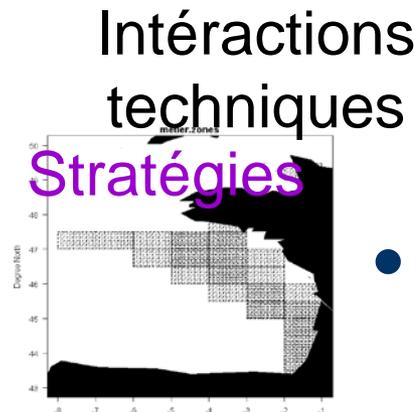
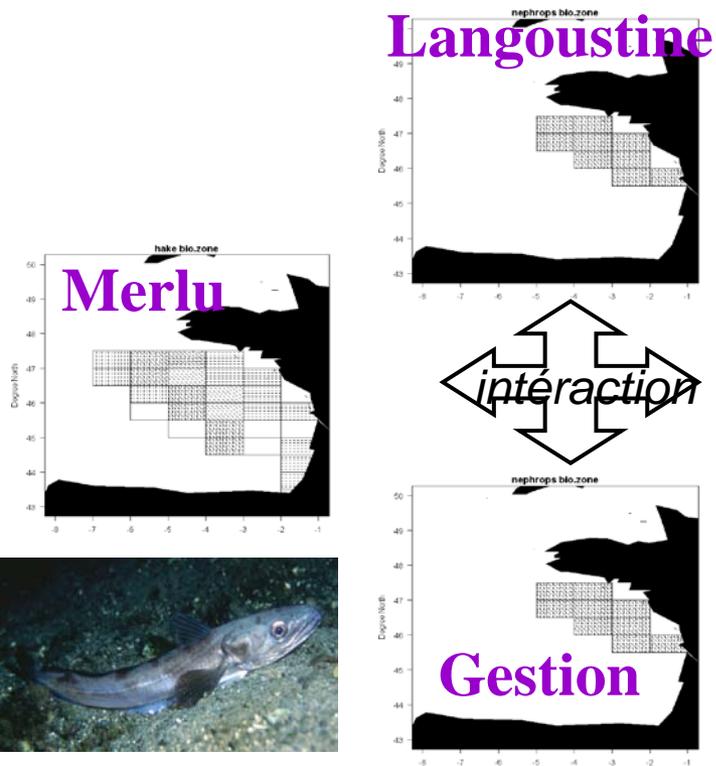
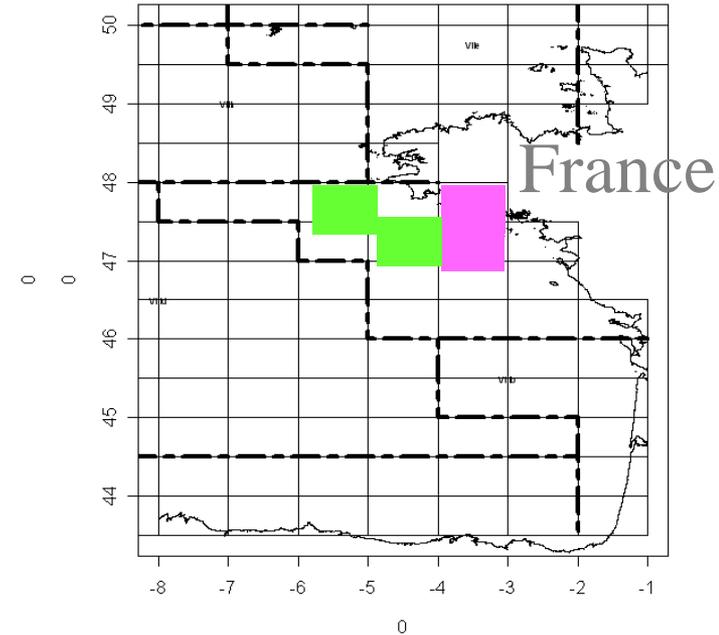


Plan

- ① Introduction
- ② Grille d'analyse
- ③ ISIS-Fish : un exemple de modèle complexe**
- ④ Exploration numérique de la pêcherie du golfe de Gascogne
- ⑤ Discussion

Pêche mixte démersale du golfe de Gascogne

- Pêche mixte
 - Flottes françaises et espagnole (chalut simple et jumeau, côte/large)
 - Merlu, langoustine, cardine, baudroie

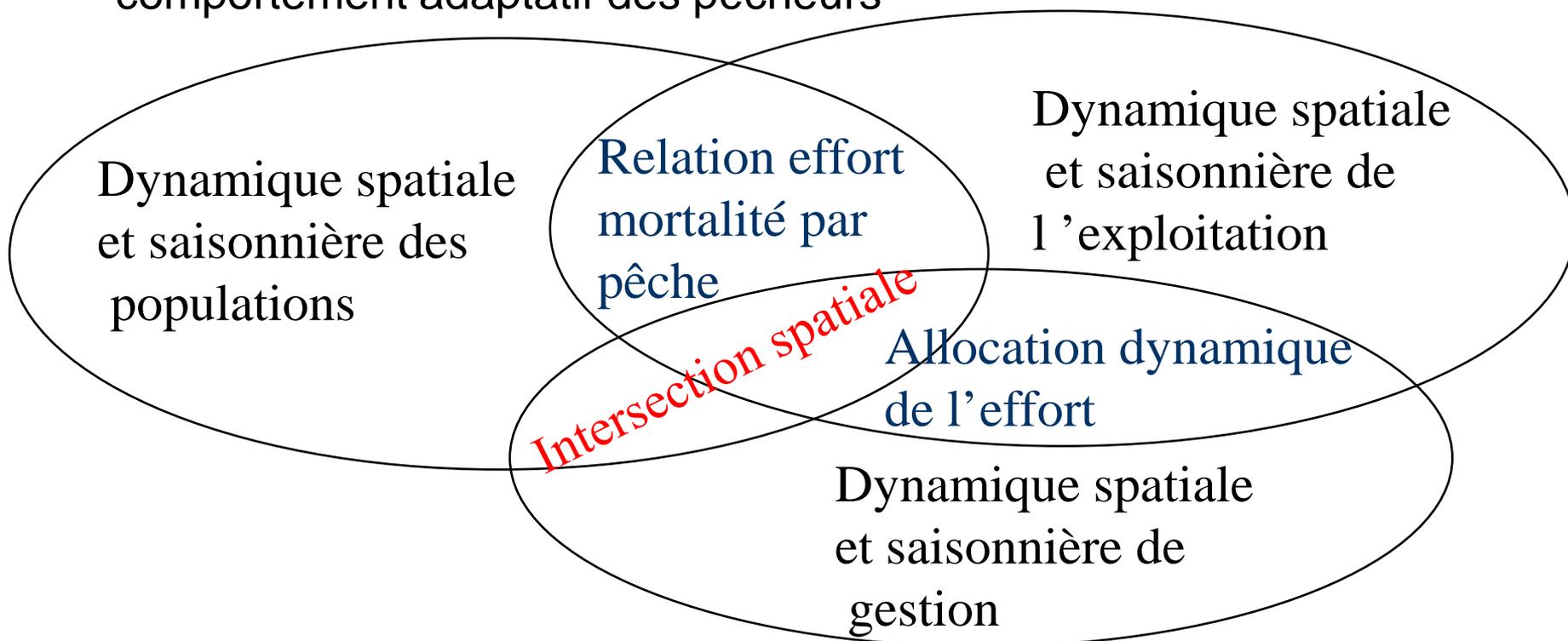


- gestion: mesures alternatives
 - AMP « reproduction »
 - AMP « nourricerie »
 - TAC
 - sélectivité

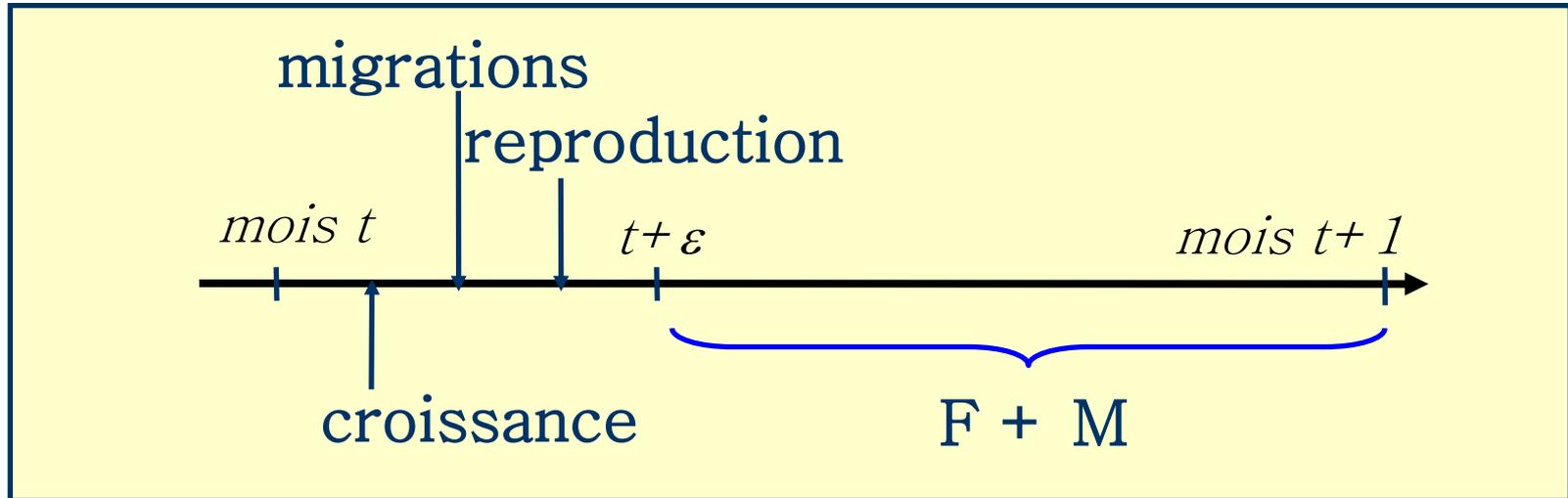


Pêcheries mixtes - Gestion

- distribution spatiale des populations structurées en âge ou en longueur
- allocation de l'effort de pêche en fonction de la distribution spatiale des espèces ciblées, du contexte économique
- mesures de gestion alternatives - mesures spatialisées – comportement adaptatif des pêcheurs



Dynamique de Population



$$N(t) = (N(t,1), \dots, N(t,s), \dots, N(t,s_{\max}))$$

$$\text{avec } N(t,s) = (N(t,s,z_1), \dots, N(t,s,z_n))$$

$$N(t+\varepsilon) = R(t) + [\text{Mig}(\text{saison}) - \text{Emig}(\text{saison})] Cg(\text{saison}) N(t) + \text{Nimmig}(\text{saison})$$

$$N(t+1) = Sr(t) N(t+\varepsilon)$$

Dynamique de pêche

Flottille 1



Flottille 2



Flottille 3

Flottille 4

- Type de navire (caractéristiques techniques, coûts)
- Liste de métiers possibles (coûts par métier)

Stratégie



Stratégie



Stratégie 3

Stratégie 4

- Nombre de navires
- Distribution mensuelle du temps de pêche sur les métiers

	1	2	mois			12
Métier1	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	•	•	•	
Métier2	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$	•	•	•	

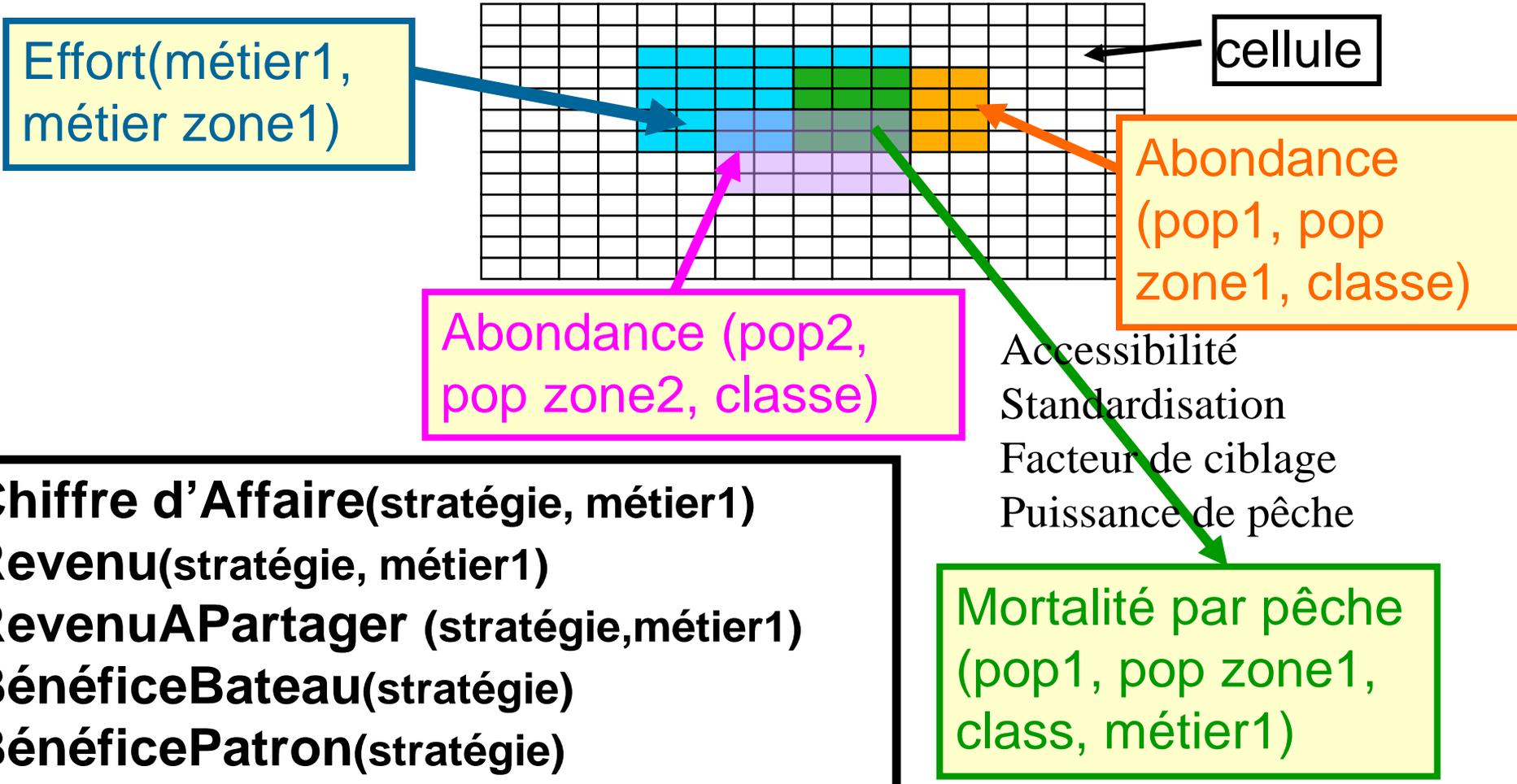
Dynamique du temps de pêche :

- modèle gravité
- adaptation du pêcheur à la réglementation

Effort de pêche = f(nb navires, temps de pêche, métier, économie, historique)

De l'effort de pêche à la mortalité par pêche

Chaque mois:



- Chiffre d’Affaire(stratégie, métier1)**
- Revenu(stratégie, métier1)**
- RevenuAPartager (stratégie,métier1)**
- BénéficeBateau(stratégie)**
- BénéficePatron(stratégie)**

Mode d'emploi

1. Paramétrer le modèle

- Collecter les paramètres disponibles dans la littérature
- Estimer les paramètres manquants
- Calibrer la capturabilité (méthode du simplexe, vraisemblance, ...)

2. Analyse de Sensibilité

- Pointer les paramètres et processus sensibles incertains
- Beaucoup de paramètres et temps de simulation importants (1 à 15 minutes)
- Plan d'expériences : criblage par groupe, réduction du domaine de définition à min et max

3. Analyse d'incertitude

- Paramètres sensibles
- Définir les mesures de gestion dans la gamme pré-étudiée, réactions du pêcheur
- Plan d'expériences + AOV, PLS

Incertitude et simulation

- Analyse de sensibilité locale (paramètre par paramètre) :
 - 2^* (Nb paramètres) simulations
 - $[Y(\min)-Y(\max)]/Y(\text{ref})$ (coefficient d'élasticité pour chaque facteur)
- Analyse de sensibilité globale : plan complet
 - $2^{(\text{Nb paramètres})}$ simulations
 - Une unique variable Y : Analyse de variance
 $\text{Var}(\text{factor})/\text{Var}(Y)$
 (coefficient de sensibilité pour chaque facteur)
 - Plusieurs variables Ys : régression multivariée
 $\text{Var}(\text{factor})/\text{Var}(Ys)$
 (coefficient de sensibilité pour chaque facteur)
- Augmenter le nombre de facteurs ou de modalités des facteurs
 (plan factoriel fractionnaire, latin hypercube,...)

MPA	Factor1	Factor2
1	1	1
1	1	0
1	0	1
1	0	0
0	1	1
0	1	0
0	0	1
0	0	0

Plan

- ① Introduction
- ② Grille d'analyse
- ③ ISIS-Fish : un exemple de modèle complexe
- ④ Exploration numérique de la pêcherie du golfe de Gascogne
- ⑤ Discussion

Analyse de sensibilité du modèle

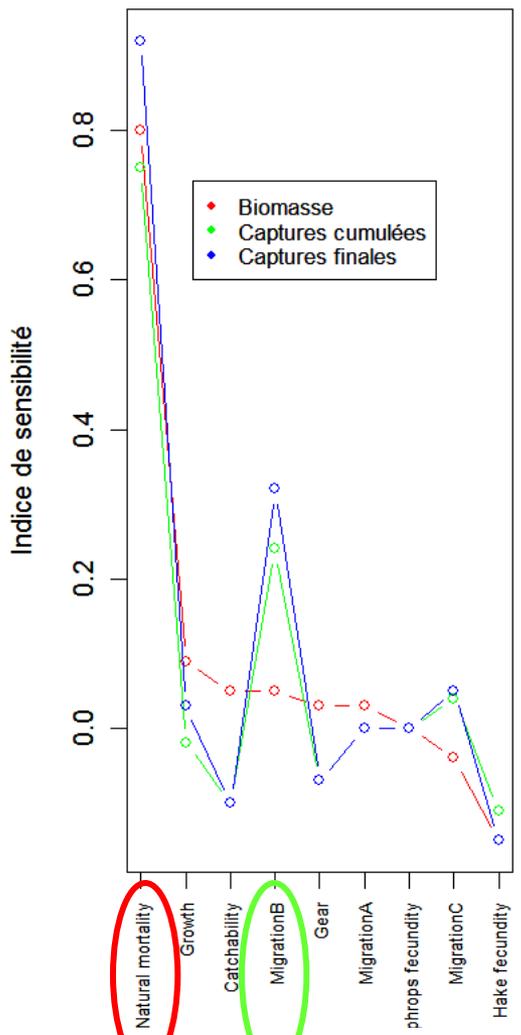
Approche « Sans gestion (situation de référence) + plan factoriel fractionnaire + AOV, ACP »

- Paramètres (+-20%) : accessibilité, coefficients de migration, reproduction, croissance, facteurs de standardisation, mortalité naturelle
- Variables de sortie: abondances finales, captures finales, captures cumulées sur 5 ans
- Plan d'expériences :
 - 106 facteurs avec 2 modalités (min,max)
 - Criblage par groupe => Nb groupes : 9
 - Estimation des interactions deux à deux : 128 expériences (simulations)
- Modèle statistique : **ACP, modèles linéaires**
 - Capture espèce ~ M+Q+F+Mig+Croissance+Effort+...+ interactions d'ordre 2
 - Biomasse espèce ~ M+Q+F+Mig+Croissance+Effort +...+ interactions d'ordre 2

Indices de sensibilité

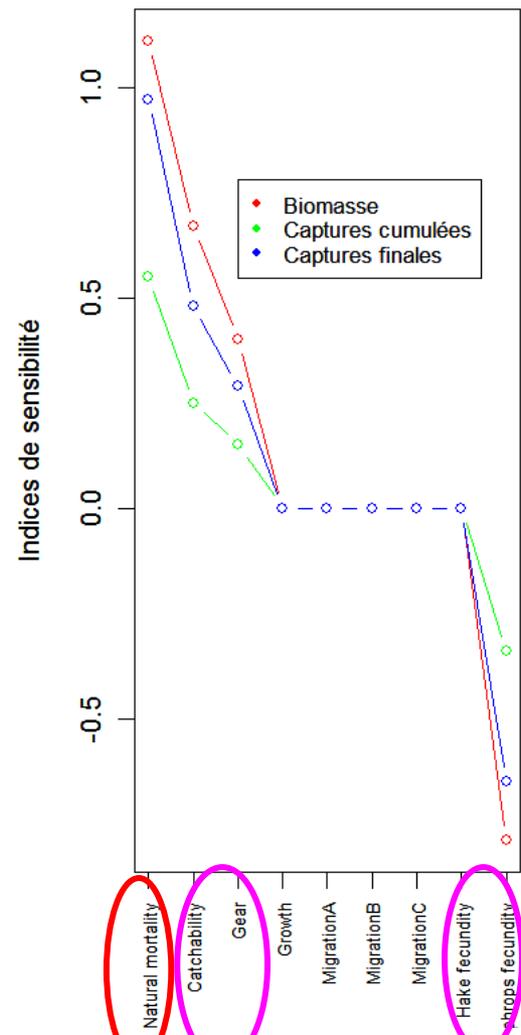
Indices de sensibilité

Merlu



S. Mahévas

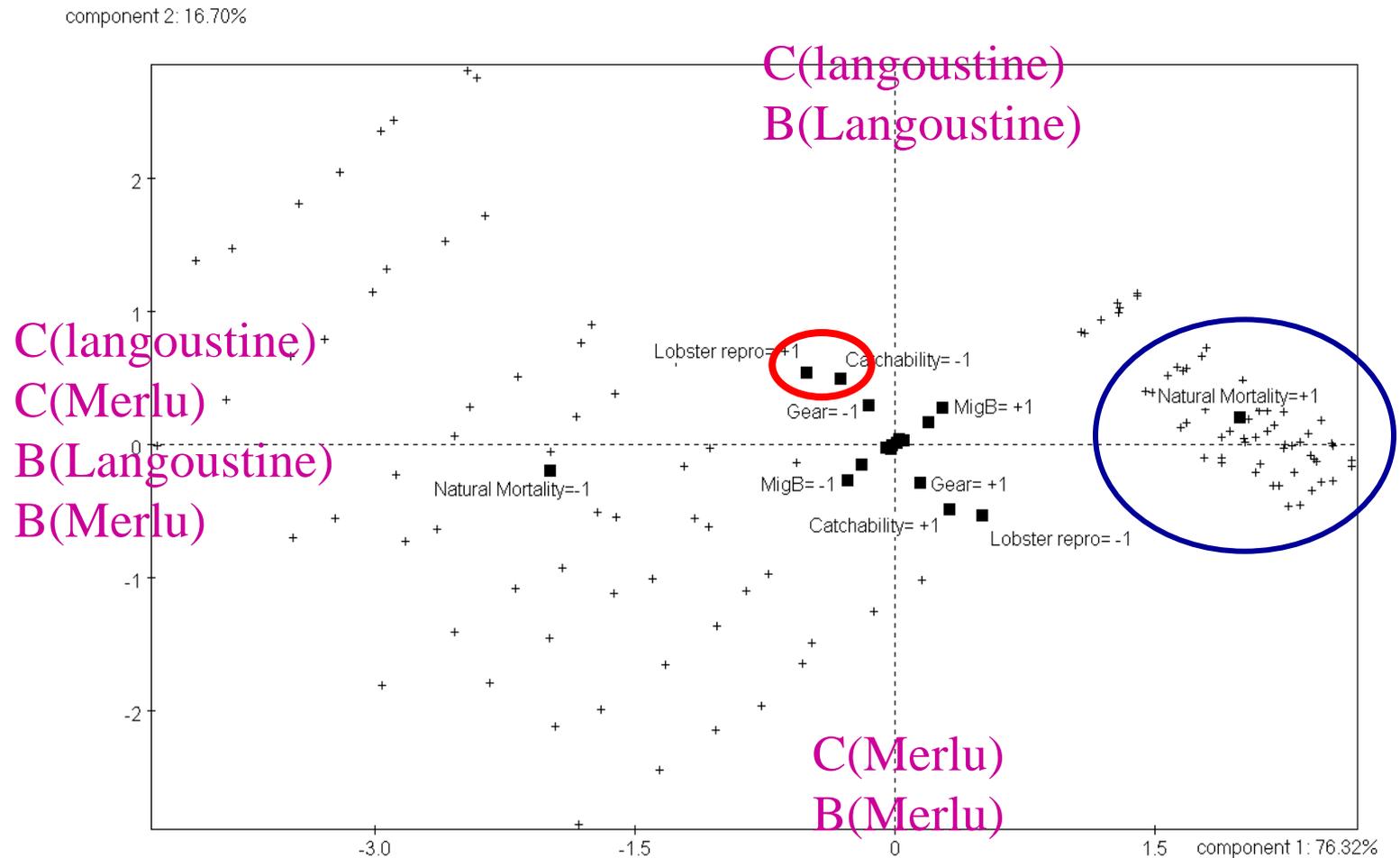
Langoustine



Grille et exemple

Aov : pas d'interaction

- Biomasses et Captures de Merlu et Langoustine
Sensibles à M
- Captures Merlu
Sensibles aux Migrations
- Biomasses et Captures de Langoustine
Sensibles à capturabilité, sélectivité et fécondité



• Individu=simulation (+)

• Var actives = sorties

• Var supplémentaires = Paramètres (□)

Pêcherie pélagique du golfe de Gascogne

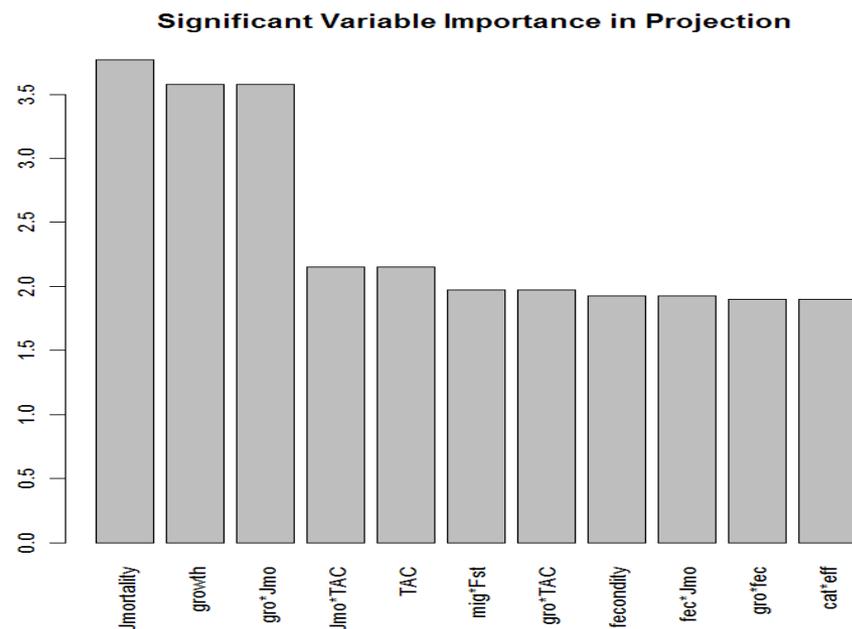


- **Dynamique de l'anchois : distribution spatiale et saisonnière**
- **Dynamique de l'activité de pêche: français et espagnols plusieurs flottilles, métiers caractérisés par leur propre distribution spatiale saisonnière**
- **Réglée par TAC**
- **Fermée depuis 2005**
- **ISIS-FISH calibré sur la période 2000-2004 avec les données de captures**
- **Evaluer l'impact de mesures de gestion alternatives au TAC sur la période 2000-2007 : 2 aires marines protégées (AMP)**
- **Identifier les processus et paramètres clés du modèle**
- **Evaluer l'impact de la réaction des pêcheurs : 2 schémas de réallocation de l'effort de pêche**

Analyse de sensibilité

Approche « Gamme de réglemmentations + plan factoriel fractionnaire + PLS »

- Évaluer la sensibilité conjointe du paramétrage de la gestion et du modèle de pêche-population
 - Choix des mesures de gestion envisagées (Variables de contrôle)
 - « group screening » + plans factoriels fractionnaires + PLS



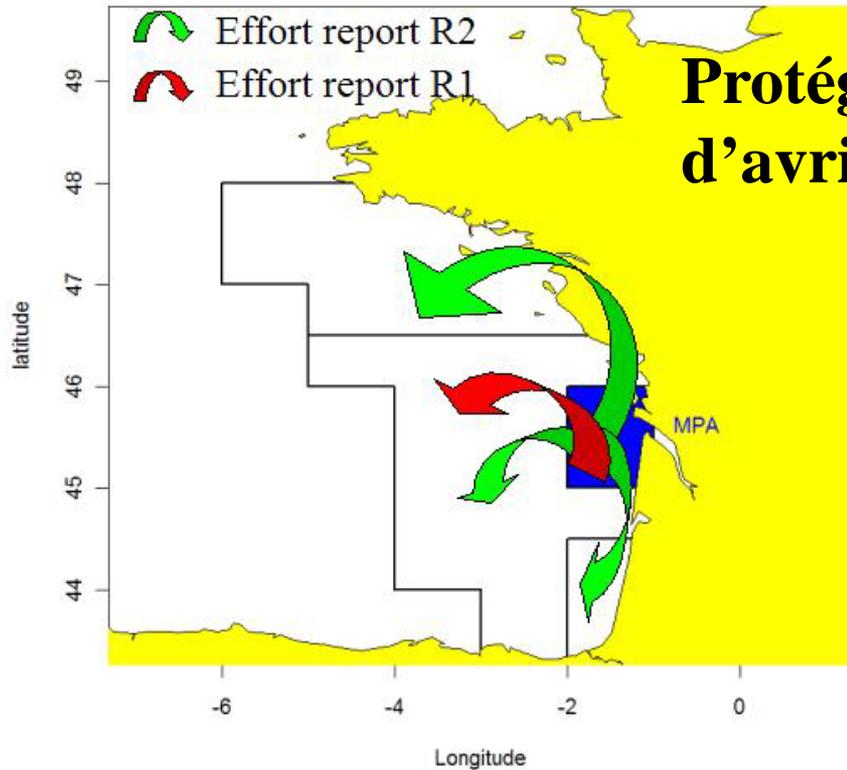
Robustesse à la réaction des pêcheurs

Affiner le diagnostic d'impact des mesures en intégrant l'incertitude des paramètres sensibles :

- Conserver les paramètres sensibles incertains : croissance + mortalité naturelle
- Tester plus de combinaisons de paramétrages de mesures en évaluant la sensibilité à la réaction des pêcheurs
- Evaluer les effets principaux des mesures quotas, AMP conditionnellement à différents choix de paramétrage et à la réaction des pêcheurs,
 - pas d'AMP/AMP [type*réaction du pêcheurs]

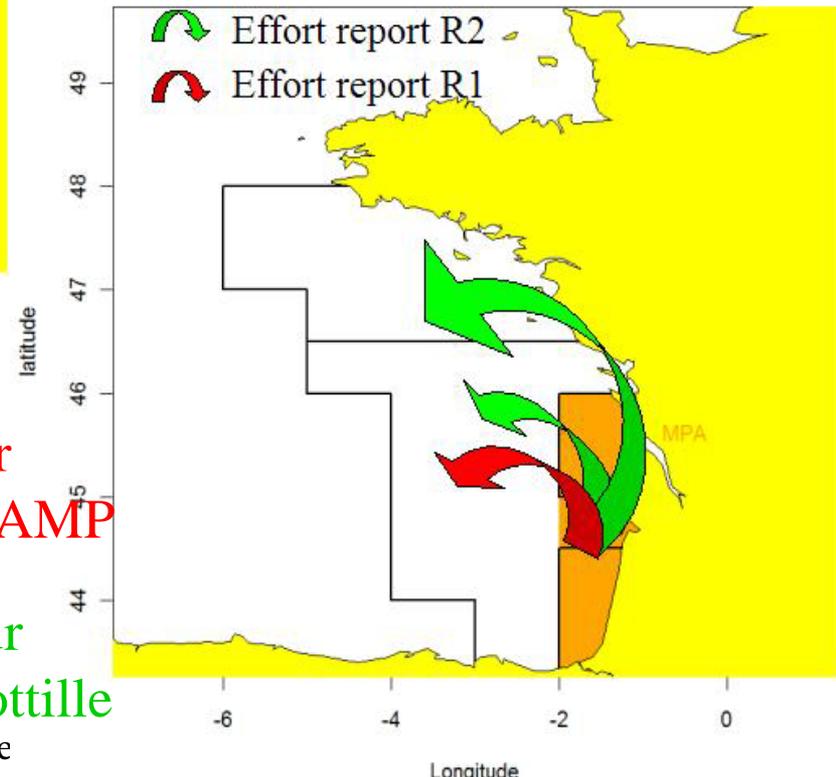
$Y = \text{PasAMP} + \text{AMP} / [\text{type} * \text{Ramp}] + M + Cr)^2$ – modèle aov

Analyse de sensibilité des mesures



**Protéger les adultes
d'avril à juillet**

**Protéger les juvéniles
d'août à décembre**



R1 = effort de pêche réallooué sur
les métiers pratiqués autour de l'AMP

R2 = effort de pêche réallooué sur
tous les métiers possibles de la flottille

Plans de simulations

$$\left[\begin{array}{llll} \text{AMP} = \text{adultes} & \text{Réaction 1} & \text{Fecondité +} & \text{Mortalité +} \\ \text{AMP} = \text{juvéniles} & \text{X} & \text{Fecondité 0} & \text{Mortalité 0} \\ \text{pasAMP} & \text{Réaction 2} & \text{Fecondité -} & \text{Mortalité -} \end{array} \right] + \text{TAC}$$

Plan complet : 45 simulations

SimNum	MPA	Reaction	Fecundity	Mnat
1	Adultes	2	0	-1
2	Adultes	1	0	1
3	Adultes	1	0	0
4	Adultes	1	0	-1
5	pasAMP	0	0	1
6	pasAMP	0	0	0
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

un extrait du plan

Sensibilité à la réaction des pêcheurs

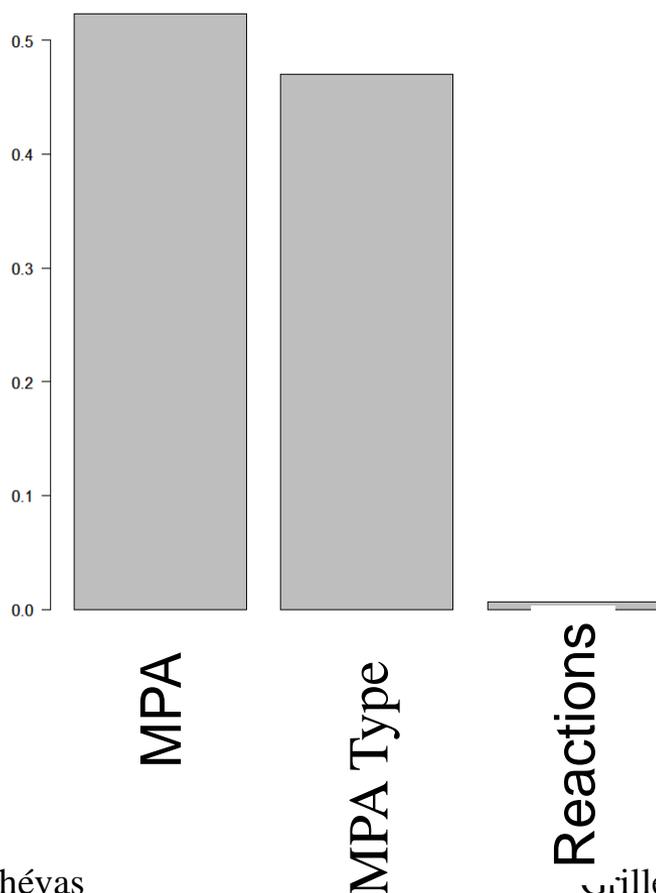
Ajustement d'un modèle d'analyse de variance hiérarchique pour évaluer :

- Effet AMP (AMP - pasAMP)
- Effet type d'AMP : protection des juvéniles ou des adultes
- Effet réaction des pêcheurs quelque soit le type d'AMP (réallocation de l'effort autour de la zone ou sur toute la pêcherie)

aov(biomasse7~pasAMP + AMP /(JuvMat+Réaction))

Coefficients de sensibilité

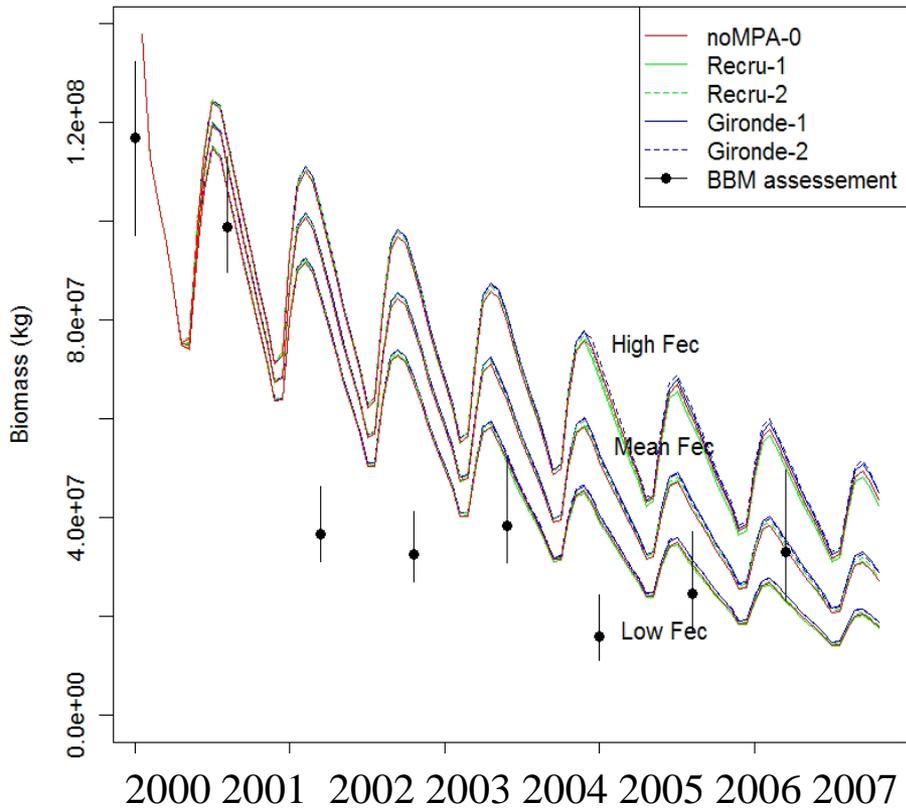
	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
MPANoMPA	1	9.31E+11	9.31E+11	23.7071	0.008226	**
MPANoMPA:JuvMat	1	8.35E+11	8.35E+11	21.2788	0.009934	**
MPANoMPA:Reaction	1	1.19E+10	1.19E+10	0.3044	0.610497	



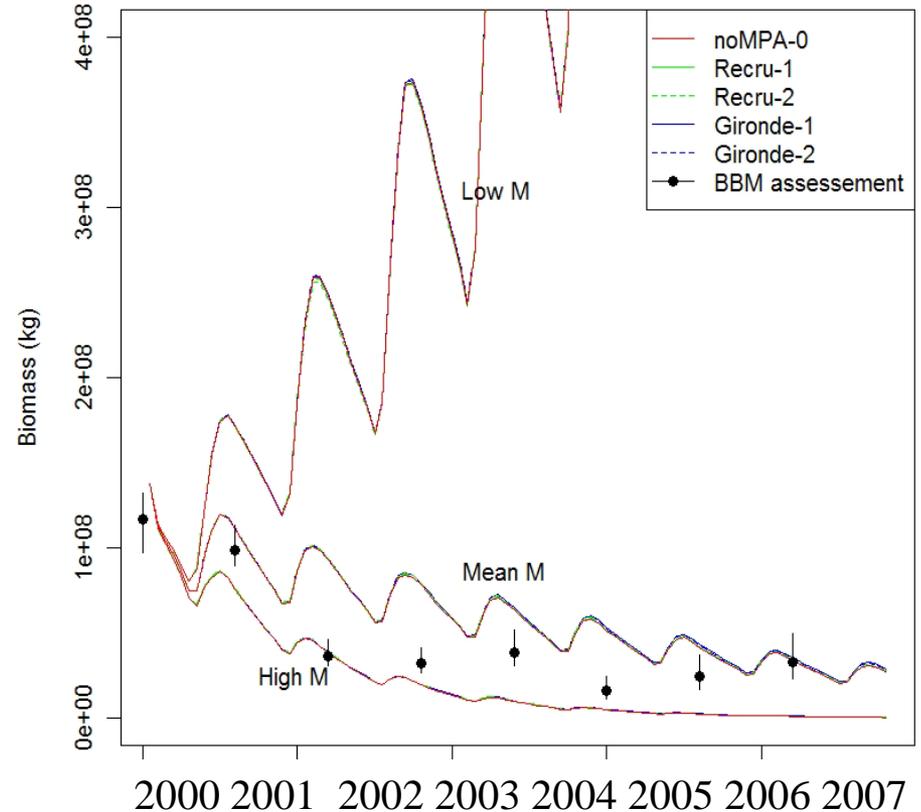
- L'effet le plus important est l'AMP suivi du type d'AMP
- l'effet réaction n'est pas sensible

Pronostic et incertitude

Biomasse ~ fécondité

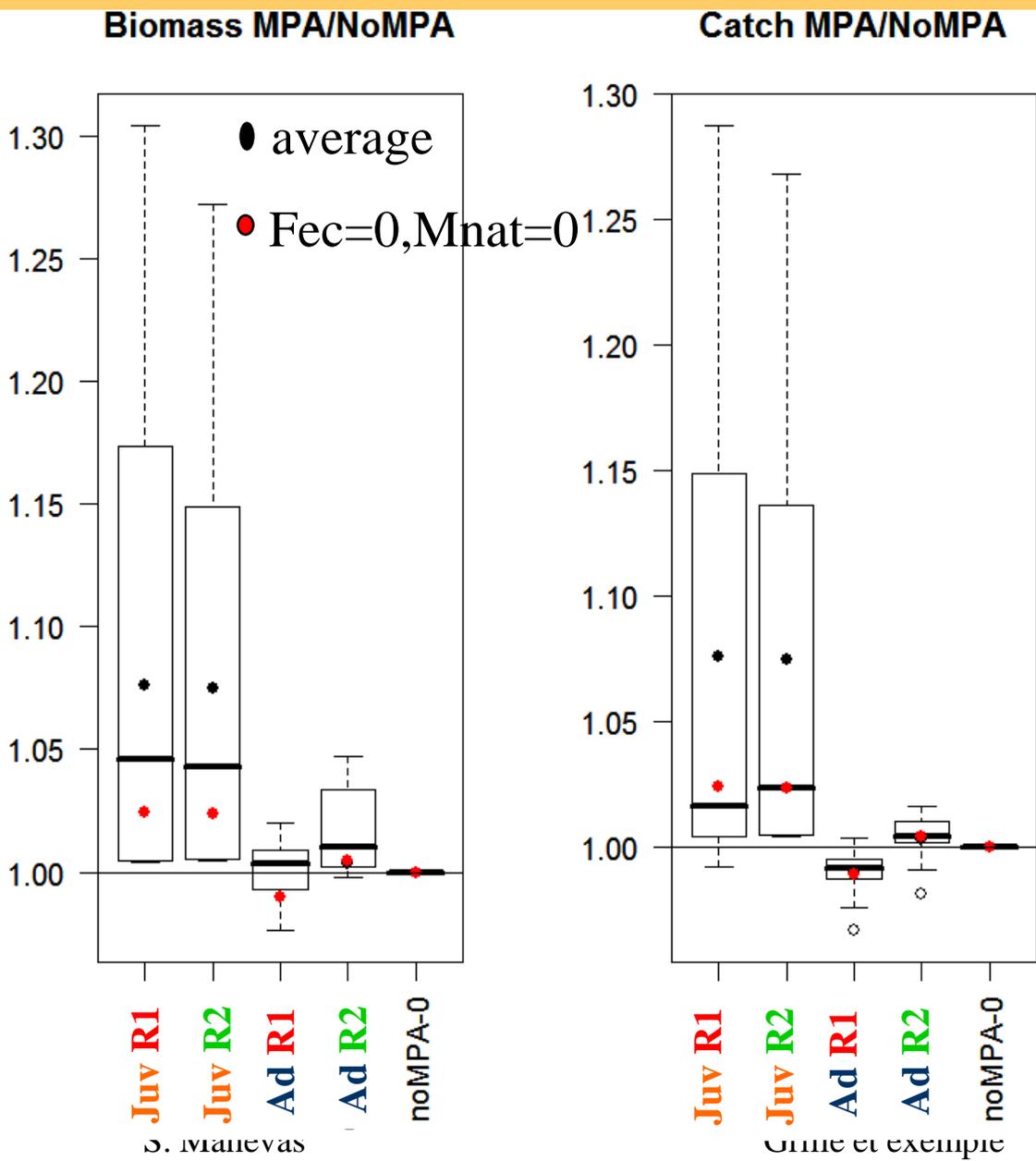


Biomasse ~ mortalité naturelle



- En moyenne, la biomasse d'anchois décroît quel que soit le scénario et la réaction des pêcheurs
- L'incertitude autour de la fécondité n'altère pas la décroissance de la biomasse
- Une faible mortalité naturelle entraîne une croissance de la biomasse

Robustesse à la réaction des pêcheurs - décision



Protéger les juvéniles permet d'augmenter la biomasse et les captures

Protéger les adultes fait décroître la biomasse et les captures lorsque les pêcheurs réallouent leur effort de pêche autour l'AMP mais les fait augmenter lorsque qu'ils le réallouent sur toute la pêcherie

Protéger les matures est plus risqué que protéger les juvéniles

Au regard des incertitudes sur la mortalité naturelle et la fécondité

Plan

- ① Introduction
- ② Grille d'analyse
- ③ ISIS-Fish : un exemple de modèle complexe
- ④ Exploration numérique de la pêcherie du golfe de Gascogne
- ⑤ Discussion**

Discussion

- affiner l'exploration du domaine de variation des inputs (domaine continu, non linéarité, corrélations entre facteurs)
- affiner l'exploration des sorties multiples, indicateurs
- hypothèses du couple plan*modèle statistique
- exploration séquentielle, adaptative
- aide à la décision

Copyrights MEXICO 2009 ©

Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document under the terms of the GNU Free Documentation License, Version 1.3 or any later version published by the Free Software Foundation ; with no Invariant Sections, no Front-Cover Texts, and no Back-Cover Texts. A copy of the license is included in the section entitled "GNU Free Documentation License".

see <http://www.gnu.org/licenses/fdl.html>