

# Évaluer l'impact d'aires marines protégées sur la dynamique de pêcheries mixtes : Développement d'indicateurs et application à la pêche pélagique du Golfe de Gascogne

Présentation du sujet et premiers éléments de réponse

Sigrïd Lehuta

IFREMER, EMH

Stéphanie Mahévas

Pascal Le Floc'h

Pierre Petitgas

Dominique Pelletier



# Évaluer l'impact d'aires marines protégées sur la dynamique de pêcheries mixtes : Développement d'indicateurs et application à la pêche pélagique du Golfe de Gascogne

Présentation du sujet et premiers éléments de réponse

Sigrïd Lehuta

IFREMER, EMH

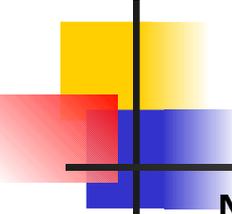
Stéphanie Mahévas

Pascal Le Floc'h

Pierre Petitgas

Dominique Pelletier





# Problématique

---

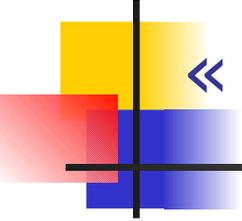
Nécessité d'établir des diagnostics quantitatifs et de fournir des éléments d'orientation pour la gestion

- Comment quantifier l'impact des mesures de gestion (en particulier spatialisées) sur les différents éléments d'une pêcherie ?
- Quels processus aboutissent à un effet des mesures de gestion ?

➔ Modèles et Indicateurs

Application : la pêcherie pélagique du GdG





# « Indicateurs de pêche » ???

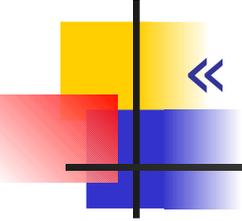
---

« One of the biggest obstacles to establish a set of practical & effective indicators, is the issue of definition & terminology » IEEP, 2003

## Quelques définitions :

Indicateur : une fonction d'observations, dont la valeur indique l'état ou la dynamique présente du système d'intérêt (FAO 1999).





## « Indicateurs de pêche » ???

---

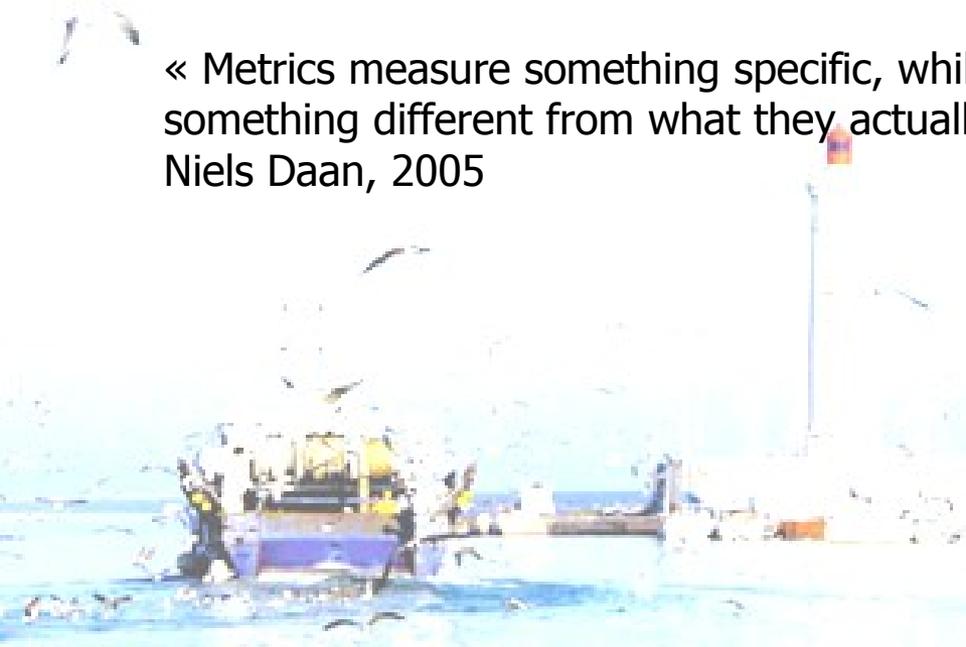
« One of the biggest obstacles to establish a set of practical & effective indicators, is the issue of definition & terminology » IEEP, 2003

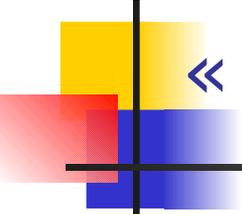
### Quelques définitions :

Indicateur : une fonction d'observations, dont la valeur indique l'état ou la dynamique présente du système d'intérêt (FAO 1999).

« Metrics measure something specific, while indicators are supposed to tell us something different from what they actually measure »

Niels Daan, 2005





# « Indicateurs de pêche » ???

---

« One of the biggest obstacles to establish a set of practical & effective indicators, is the issue of definition & terminology » IEEP, 2003

## Quelques définitions :

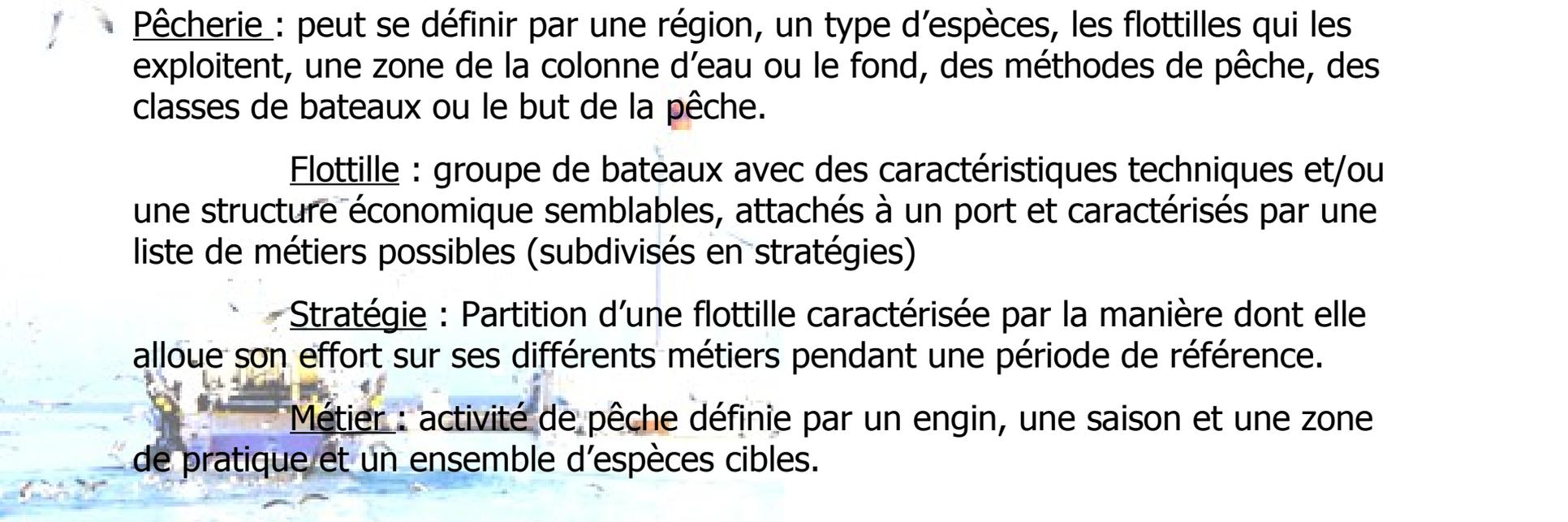
Indicateur : une fonction d'observations, dont la valeur indique l'état ou la dynamique présente du système d'intérêt (FAO 1999).

Pêche : peut se définir par une région, un type d'espèces, les flottilles qui les exploitent, une zone de la colonne d'eau ou le fond, des méthodes de pêche, des classes de bateaux ou le but de la pêche.

Flottille : groupe de bateaux avec des caractéristiques techniques et/ou une structure économique semblables, attachés à un port et caractérisés par une liste de métiers possibles (subdivisés en stratégies)

Stratégie : Partition d'une flottille caractérisée par la manière dont elle alloue son effort sur ses différents métiers pendant une période de référence.

Métier : activité de pêche définie par un engin, une saison et une zone de pratique et un ensemble d'espèces cibles.



# Indicateurs de quoi ??? Sur quoi ???

## Représentation du système

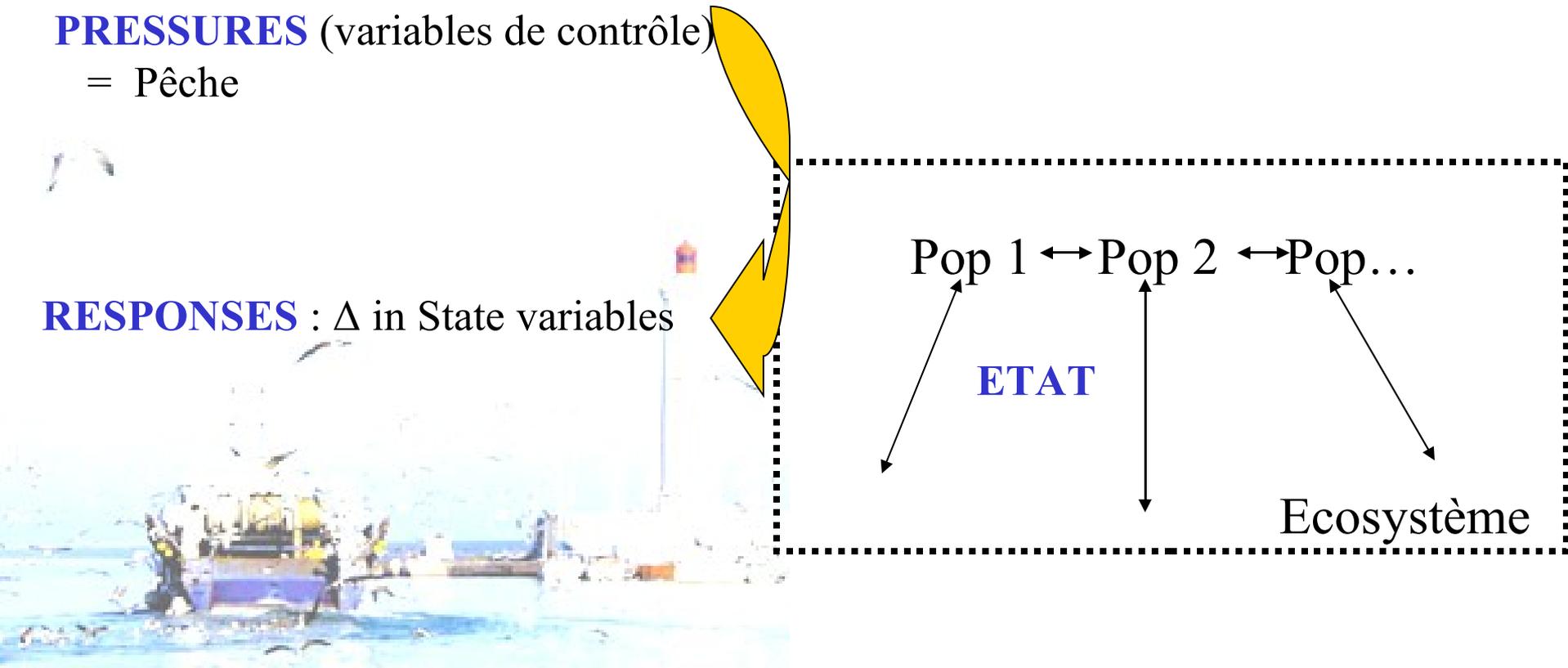
**PRESSURES** (variables de contrôle)  
= Pêche

**RESPONSES** :  $\Delta$  in State variables

Pop 1 ↔ Pop 2 ↔ Pop...

**ETAT**

Ecosystème



# Indicateurs de quoi ??? Sur quoi ???

## Management objectifs

**PRESSURES** (variables de contrôle)

= mesures de gestion :  
TAC, restriction d'effort, MPAs...  
caractérisées par des niveaux,  $\Delta$ , surfaces...

**RESPONSES** :  $\Delta$  in State variables

Représentation du système

**Pêche**rie

Strategy1 ↔ Strategy2 ↔ Strategy...

Pop 1 ↔ Pop 2 ↔ Pop...

**ETAT**

Ecosystème



# Des variables d'état aux indicateurs

## State / Dynamic

Dimensions  
du système

**Populations**

Observed

N, R, SSB...

Not observed

pop growth rate...

**Métiers**

Observed

Effort, Catches ...

Not observed

F, CPUE...

**Strategies**

Observed

Effort, Number of vessels...

Not observed

Fishing capacity, Capital depreciation...

State variables may be observed at **various scales** : population, length size, area, time step...

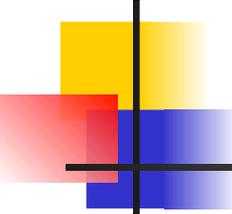
**Variables d'état** sensibles aux **Pressions**



**Responses** significatives



**INDICATEURS** potentiels



# Des variables d'état aux indicateurs

---

- Approche empirique

## Questions :

Quelles sont les conséquences de différents scénarios de gestion ?

Ces métriques répondent-elles de manière exclusive aux mesures de gestion ?

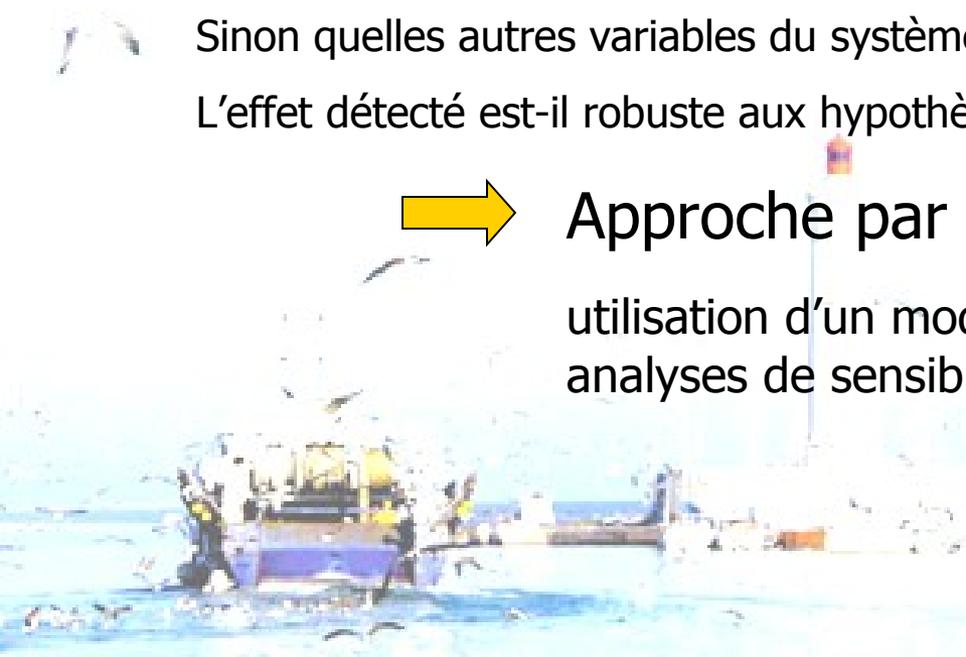
Sinon quelles autres variables du système les influencent ?

L'effet détecté est-il robuste aux hypothèses faites lors du calcul de la métrique ?



## Approche par simulations

utilisation d'un modèle exploratoire, plan d'expériences, analyses de sensibilité et d'incertitude



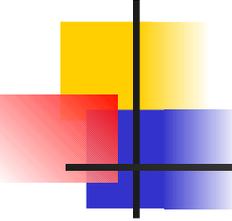
# Évaluation de la pertinence d'aires marines protégées pour la pêche anchois du Golfe de Gascogne: Analyse de sensibilité et simulations

Sigrid Lehuta

Stéphanie Mahévas Pierre Petitgas

Avec la précieuse collaboration de Mostafa Qannari et Jean-Pierre Gauchi





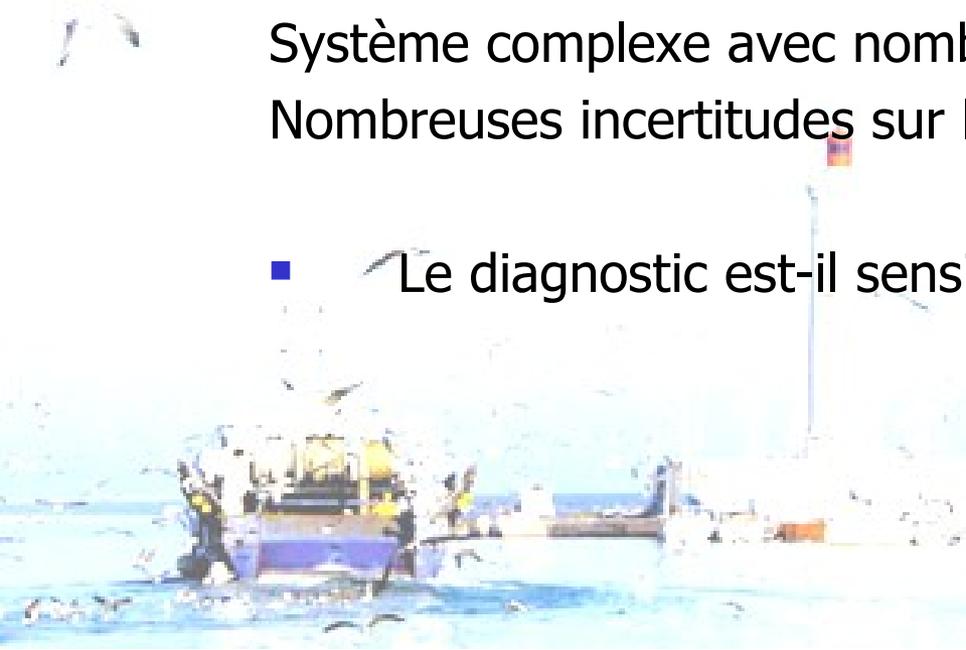
# Problématique

---

- Quels sont les processus déterminants pour la dynamique de la pêcherie ?
- Quelles sont les mesures de gestion pertinentes pour la restauration de l'anchois ?

Systeme complexe avec nombreuses interactions -> Modèle  
Nombreuses incertitudes sur les paramètres et les processus

- Le diagnostic est-il sensible à ces incertitudes ?



# Modèle

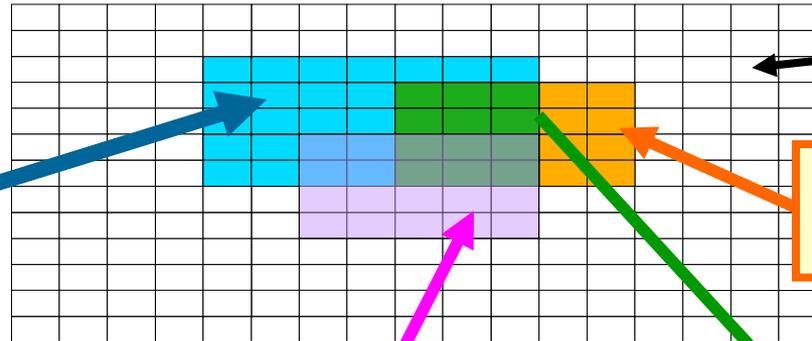


De la pêche pélagique du GdG

From fishing effort to fishing mortality...

Each month:

Effort(métier1, métier zone1)

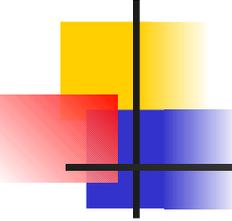


Abundance (pop1, pop zone1, class)

Abundance (pop2, pop zone2, class)

FishingMortality (pop1, pop zone1, class, métier1)

- Catch(pop1, pop zone1, class, métier1)
- Catch(pop2, pop zone2, class, métier1)
- GrossValueLandings(strategy, métier1)
- NetRevenue(strategy, métier1)
- CrewShareRevenue (strategy,métier1)
- VesselMargin(strategy)
- OwnerMargin(strategy)
- ...



# Analyse de sensibilité

---

Quantifier l'implication de différentes sources de variation dans les variations des sorties d'un modèle

Déterminer dans quelle mesure le modèle dépend des informations dont il est nourri

Saltelli, 2000

## ■ Variables d'entrée

2 types :

- Paramètres du modèle : ~100 paramètres

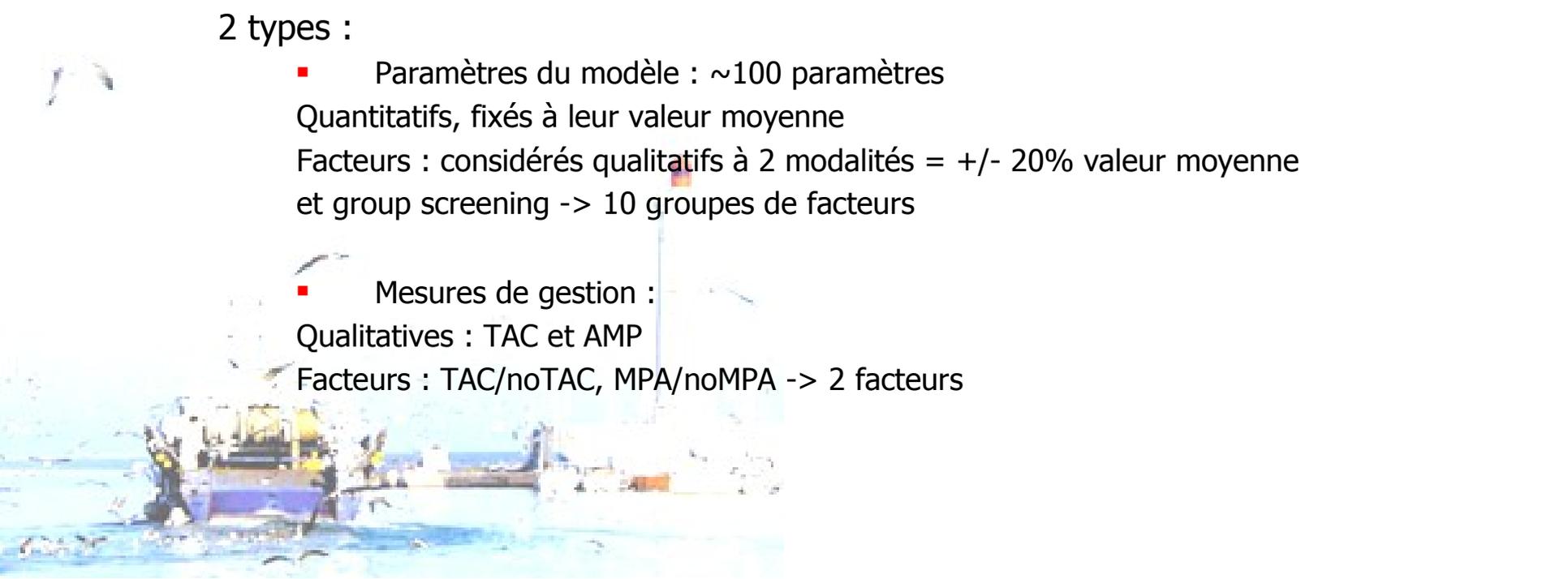
Quantitatifs, fixés à leur valeur moyenne

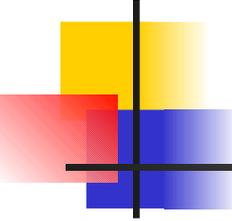
Facteurs : considérés qualitatifs à 2 modalités = +/- 20% valeur moyenne et group screening -> 10 groupes de facteurs

- Mesures de gestion :

Qualitatives : TAC et AMP

Facteurs : TAC/noTAC, MPA/noMPA -> 2 facteurs





# Analyse de sensibilité

---

- Variables de sortie :

Biomasse et captures cumulées de la 5ème et 8ème année de simulation

- Présupposé : relation input/output linéaire

- Plan d'expérience :

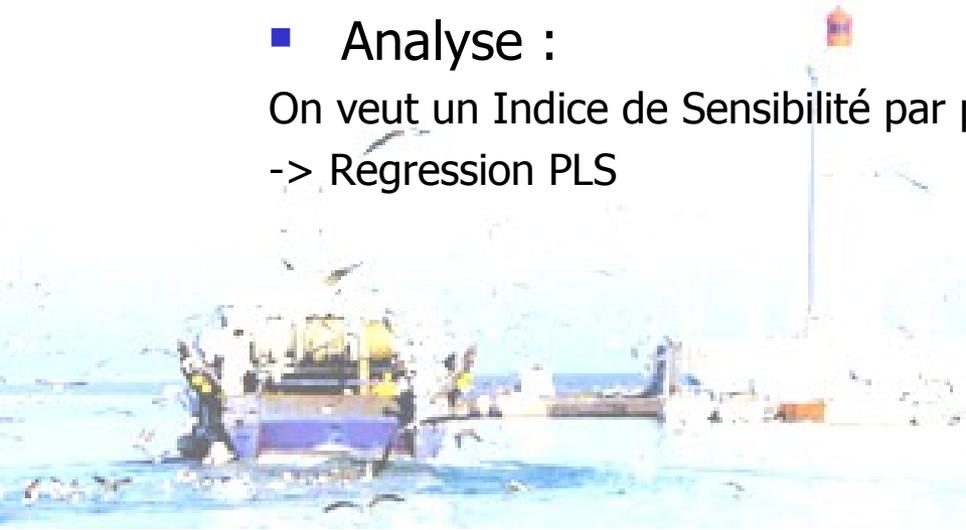
On veut estimer les interactions

-> plan factoriel fractionnaire de résolution V : 256 simulations

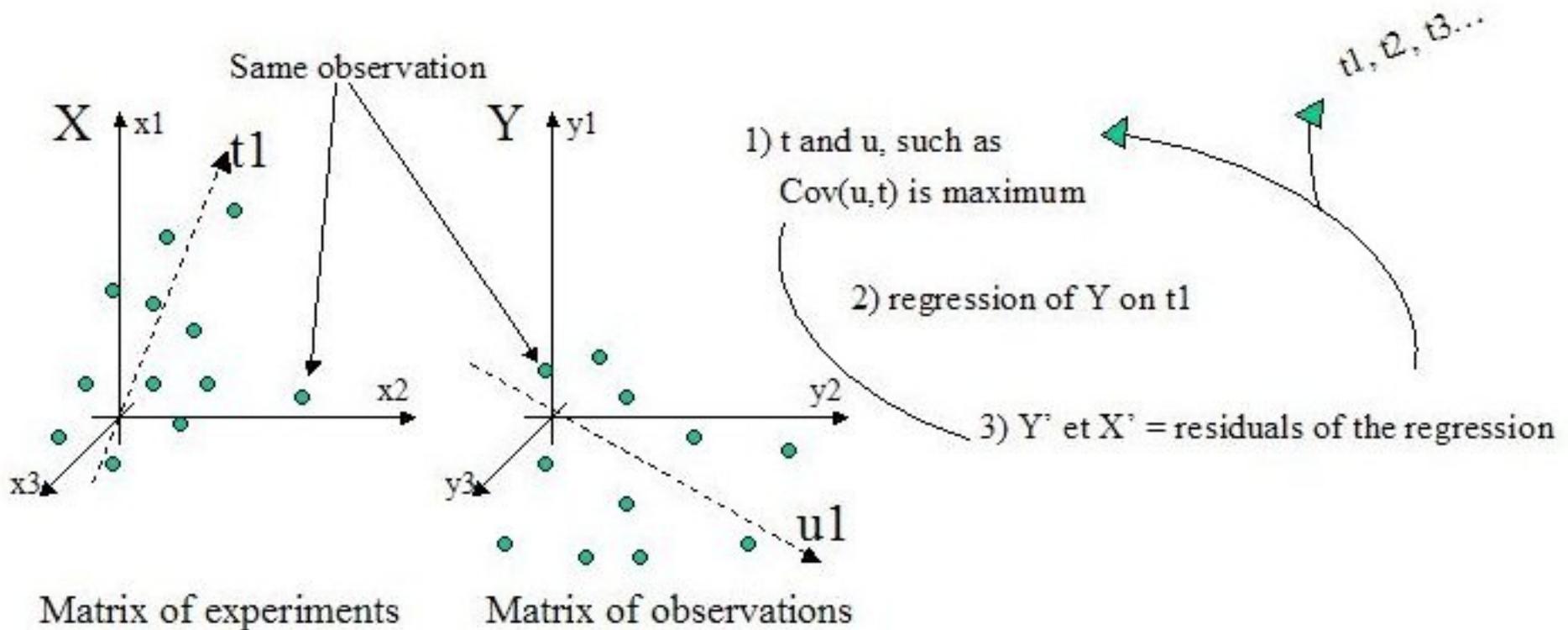
- Analyse :

On veut un Indice de Sensibilité par paramètre qui tient compte de toutes les sorties

-> Regression PLS

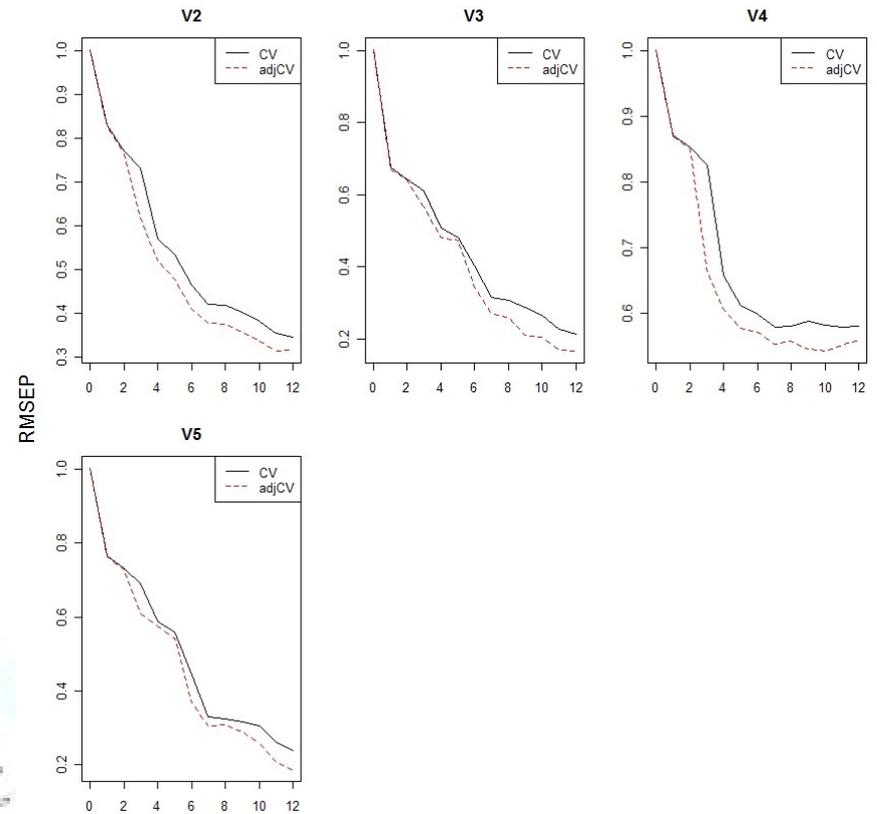
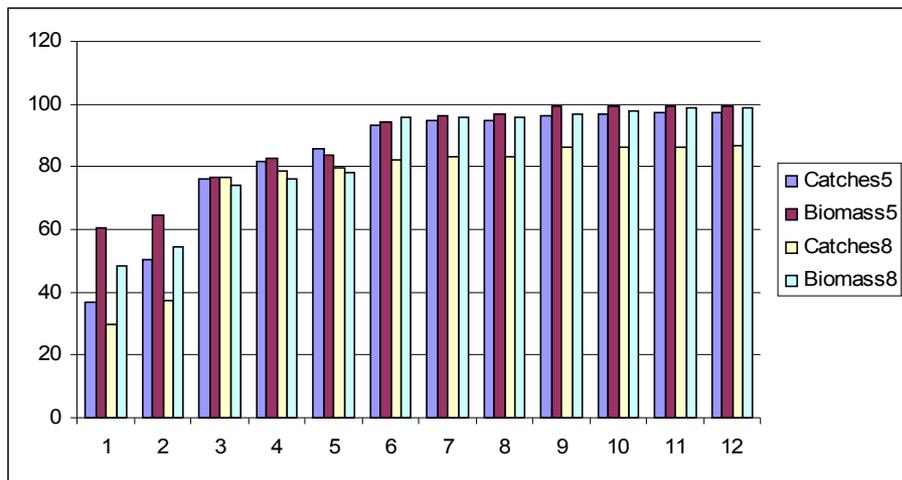


# Régression PLS



# Résultats (1) : Axes PLS

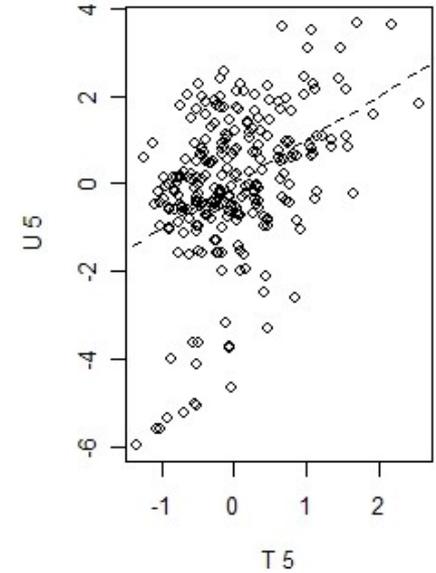
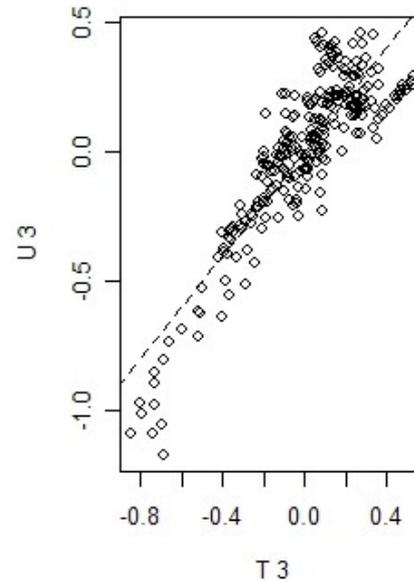
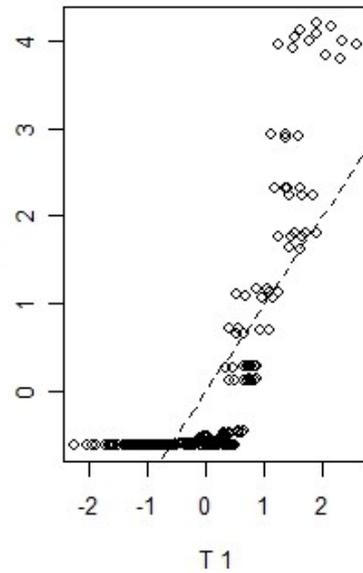
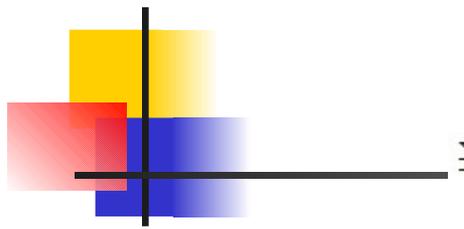
## Variance expliquée ou RMSEP



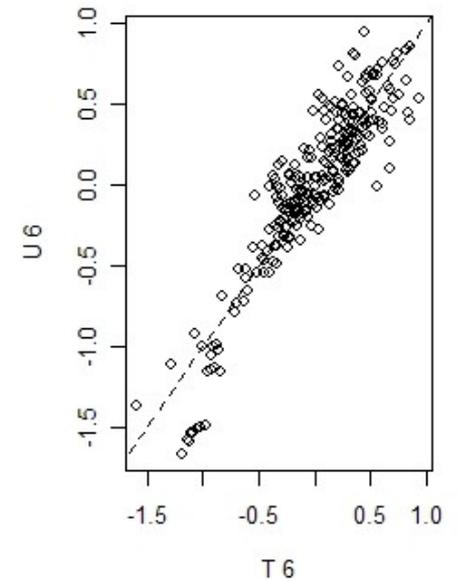
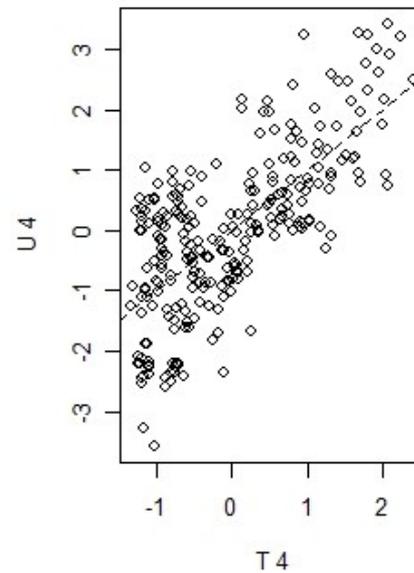
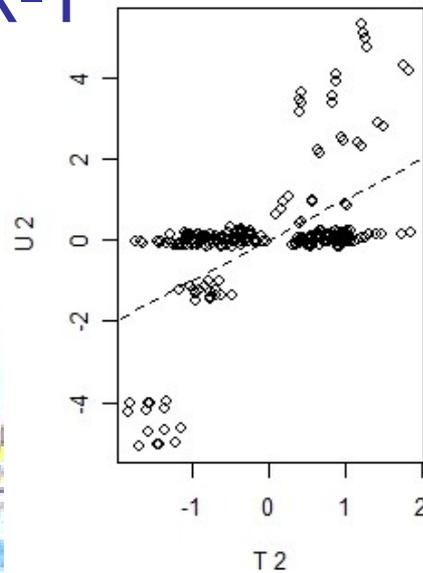
number of components



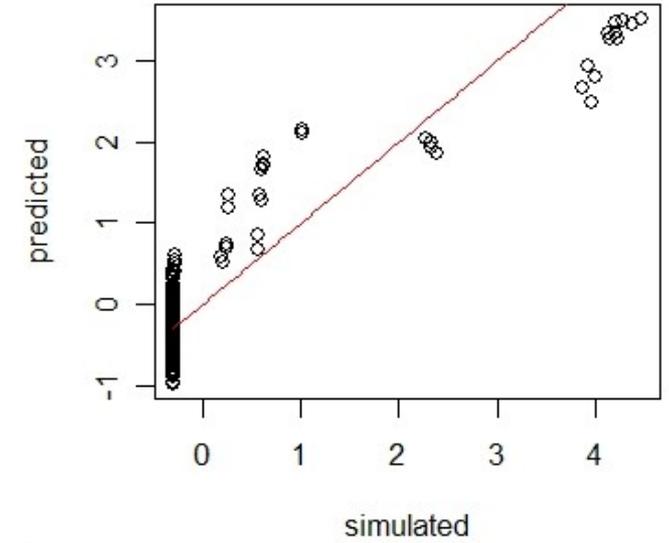
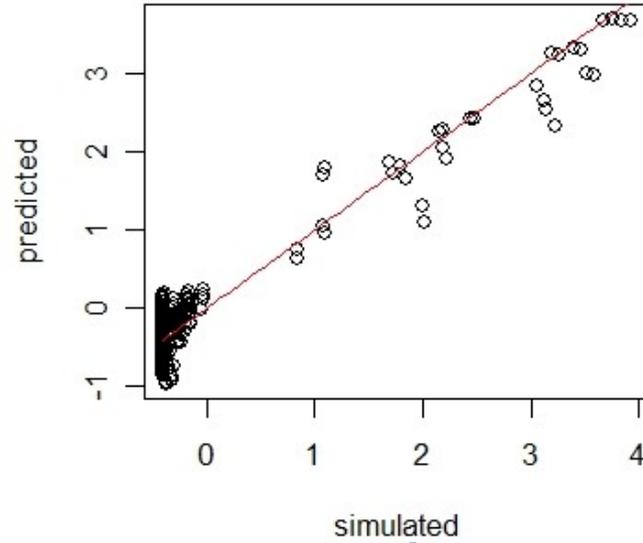
# *U against T : correlation structure between X and Y*



## Résultats (1') : Axes PLS et structure de correlation X-Y

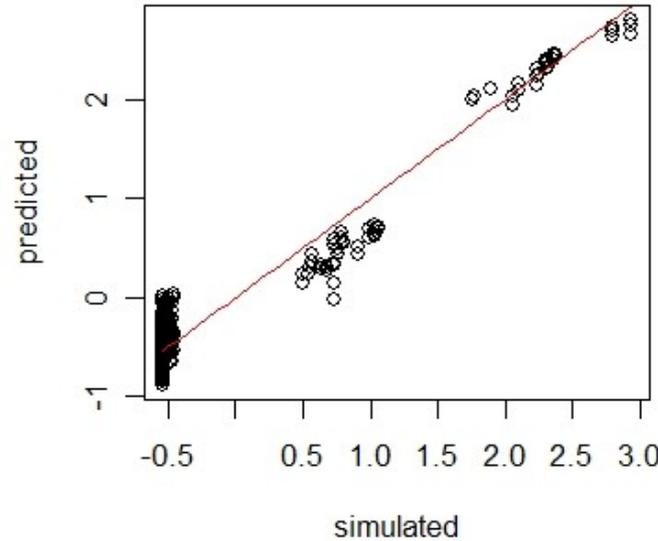


***Predicted with (6 comp) against simulated***  
Catches 5th year(kg)                      Catches 8th year(kg)

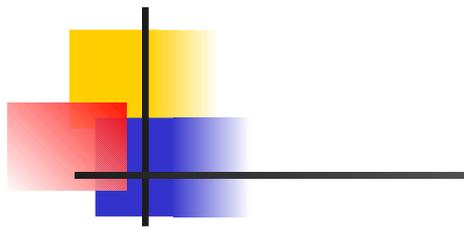
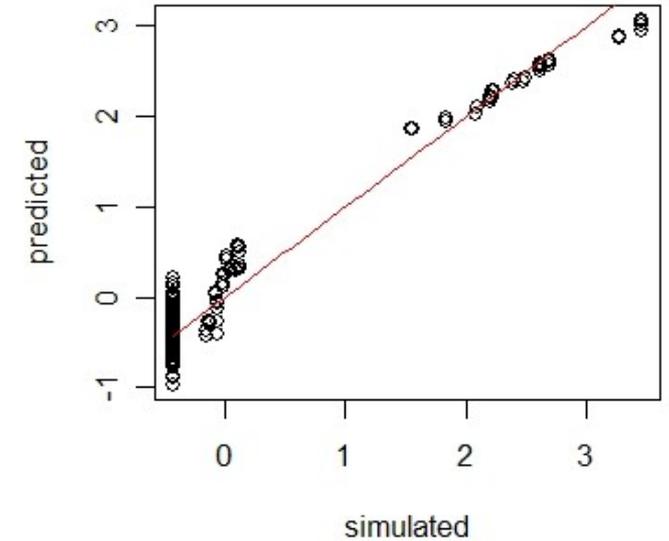


## Résultats (2) : structure de corrélation X-Y

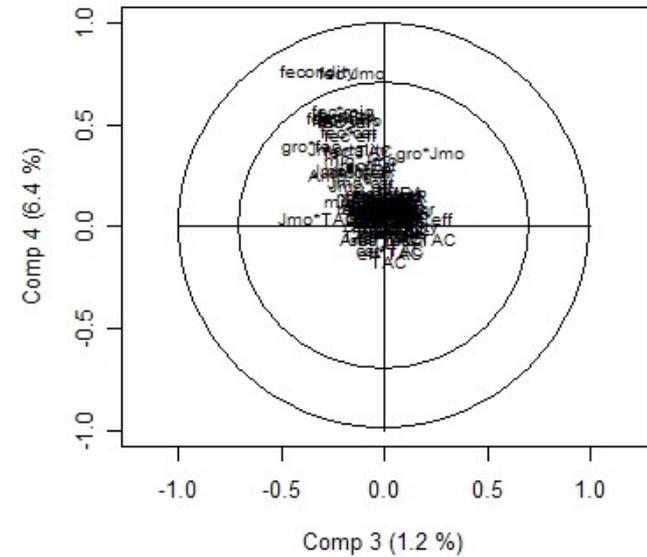
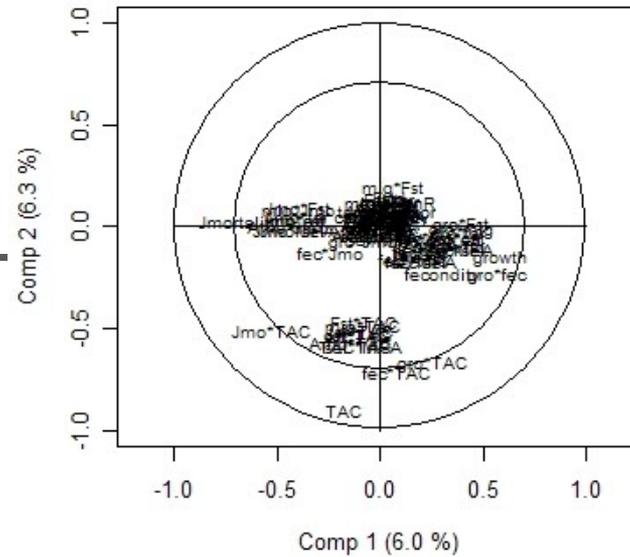
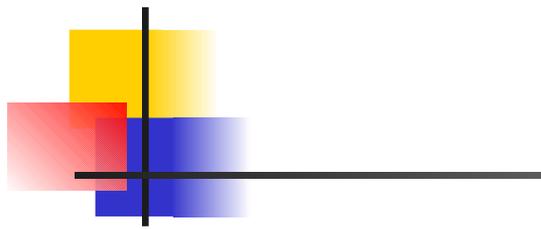
**Biomass 5th year(kg)**



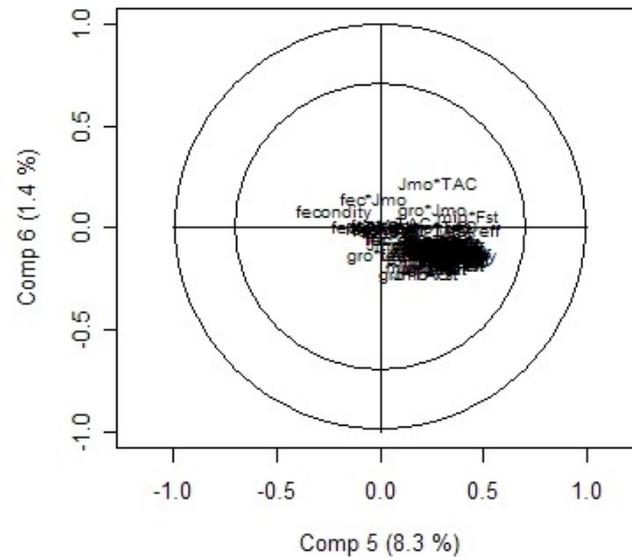
**Biomass 8th year(kg)**



## Correlation plot of the first 6 latent variables



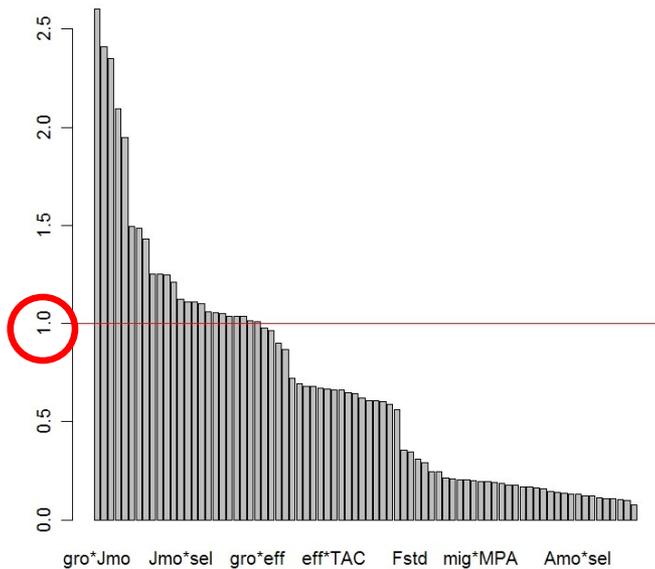
## Résultats (3) : corrélation axes PLS-X



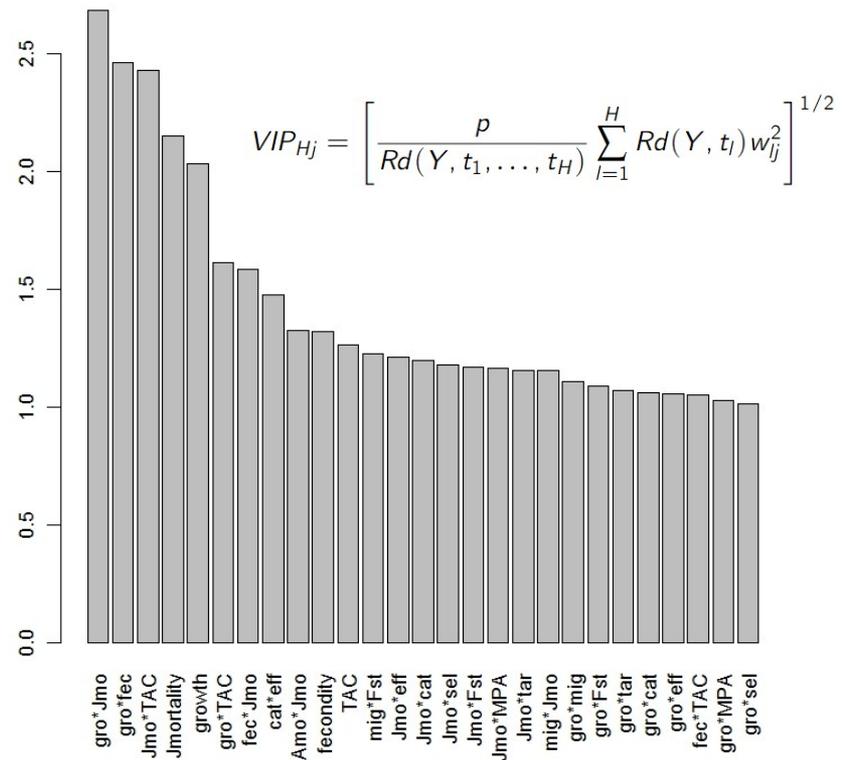
# Résultats (4) : Indices de sensibilité

- Classiquement les coefficients de la régression
- Ici Variable Importance in Projection (VIP)

Variable Importance in Projection

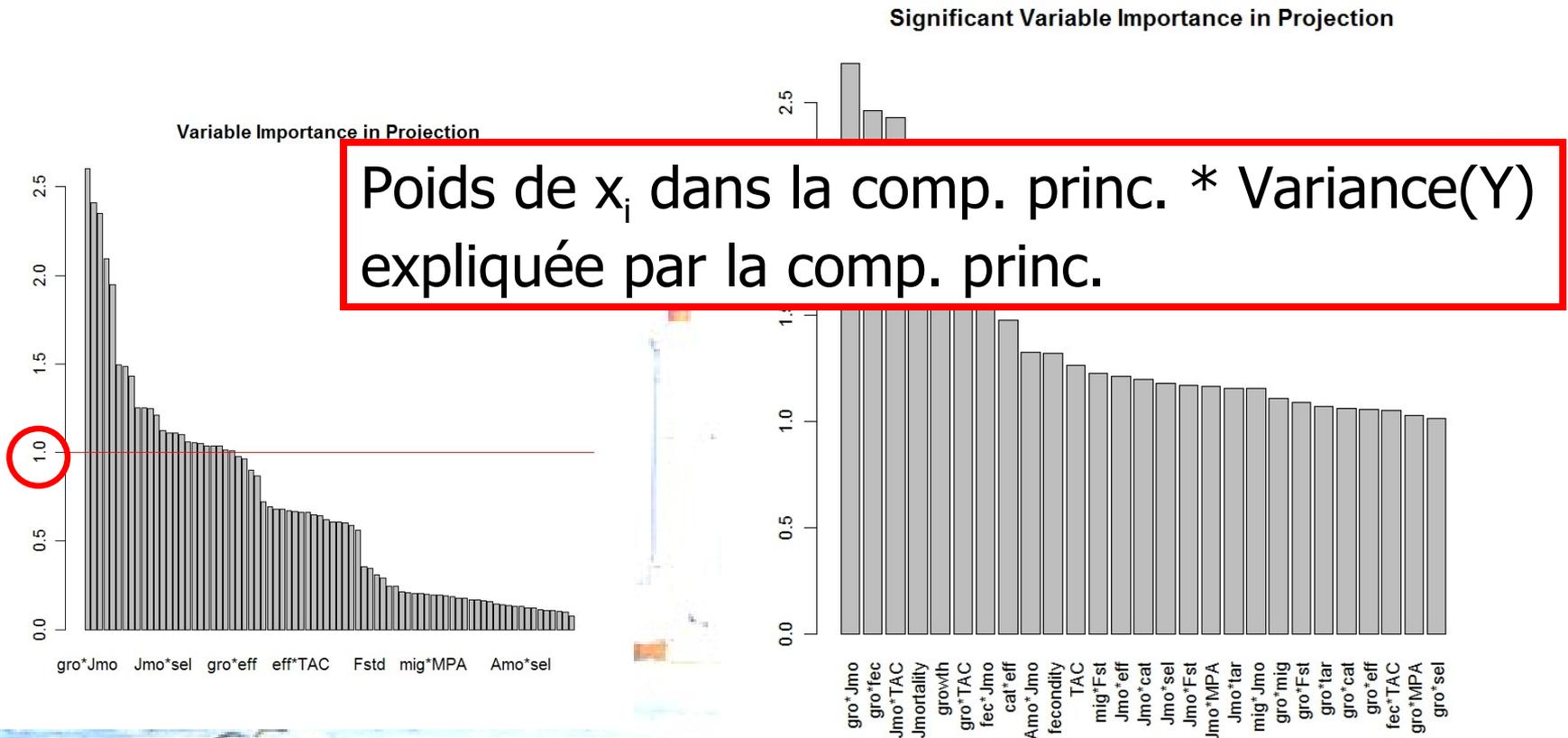


Significant Variable Importance in Projection



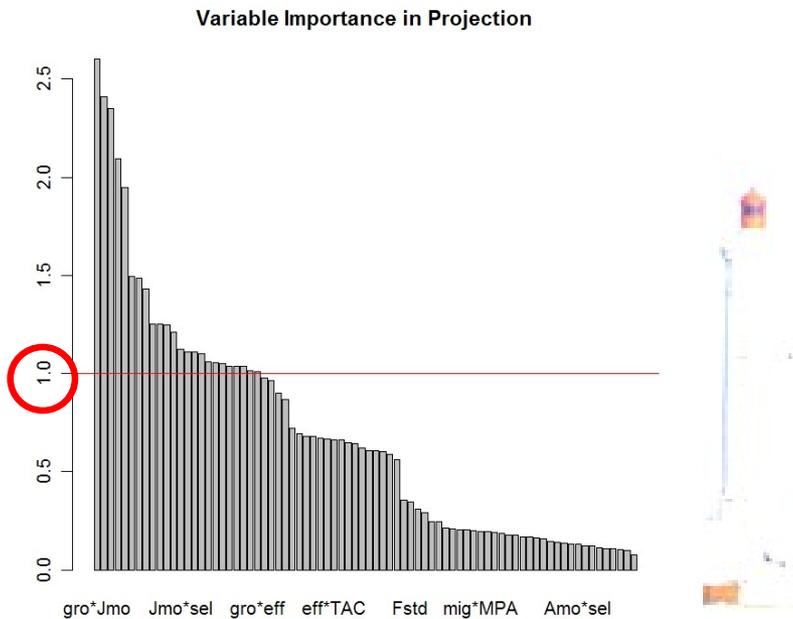
# Résultats (4) : Indices de sensibilité

- Classiquement les coefficients de la régression
- Ici Variable Importance in Projection (VIP)

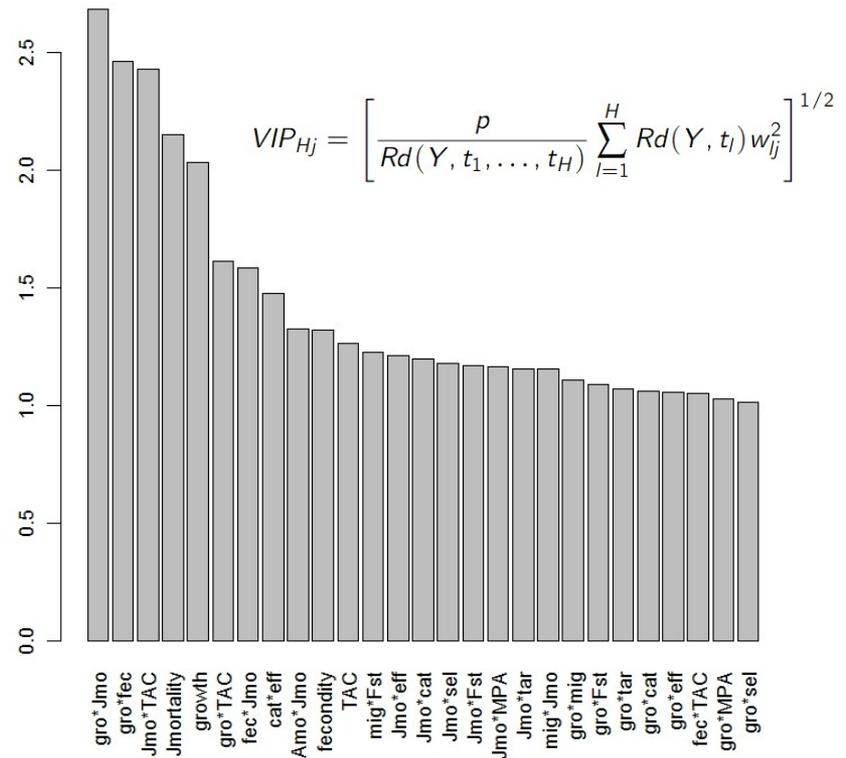


# Résultats (4) : Indices de sensibilité

- Classiquement les coefficients de la régression
- Ici Variable Importance in Projection (VIP)

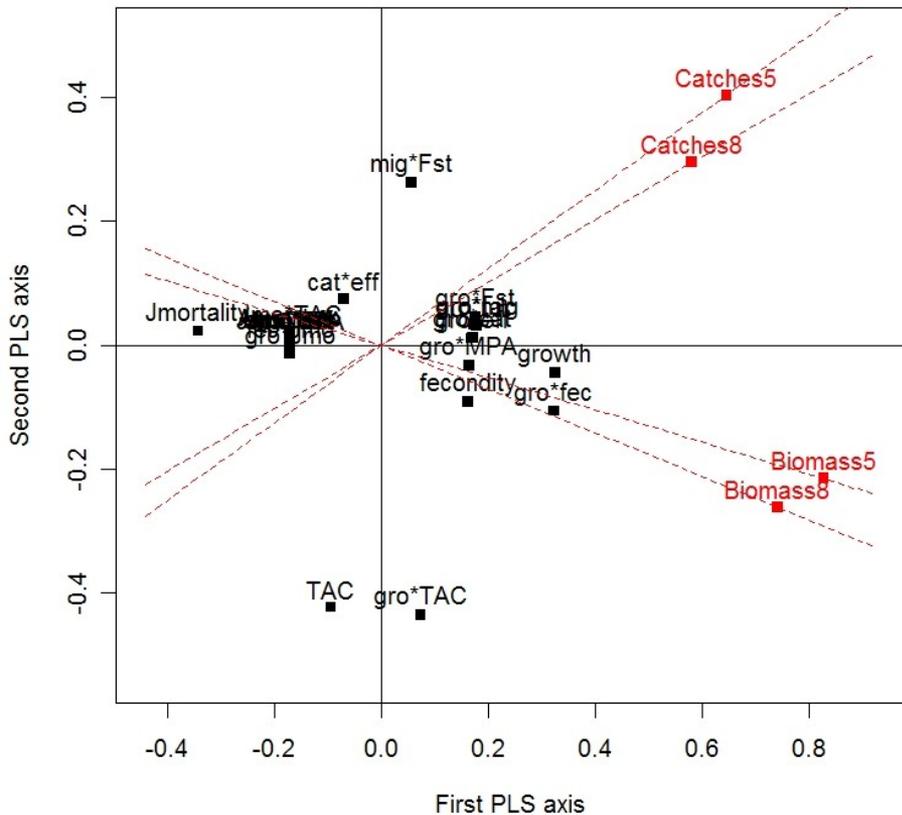


Significant Variable Importance in Projection

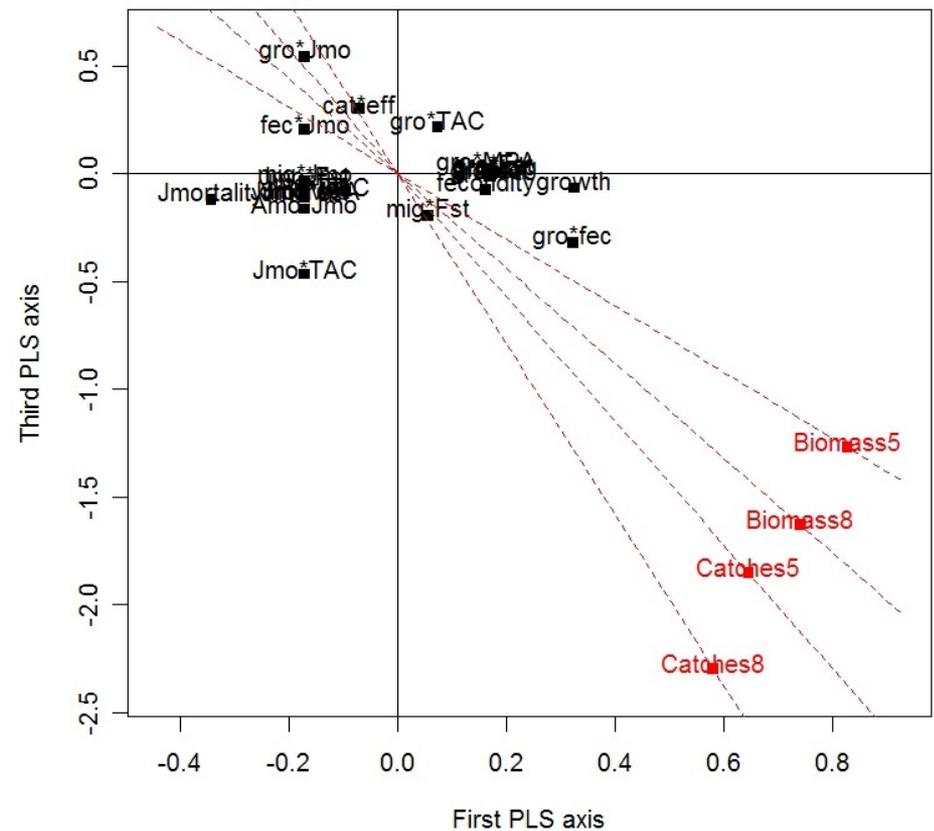


# Résultats (5) : visualisation graphique

Projection of factor and outputs on PLS axis

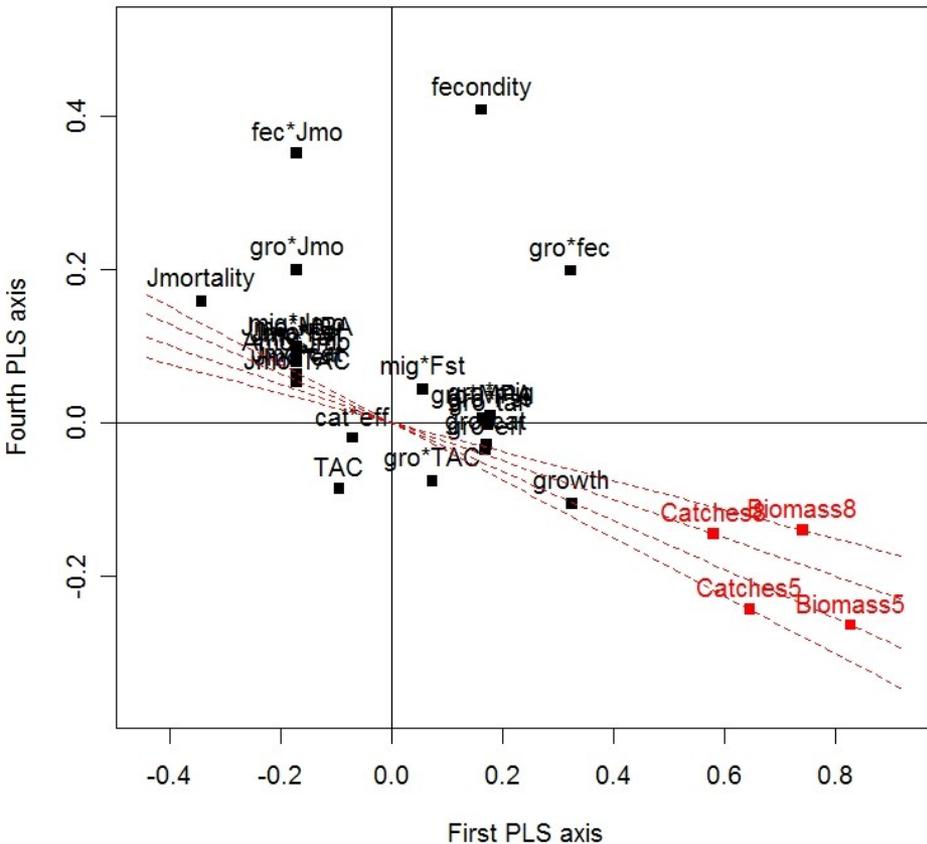


Projection of factor and outputs on PLS axis

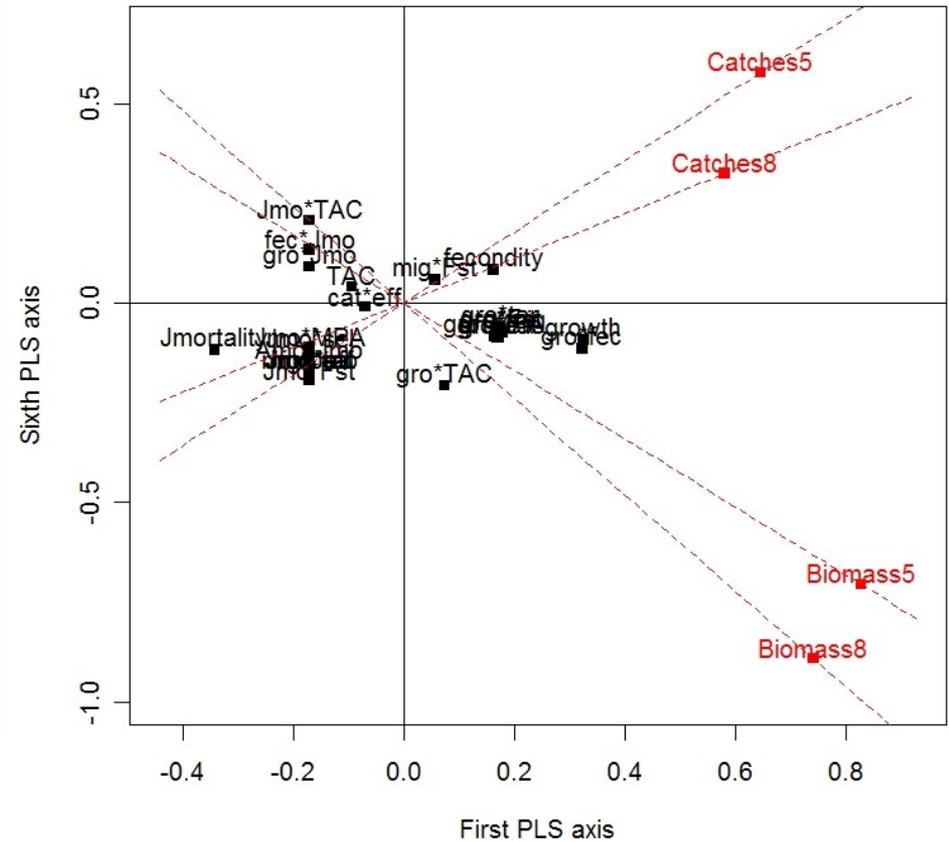


# Résultats (5) : visualisation graphique

Projection of factor and outputs on PLS axis

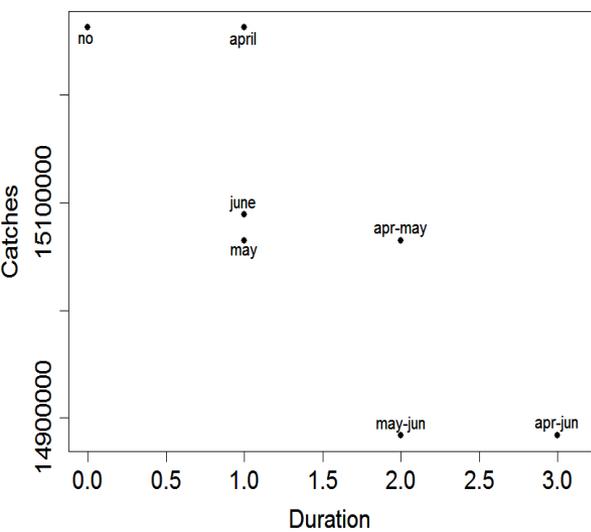


Projection of factor and outputs on PLS axis



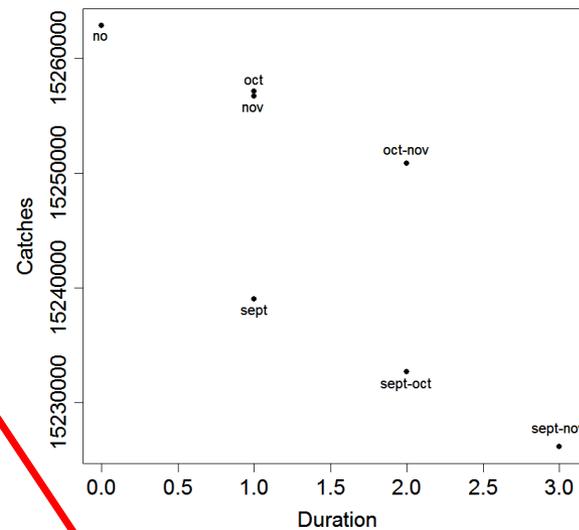
# Résultats (6) : Impact du design de l'AMP

Impact of MPA 1 on fifth year Catches

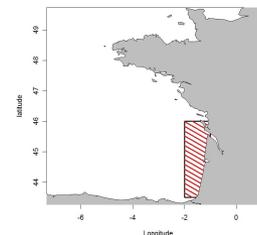


Captures

Impact of MPA 2 on fifth year Catches

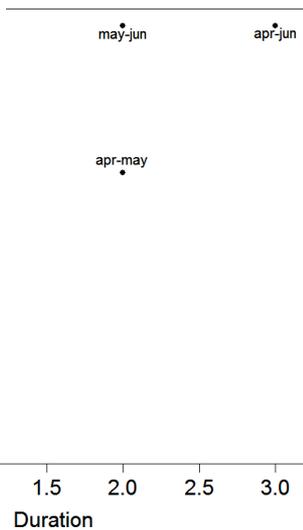


**MPA 2**  
Septembre-  
novembre

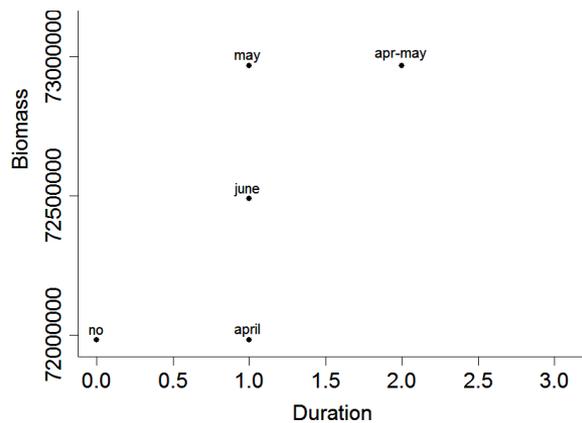
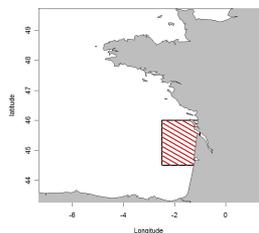


on Biomass after 5 years

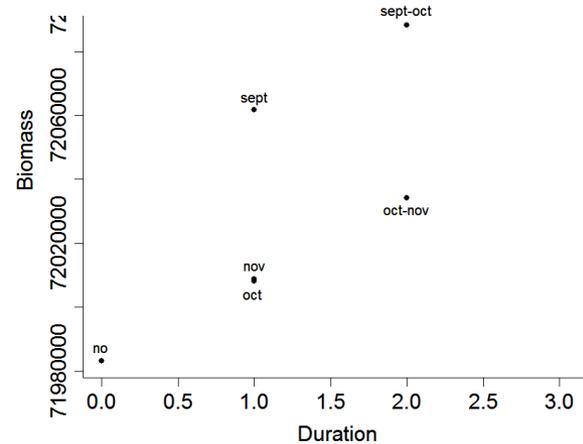
on Biomass after 5 years

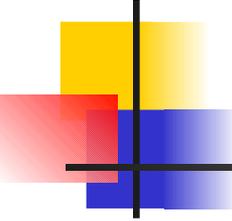


**MPA 1**  
Avril-juin



Biomasses





# Analyse de sensibilité

## Discussion, problèmes, limites, perspectives...

---

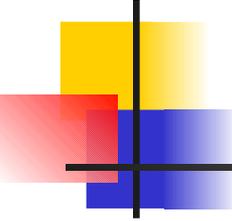
- Soupçons de non-linéarité (vérif graphiques et interactions circulaires)
- Group screening peu satisfaisant pour interpretation
- Interprétation des interactions difficile (moy  $(++,--,+-,-+)$ )
- VIP : pratique ! Mais :

Comment déterminer les VIP significatives de manière plus satisfaisante que  $>1$

Les VIP, contrairement aux SI, sont tjs  $>0$ , il faut passer par les coefficients sur chaque variables de sortie pour connaître la direction de l'effet (à la limite plutôt rassurant si les effets ne sont pas de même signe sur 2 variables...)

- Finalement on aurait sans doute pu se contenter de l'ACP-VI et la vraie force de la PLS se révélera quand on aura plus de facteurs que d'expériences (un jour)...





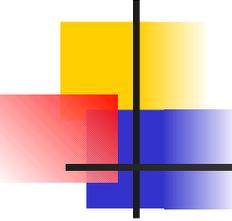
# Thèse

## Perspectives, ...

---

- Poursuite de la revue des approches indicateurs et méthodes de développement
- Recensement des données disponibles
- Sélection de variables pertinentes --→ indicateurs
- Identification des objectifs de gestion pour la pêcherie anchois et des mesures de gestion à évaluer
- Compléter paramétrage (espèces suppl., variables économiques, RUM)





Thèse

... discussions, questions ?

---

A vous...



Merci