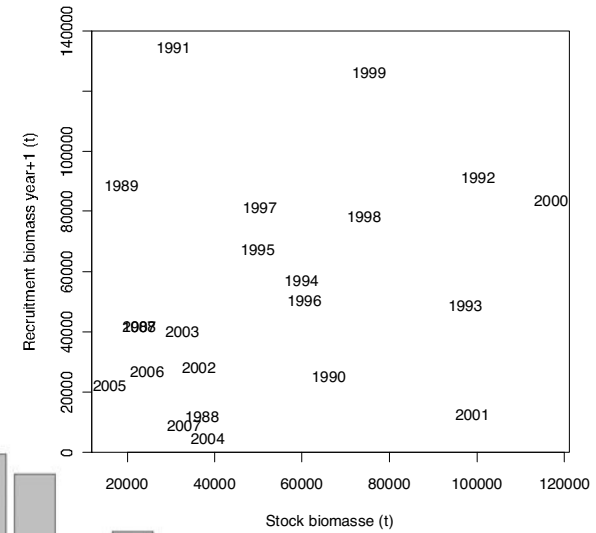
Objectifs
 Caractéristiques
 structure du modèle
 Intégration
 Estimation
 Validation
 Exploration

Variabilité inter-annuelle

Distribution spatiale dans les zones de ponte



Relation stock-recrutement



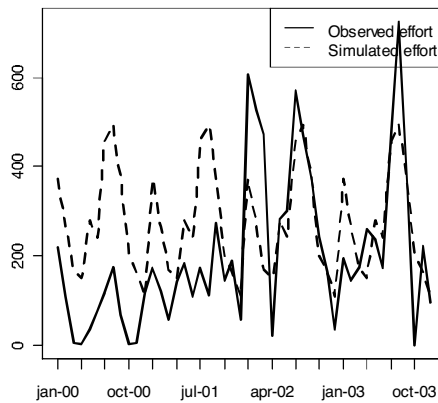
$Fec \sim cste$

Stock-œufs-recrutement

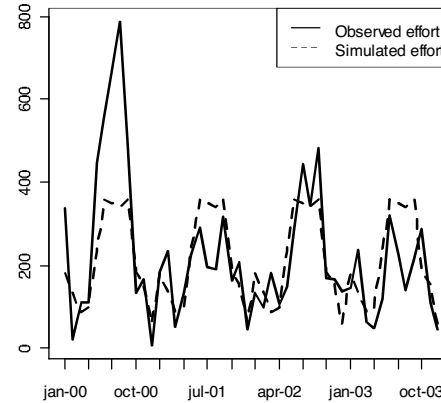
Objectifs
Caractéristiques
structure du modèle
Intégration
Estimation
Validation
Exploration

Variabilité inter-annuelle

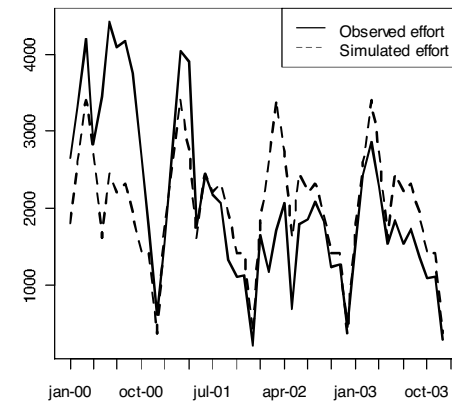
Bolincheurs Basques



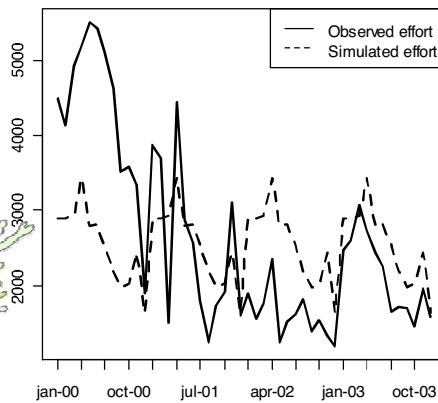
Bolincheurs Bretons



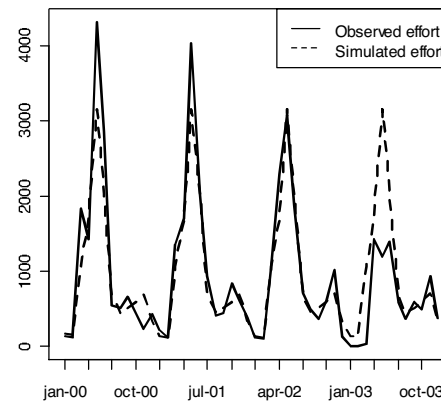
Chalutiers 1



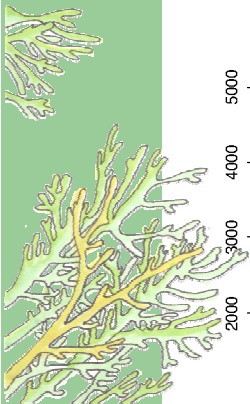
Chalutiers2



Bolincheurs espagnols



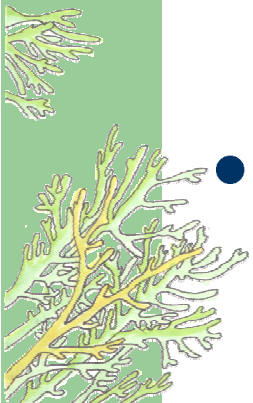
Effort par
stratégie



Objectifs
Caractéristiques
structure du modèle
Intégration
Estimation
Validation
Exploration

Récap'

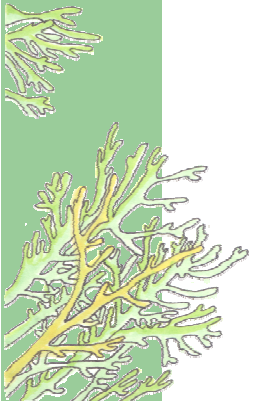
- **Incertitudes :**
 - Repro R1/R2
 - Mortalité des œufs M1/M2
 - Date de migration Mig1/Mig2
 - **Inconnues :**
 - Mortalité adultes
 - Accessibilité
 - **Valeurs variables**
- 8 formulations alternatives
- ⇒ Calibration
pour chaque formulation alternative



Objectifs
Caractéristiques
structure du modèle
Intégration
Estimation
Validation
Exploration

Construction de deux modèles

- Un modèle prédictif :
 - Valeurs moyennes
- Un modèle d'estimation 2000-2008 :
 - Forcés par les valeurs observées/estimées
 - Mortalité larves
 - Distribution spatiale dans les zones de ponte
 - Distribution de l'effort de pêche
 - => calibration



Objectifs
 Caractéristiques
 structure du modèle
 Intégration
 Estimation
 Validation
 Exploration

Calibrer les paramètres inconnus

Biomass trends depending on M(adults)

Pour chaque formulation :

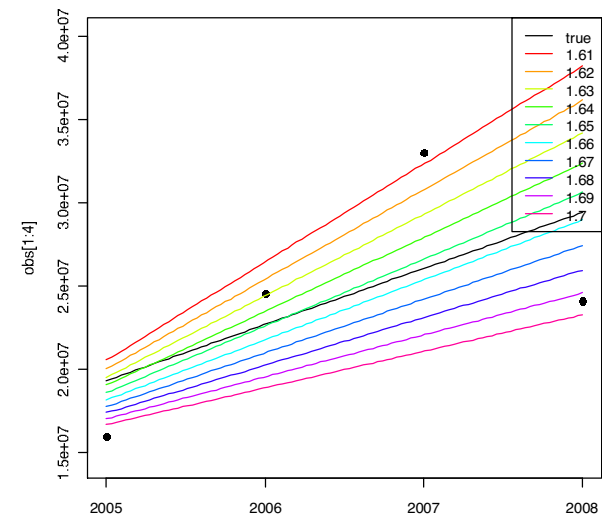
- Mortalité naturelle des adultes

Valeur généralement admise 1.2 [0.5;3]

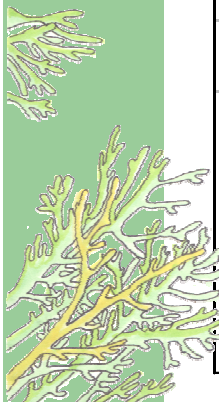
-> calibration pente de biomasse 2005-2008
 (sans pêche)

- Accessibilité Ages 0, Ages 1, Ages 2+

-> calibration Captures aux ages simplex à pas variable



	Formulations			Calibrated parameters			SS	
	Eggs mortality	Reproduction duration	Migration date	Adults mortality	q0	q1		q2
Hindcast models forced by past time series	Megg1 = 0.266	R1	April	3.03	3.56E-05	4.68E-03	2.20E-03	2.66E+18
			January		3.23E-05	4.46E-03	2.41E-03	2.70E+18
		R2	April	2.97	3.59E-05	4.48E-03	2.18E-03	2.62E+18
			January		3.30E-05	4.29E-03	2.36E-03	2.66E+18
	Megg2 = 0.565	R1	April	1.67	8.98E-05	2.66E-03	2.70E-03	2.36E+18
			January		8.35E-05	2.27E-03	3.31E-03	2.35E+18
		R2	April	1.63	8.44E-05	2.59E-03	2.70E-03	2.29E+18
			January		7.67E-05	2.18E-03	3.23E-03	2.28E+18

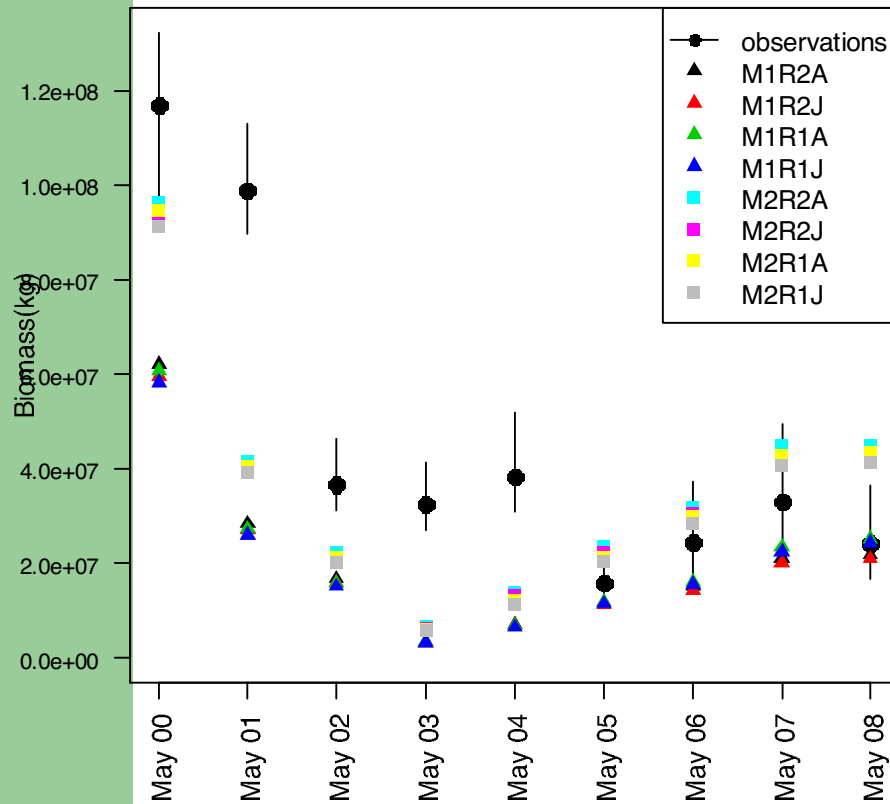


Objectifs
 Caractéristiques
 structure du modèle
 Intégration
 Estimation
 Validation
 Exploration

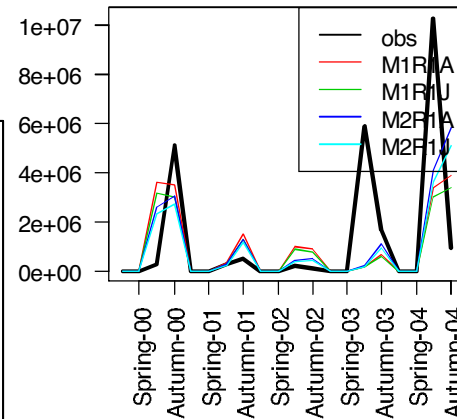
Résultats de calibration

Captures aux ages

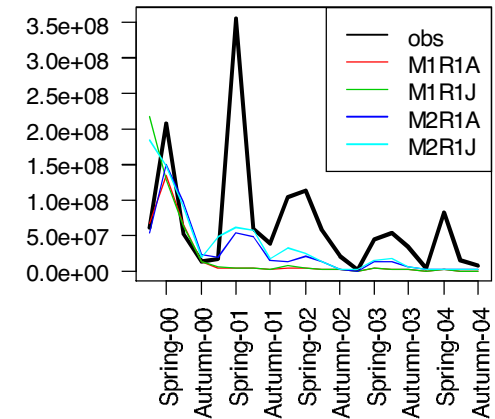
Biomasse simulée vs. obs



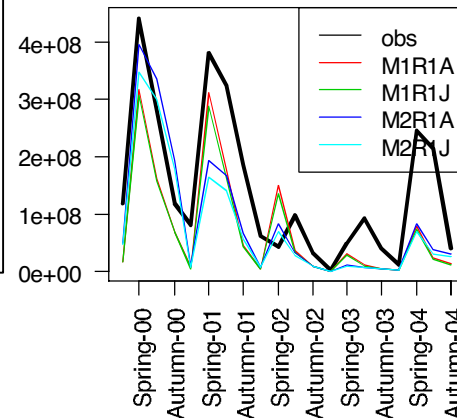
Catches in numbers Age 0



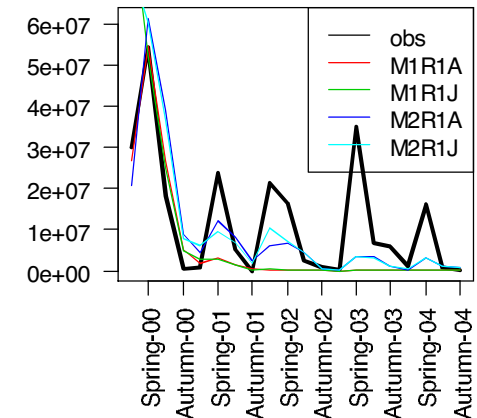
Catches in numbers Age 2



Catches in numbers Age 1



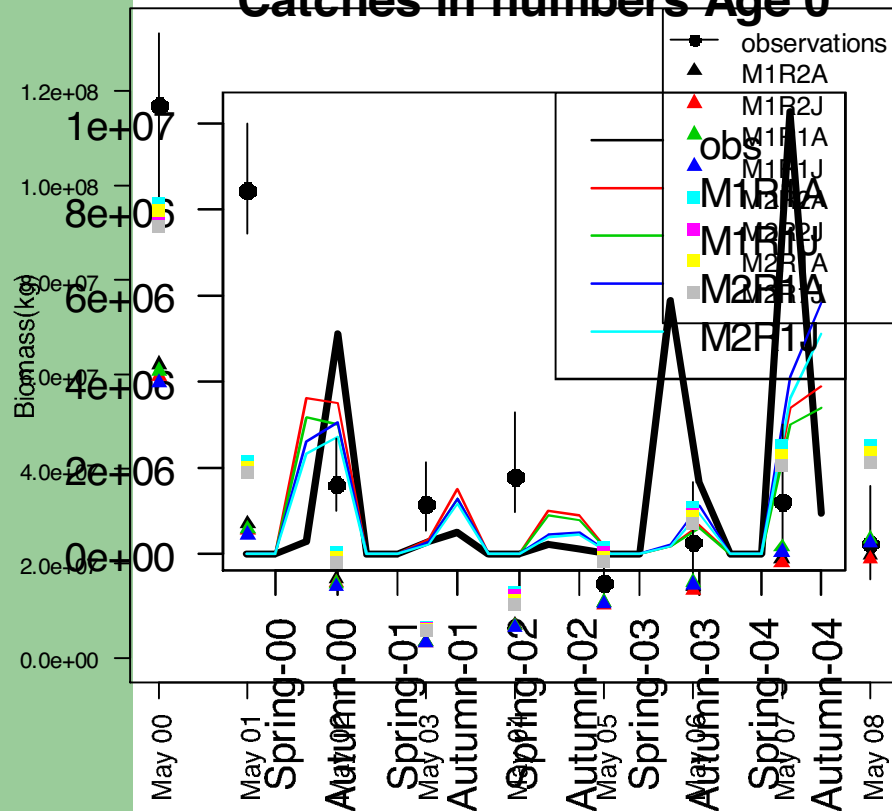
Catches in numbers Age 3+



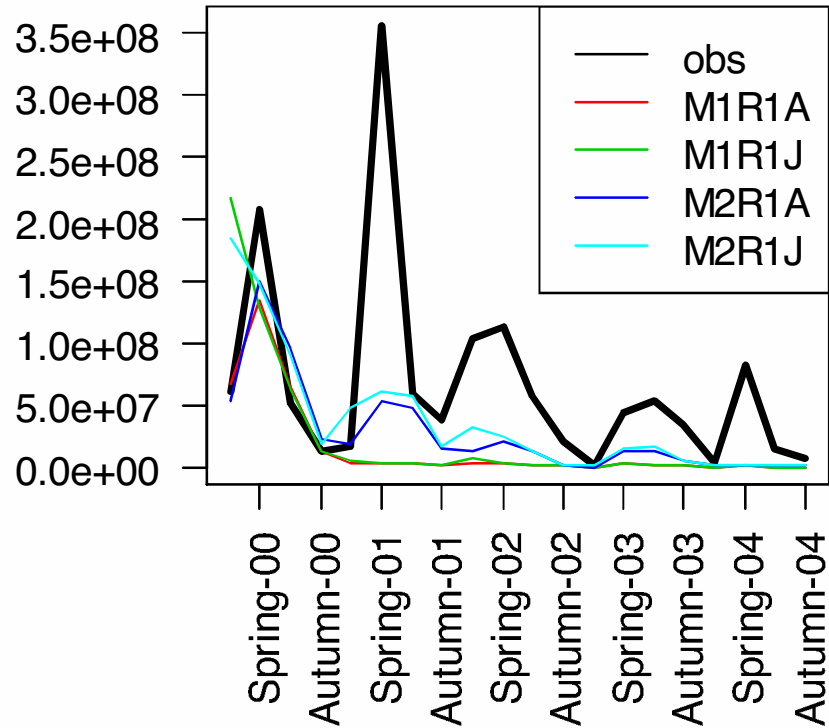
Objectifs
 Caractéristiques
 structure du modèle
 Intégration
 Estimation
 Validation
 Exploration

Résultats de calibration

Biomasse simulée vs. obs Catches in numbers Age 0



Catches in numbers Age 2



Catches in numbers Age 1

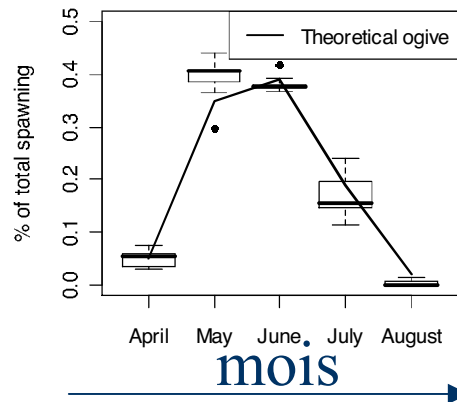
Catches in numbers Age 3+

Objectifs
 Caractéristiques
 structure du modèle
 Intégration
 Estimation
 Validation
 Exploration

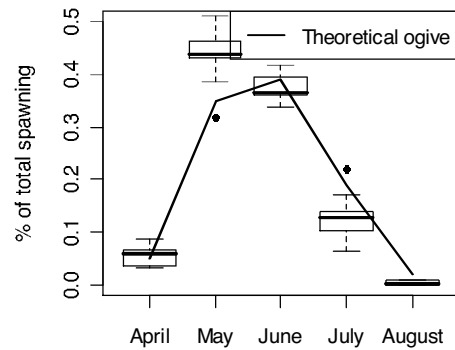
Validation Ogive de ponte

% ponte

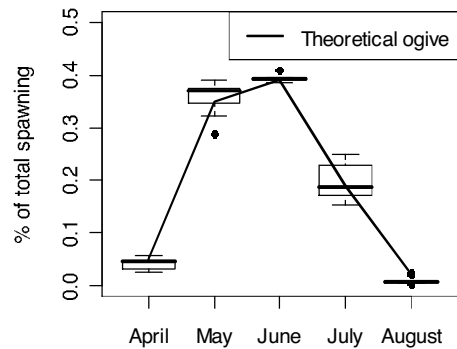
Spawning Ogive for Megg1,R1,migApr



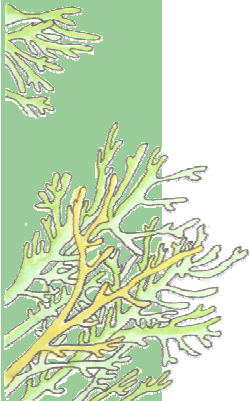
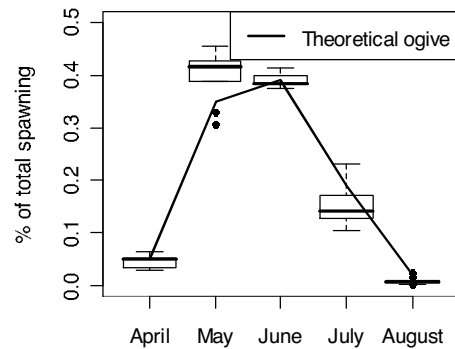
Spawning Ogive for Megg1,R2,migApr



Spawning Ogive for Megg2,R1,migApr



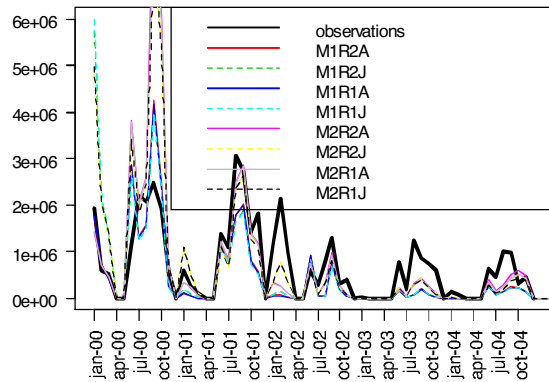
Spawning Ogive for Megg2,R2,migApr



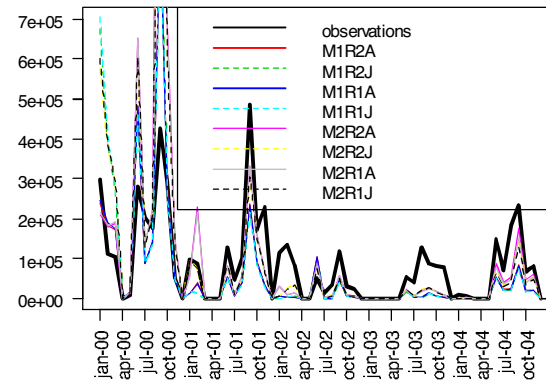
Objectifs
 Caractéristiques
 structure du modèle
 Intégration
 Estimation
 Validation
 Exploration

Validation Captures par flottilles

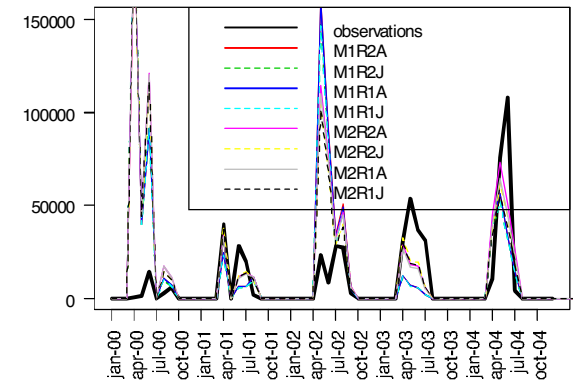
Catches in kg French Trawlers profil1



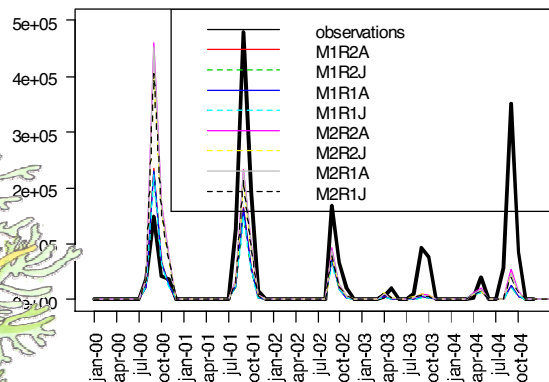
Catches in kg French Trawlers profil2



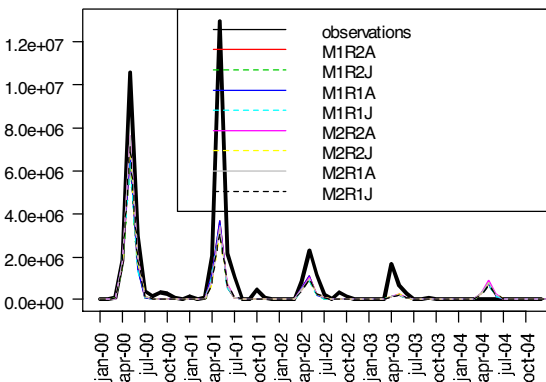
Catches in kg Purse seiners Basque Country



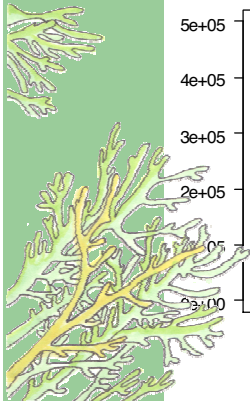
Catches in kg Purse seiners Brittany



Catches in kg Spanish Purse seiners



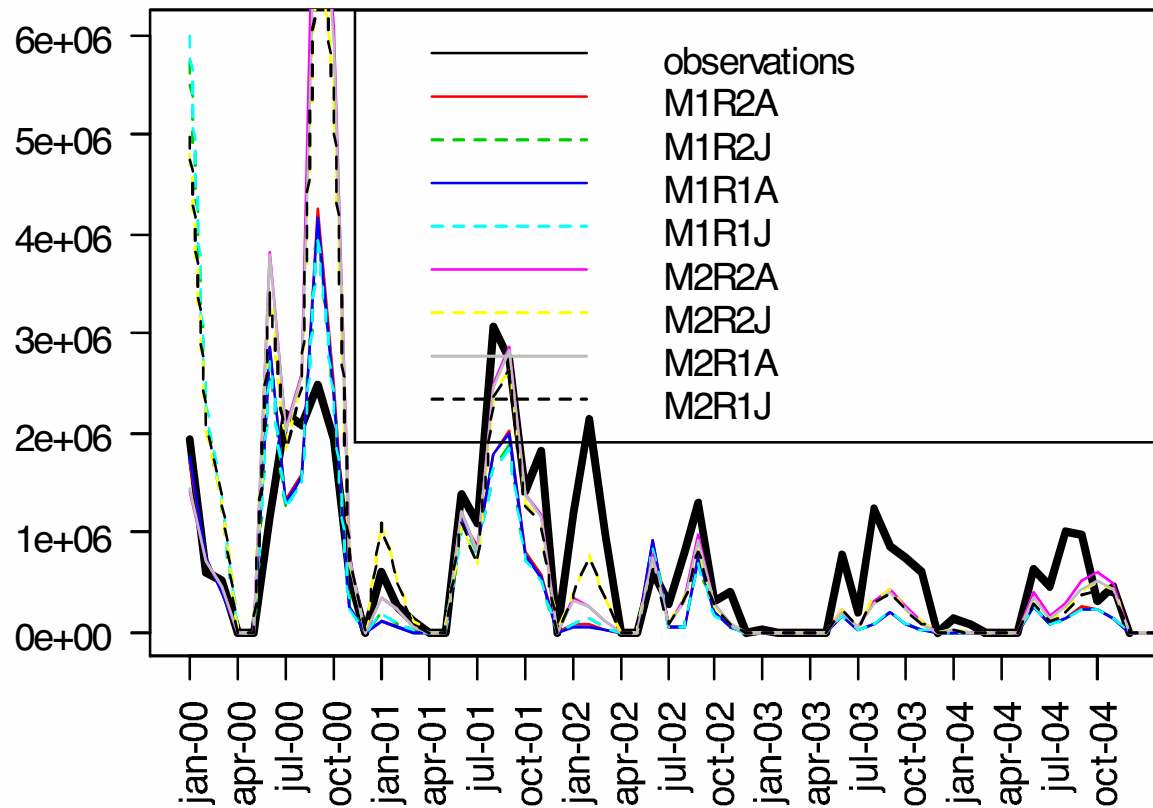
2000-2004



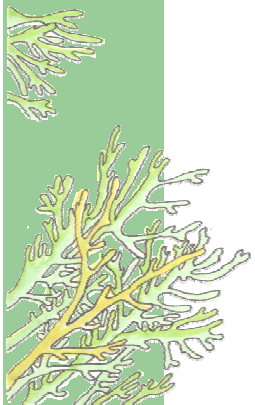
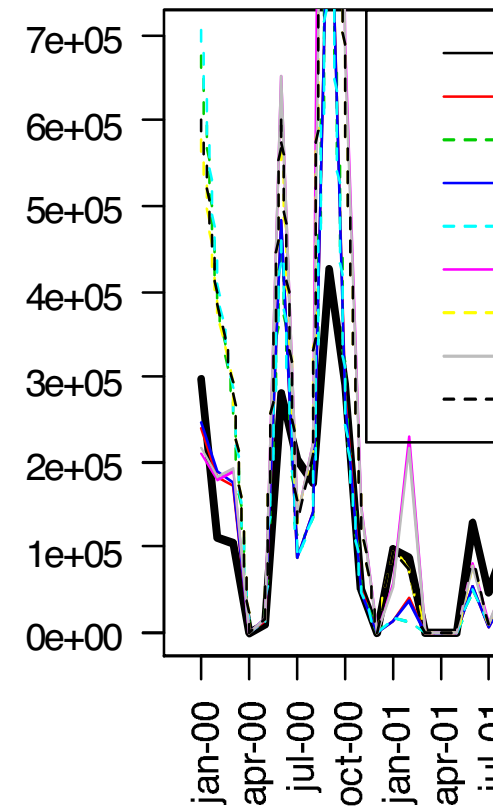
Objectifs
Caractéristiques
structure du modèle
Intégration
Estimation
Validation
Exploration

Validation Captures par flottilles

Catches in kg French Trawlers profil1



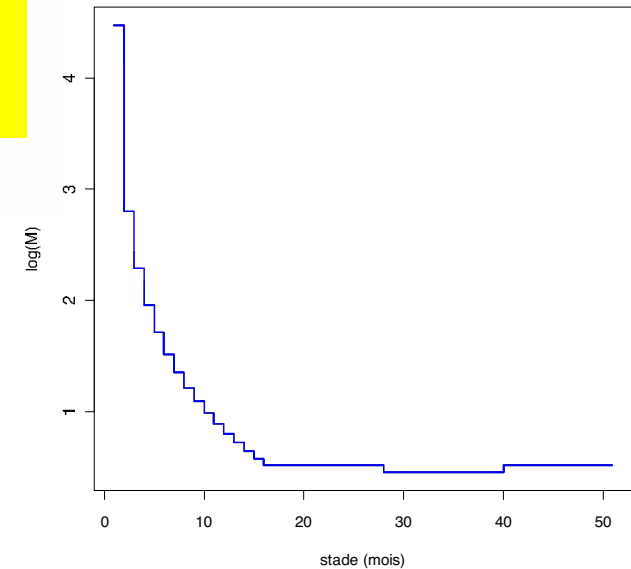
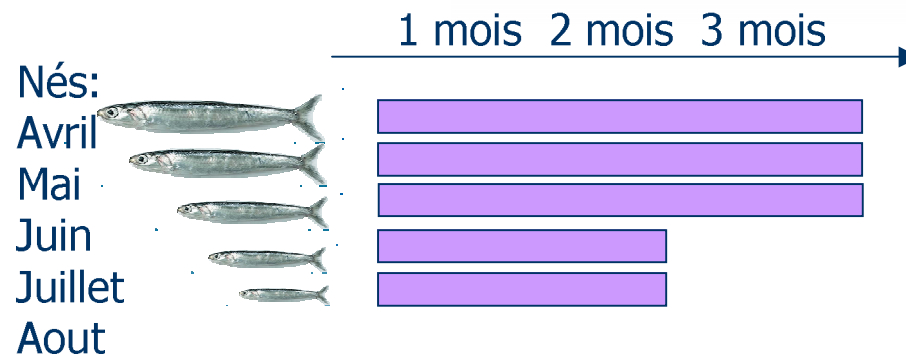
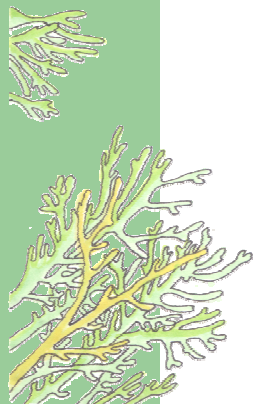
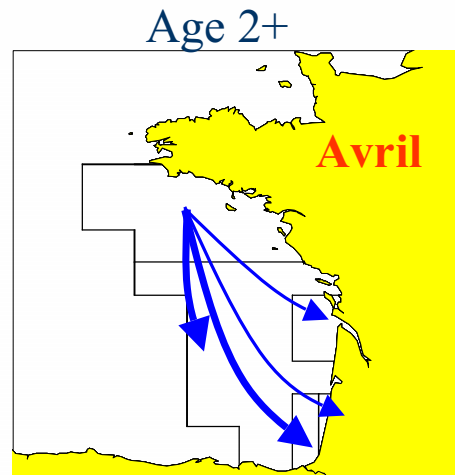
Catches in



Objectifs
Caractéristiques
structure du modèle
Intégration
Estimation
Validation
Exploration

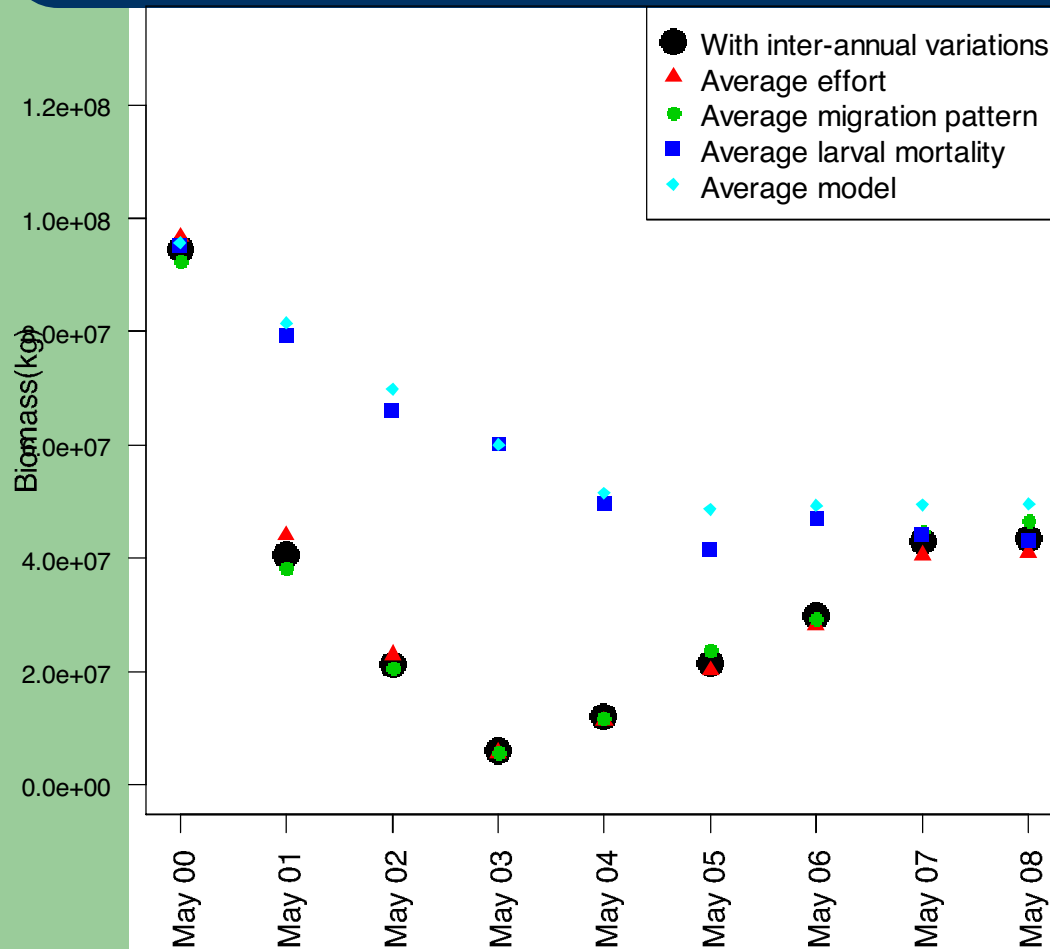
Formulation préférée

Megg2 R1 MigA



Objectifs
Caractéristiques
structure du modèle
Intégration
Estimation
Validation
Exploration

Impact de la variabilité inter-annuelle

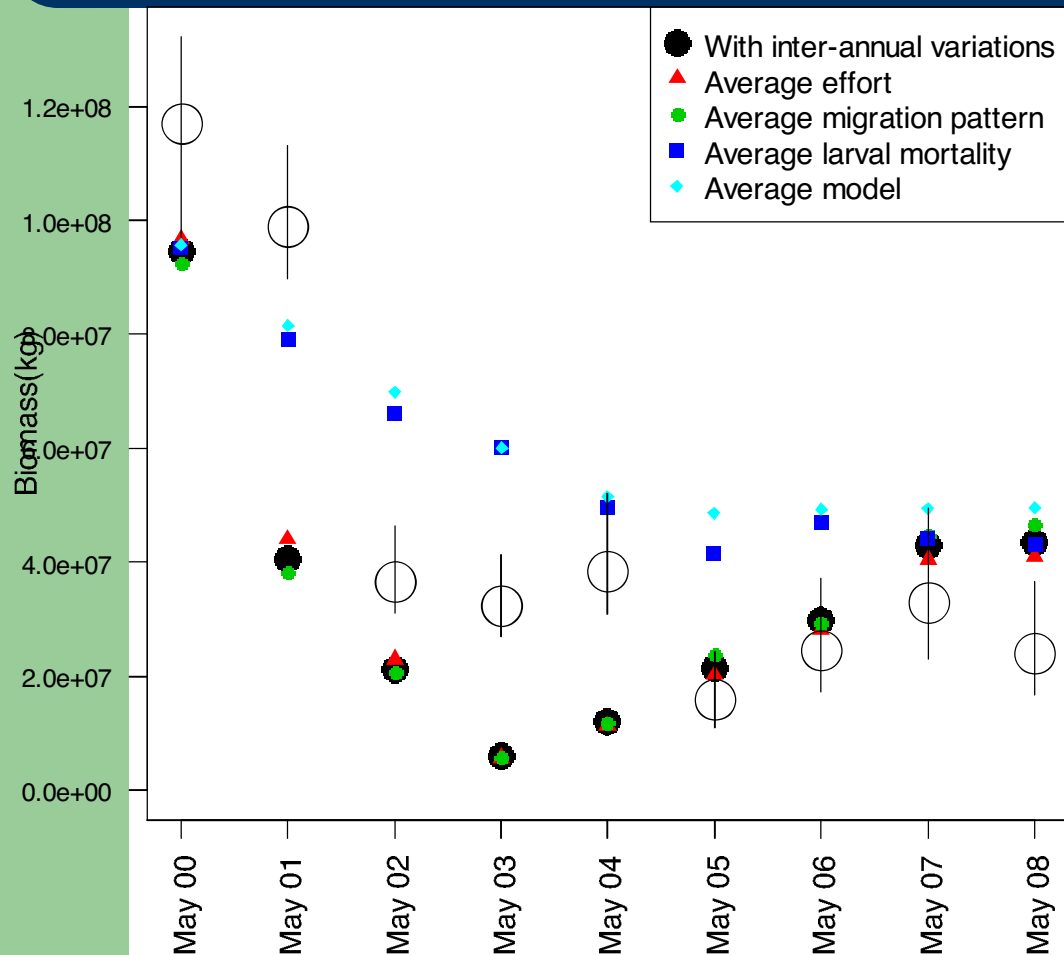


On relâche les forçages sur les paramètres un par un...

C est la mortalité naturelle des larves qui est la plus influente

Objectifs
Caractéristiques
structure du modèle
Intégration
Estimation
Validation
Exploration

Impact de la variabilité inter-annuelle



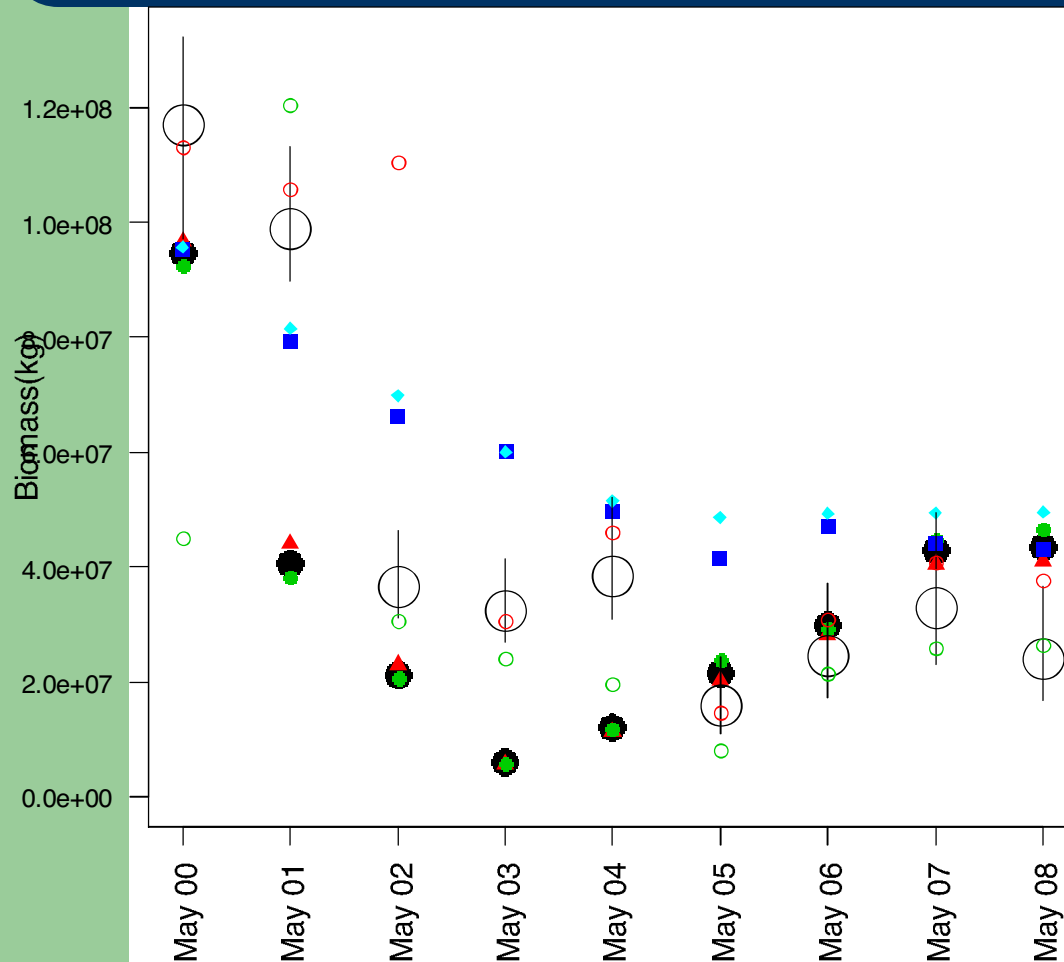
On relâche les forçages sur les paramètres un par un...

C'est la mortalité naturelle des larves qui est la plus influente

Satisfaisant en prédiction ?

Objectifs
Caractéristiques
structure du modèle
Intégration
Estimation
Validation
Exploration

Impact de la variabilité inter-annuelle



On relâche les forçages sur les paramètres un par un...

C'est la mortalité naturelle des larves qui est la plus influente

Satisfaisant en prédiction ?

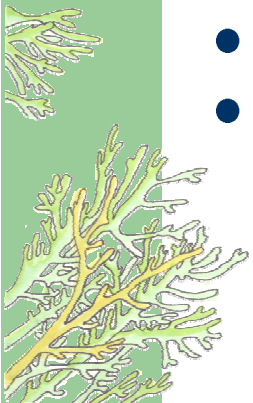
Objectifs
Caractéristiques
structure du modèle
Intégration
Estimation
Validation
Exploration

Conclusions

- On a intégré toute l'info dispo
- On a inventorié les incertitudes et leur impact (complété par l'analyse de sensibilité)
- On a un modèle qui capture bien une partie de la dynamique
- On a une idée sur la plausibilité des valeurs d'un certain nb de paramètres

Discussion:

- Échelle population plutôt individuelle
- Sources d'incertitudes négligées
 - Justifiées par l'analyse de sensibilité



Objectifs
Caractéristiques
structure du modèle
Intégration
Estimation
Validation
Exploration

Perspectives

- Utiliser le modèle pour évaluer différentes stratégies de gestion
 - Utiliser l'inventaire des incertitudes pour
 - construire des scénarios
 - construire des intervalles d'incertitudes (éventuellement corrélés)
- en prédiction
- Et déterminer la fiabilité des diagnostics vis à vis de ces incertitudes
 - Améliorer la robustesse des diagnostics en précisant les valeurs des paramètres sensibles incertains
 - Rechercher des métriques de diagnostics robustes aux incertitudes

