

# Stage de Master

*Arthur Valance*

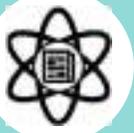
25 Novembre 2021





**Evaluation de la robustesse d'un modèle conceptuel, synthèse de représentations diverses de la mer de Barents et exploration de scénarios par des méthodes qualitatives**

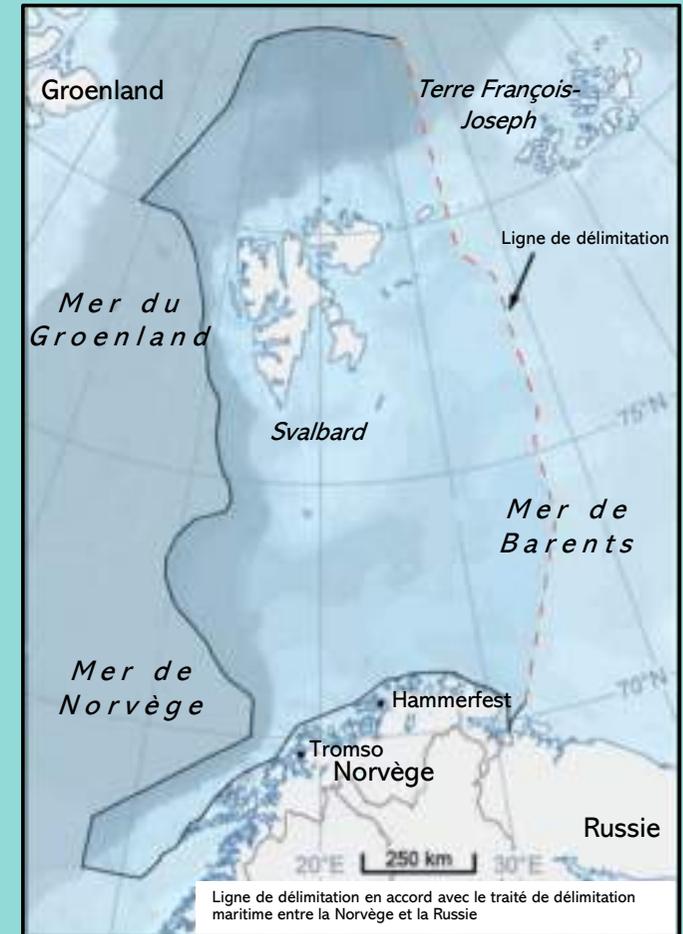
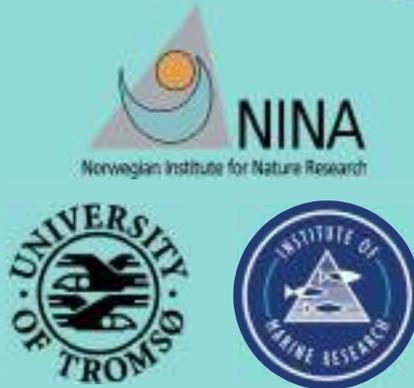
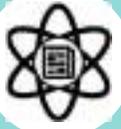




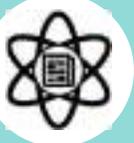
# Contextualisation



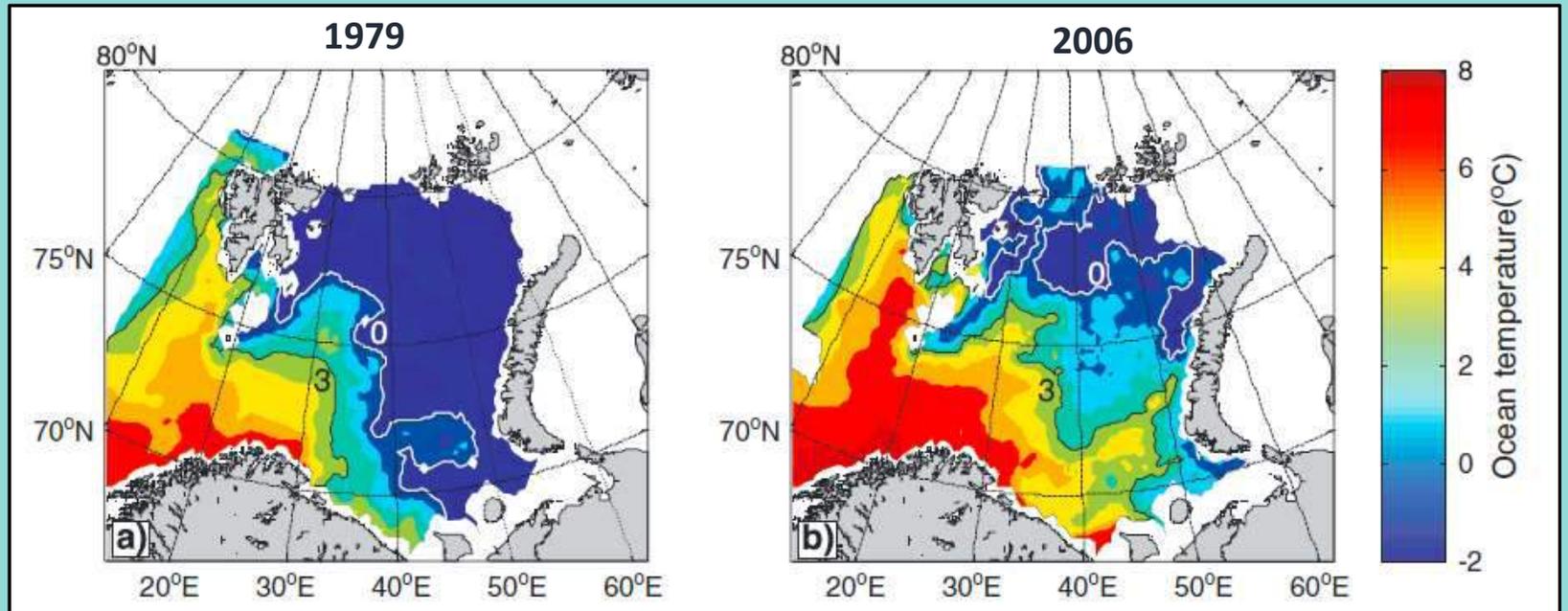
# Un projet associé au Plan de Gestion Intégrée de la mer de Barents



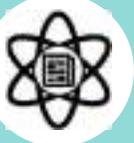
(D'après le ministère de l'environnement norvégien)



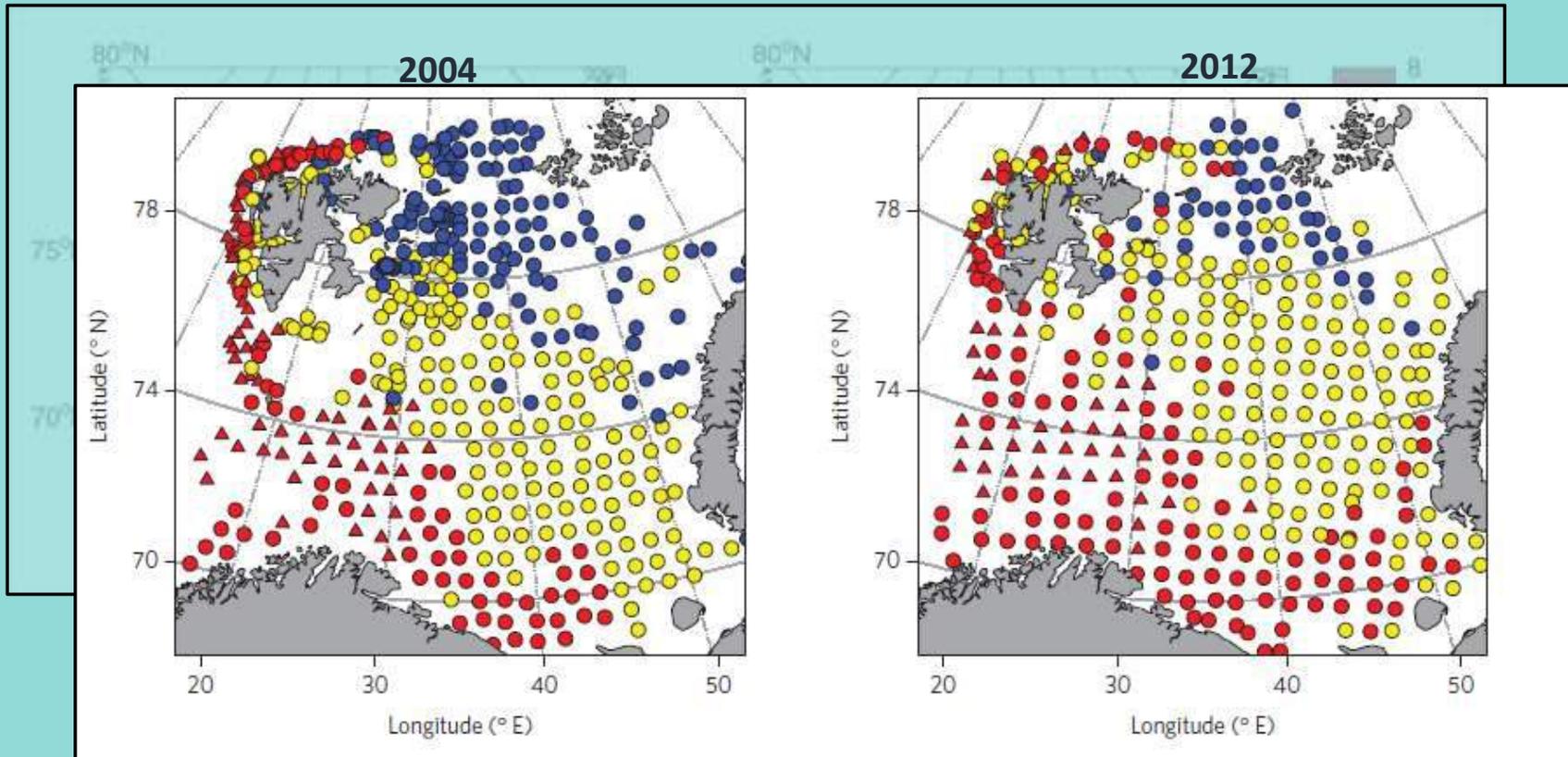
## Des changements environnementaux...



(Smedsrud et al., 2013)

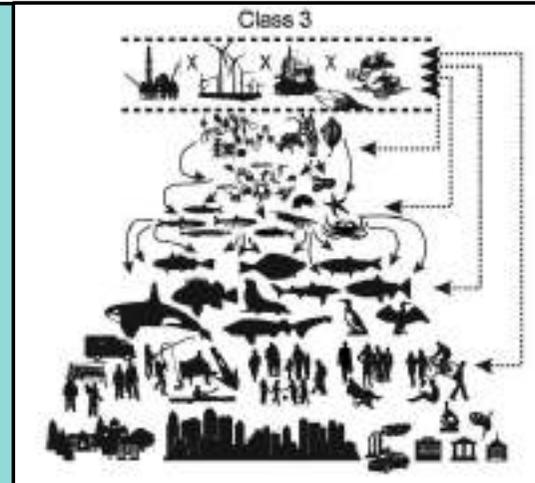
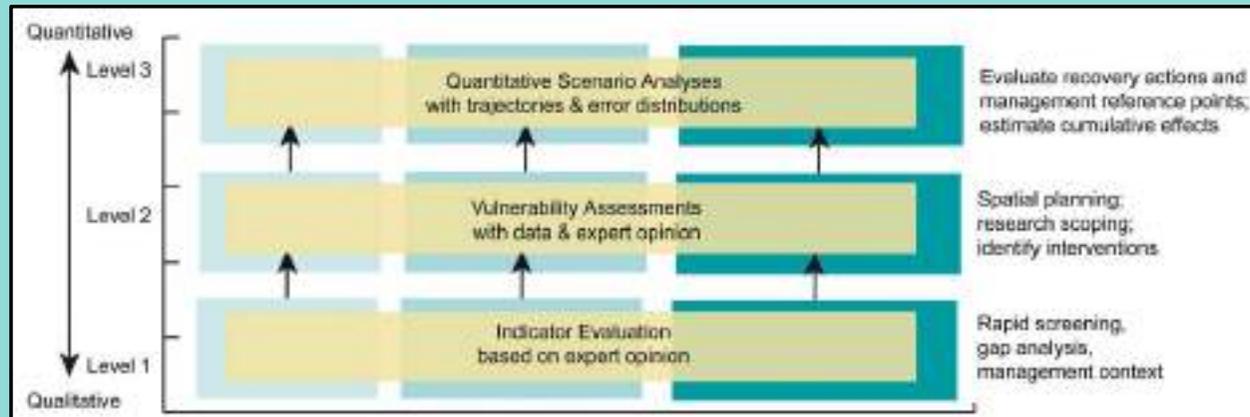
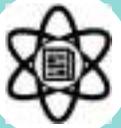


## ... et des changements de la biocénose



(Fosheim et al., 2015)

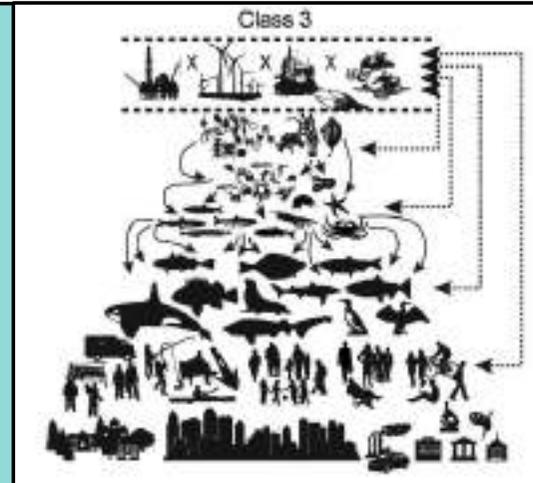
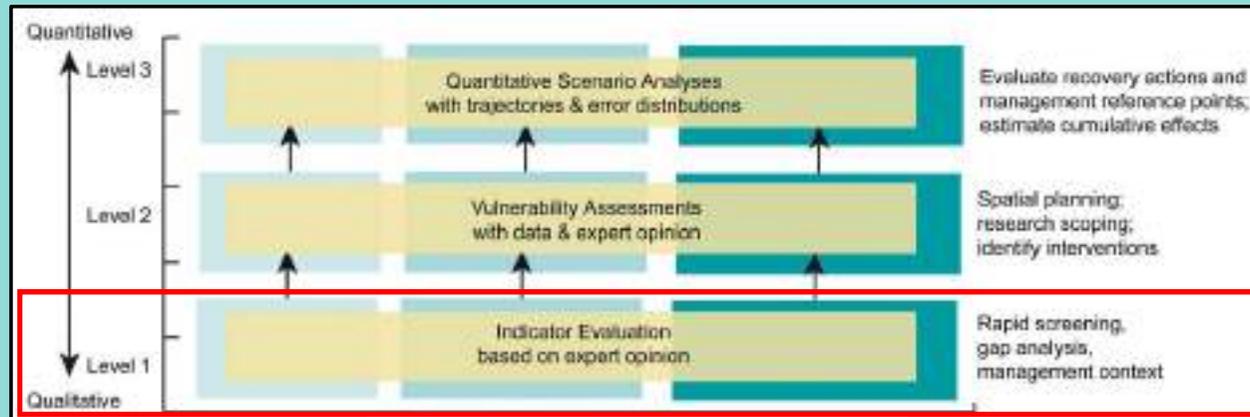
# Evaluer les risques dans un contexte pluri-sectoriel



(Holsman et al., 2017)



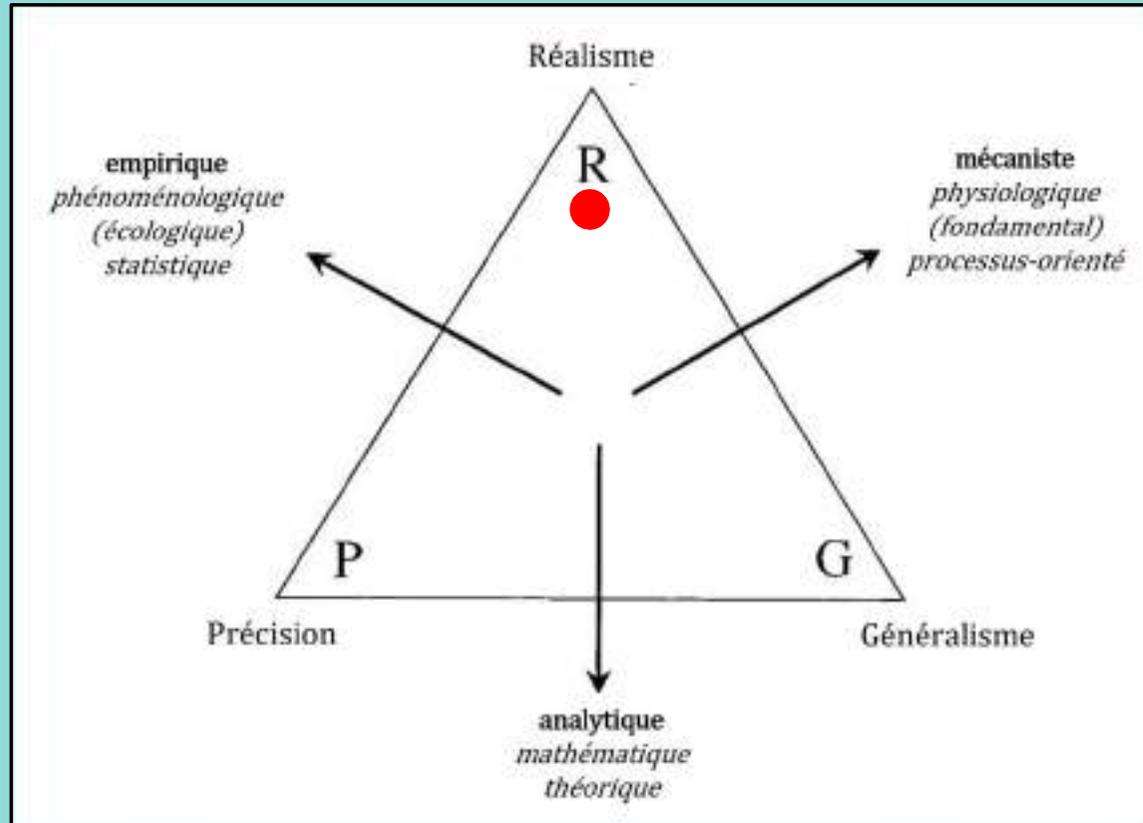
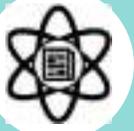
# Evaluer les risques dans un contexte pluri-sectoriel



(Holsman et al., 2017)



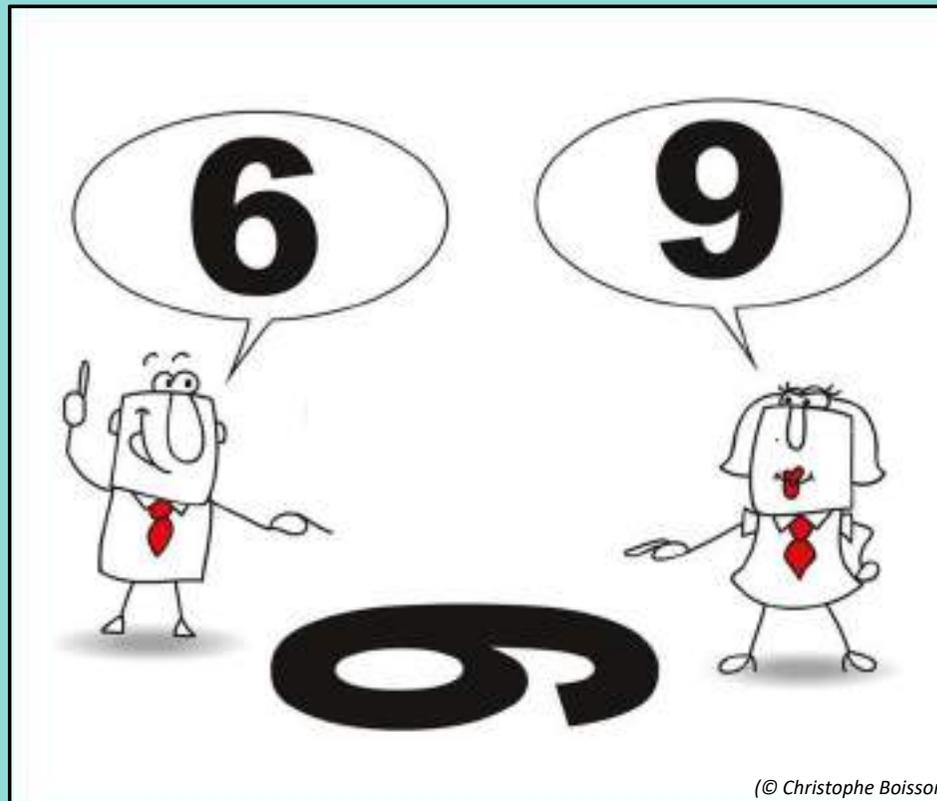
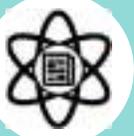
## L'intérêt de l'approche qualitative



(Guisan et Zimmermann, 2000 ; d'après Levins, 1966 ; et Sharpe, 1990)



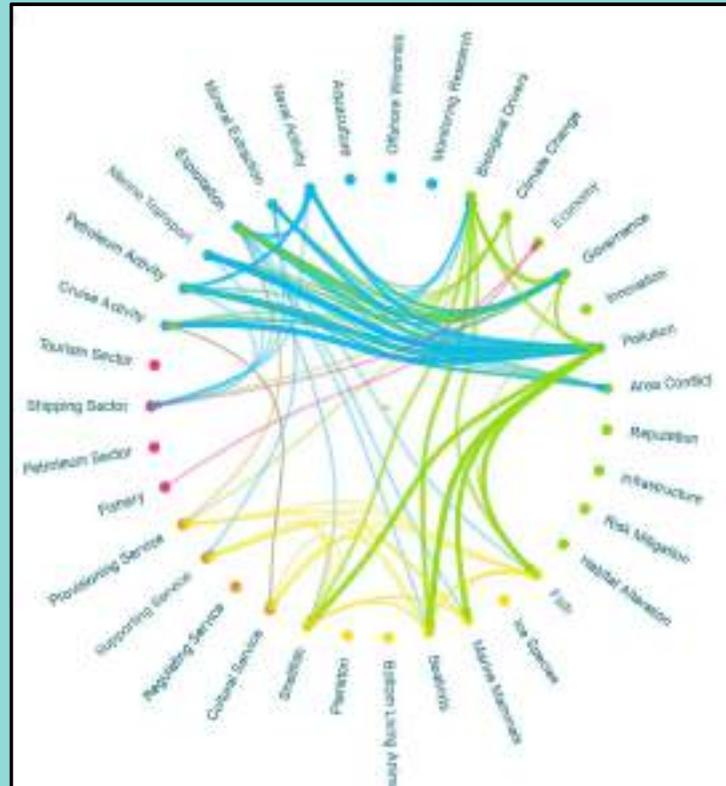
## Plusieurs acteurs avec plusieurs points de vue



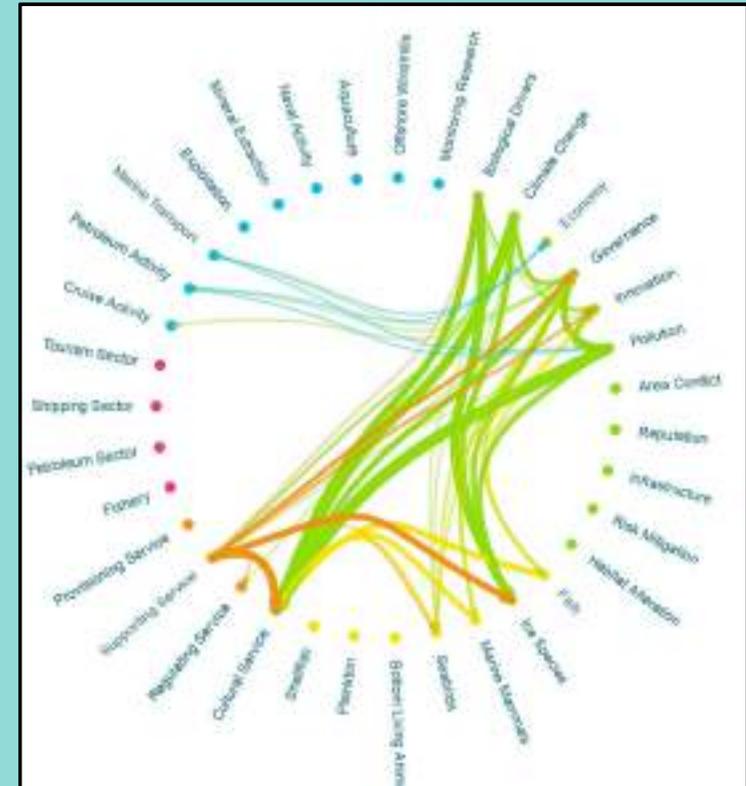


## Plusieurs acteurs avec plusieurs points de vue

Groupe A



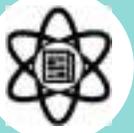
Groupe C



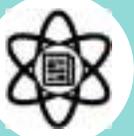
(Mikkelsen et al., en prép.)

“ Our truth is the intersection of independent lies. ”

-Richard Levins-



**Est-il possible de construire un modèle synthétique des différents points de vue de la mer de Barents suffisamment robuste aux incertitudes de représentation, à partir duquel l'analyse de risque peut être développée ?**

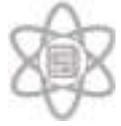


**I. Comparaison de deux méthodes qualitatives**

**II. Analyse des impacts cumulés**

**III. Evaluation de la robustesse du modèle aux incertitudes**

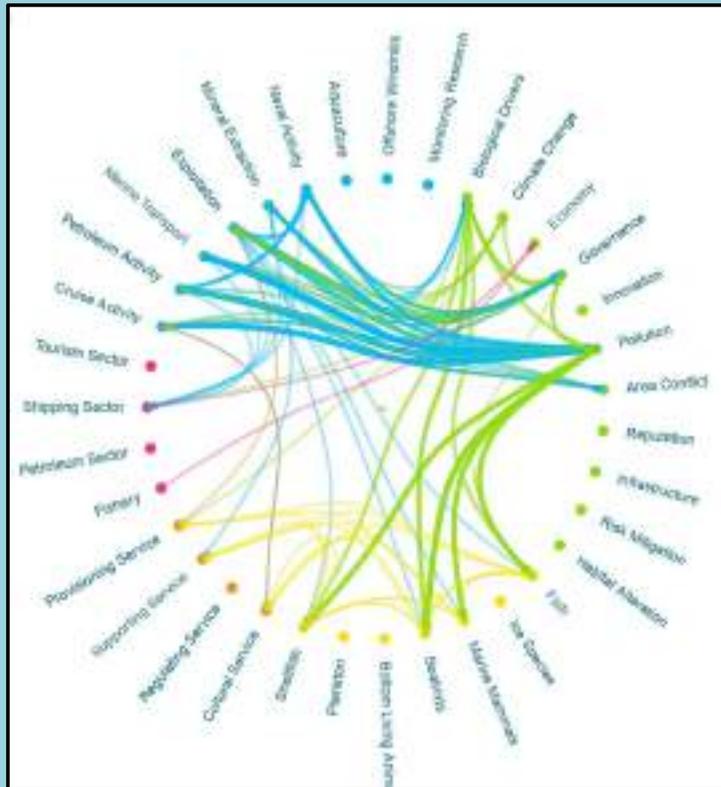
**IV. Comparaison des différents points de vue**



# Matériel & Méthodes

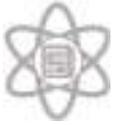


## Construire un modèle synthétique requiert de sélectionner des compartiments et des connexions communs

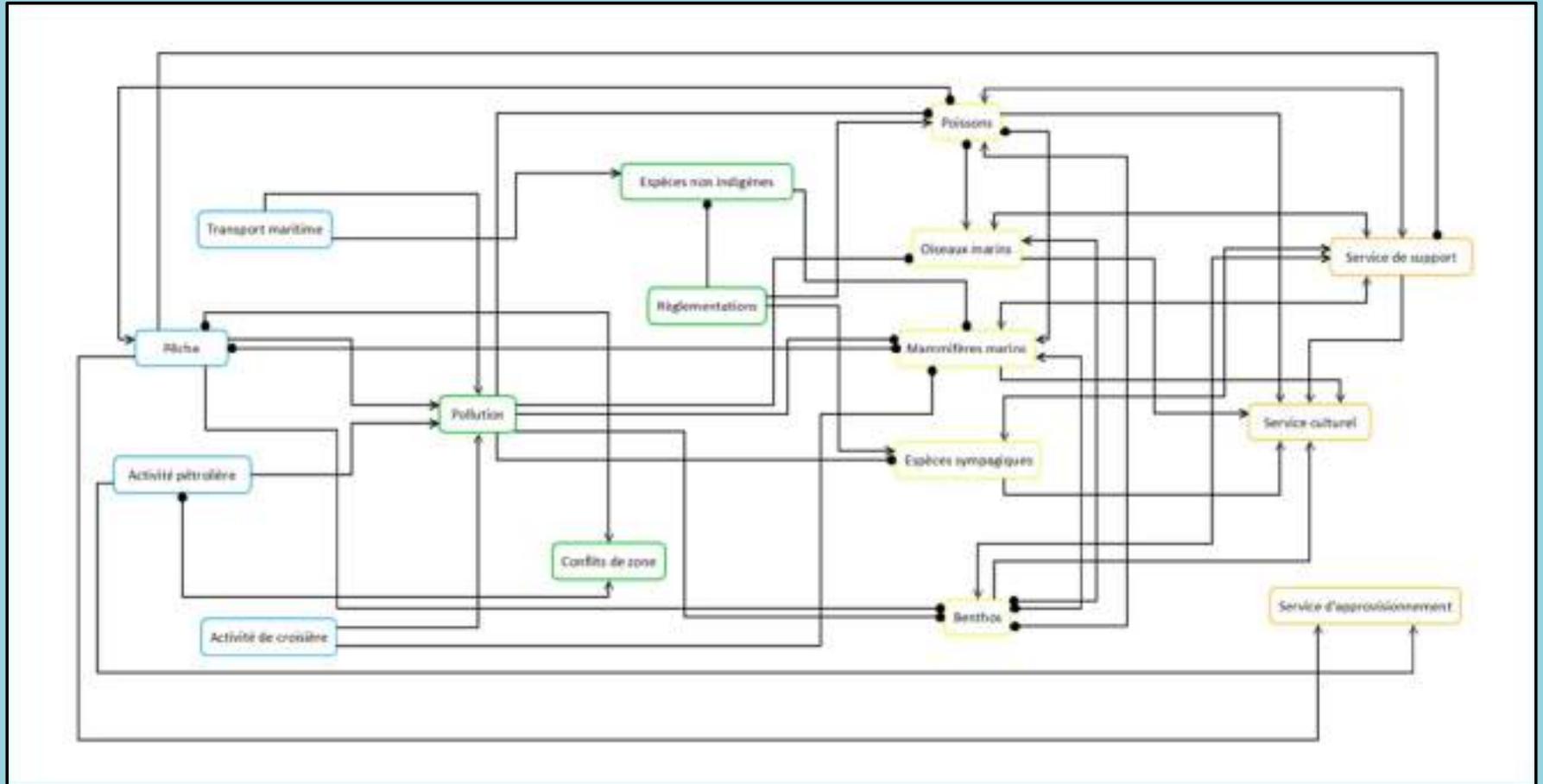


### Quels critères de sélection ?

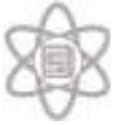
- Le compartiment est cité par au moins 5 des 6 groupes de parties prenantes
- La connexion est citée au moins 5 fois
- Le signe de la connexion est le signe attribué majoritairement
- Des incohérences de représentation sont corrigées



## Modèle S

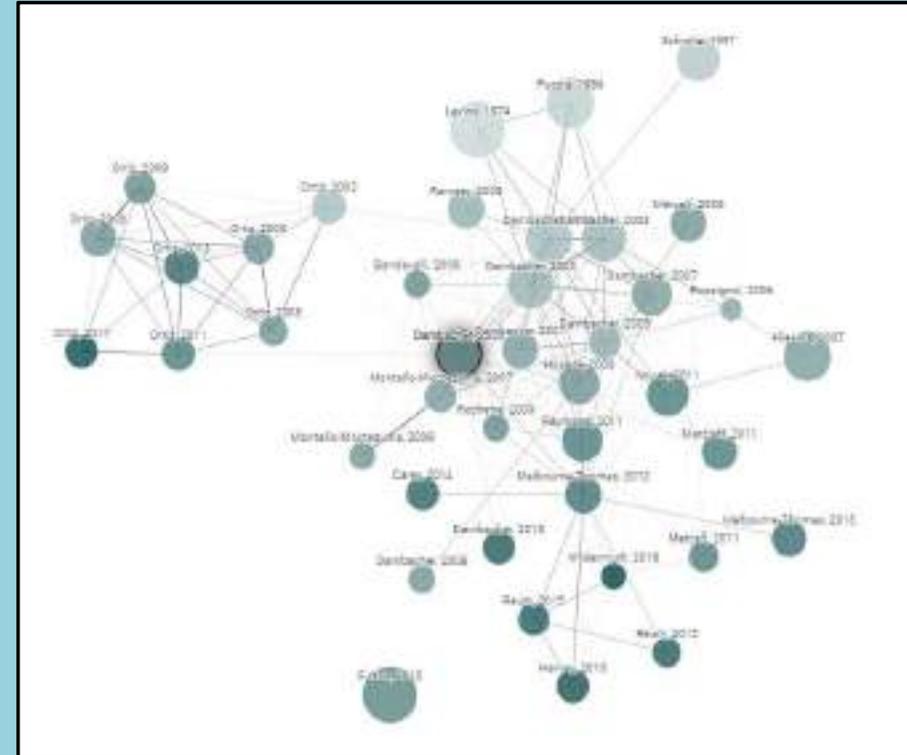


# I. Comparaison de deux méthodes qualitatives



« Les Cartes Cognitives Floues » (FCM)

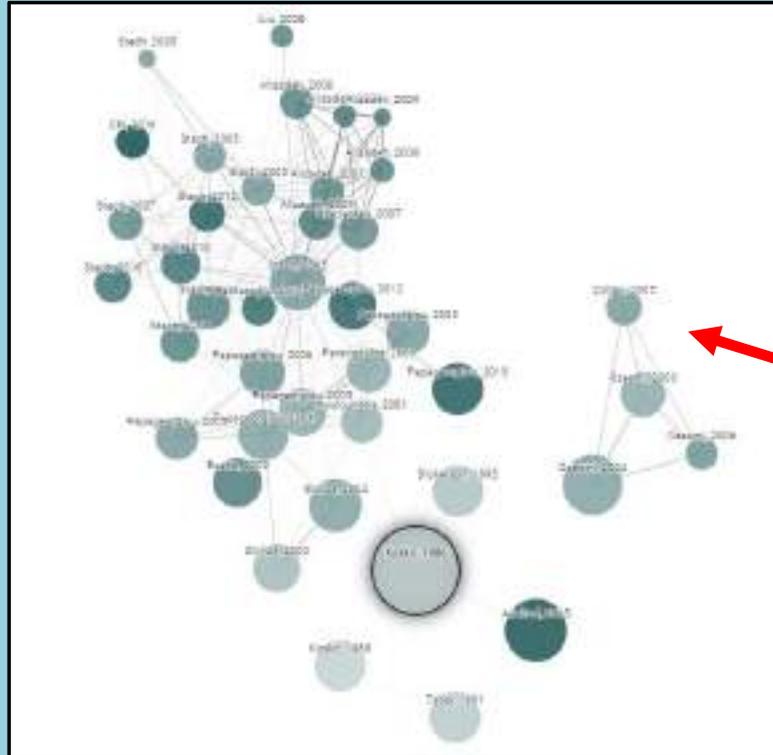
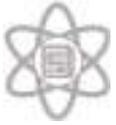
(Kosko, 1986)



« L'analyse qualitative » (QM)

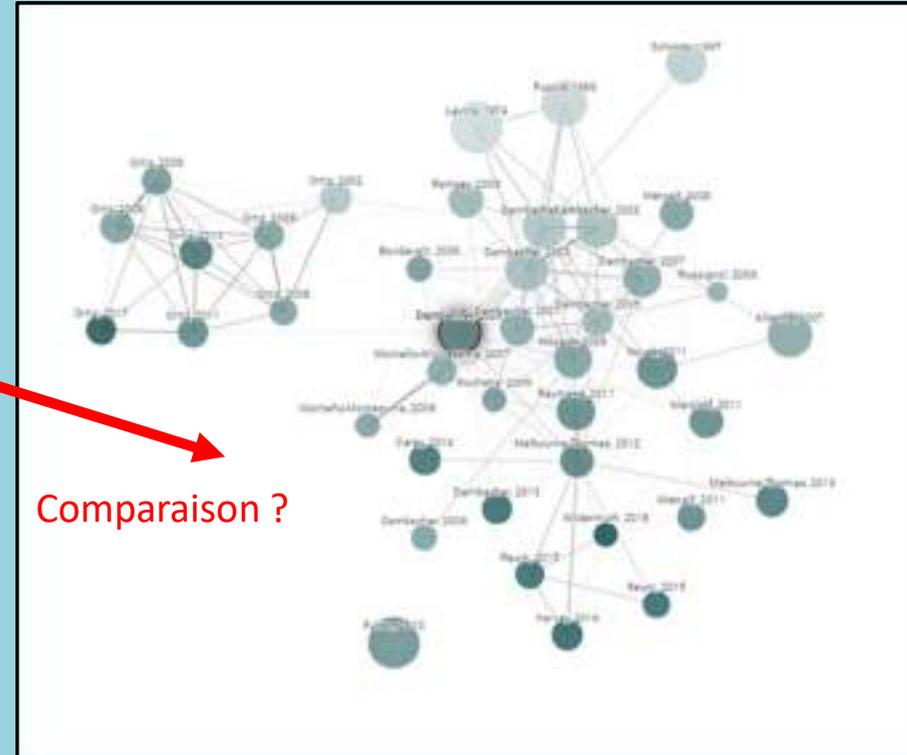
(Levins, 1974; Dambacher et al, 2002)

# I. Comparaison de deux méthodes qualitatives



« Les Cartes Cognitives Floues » (FCM)

(Kosko, 1986)



« L'analyse qualitative » (QM)

(Levins, 1974; Dambacher et al, 2002)

Comparison ?

# I. Comparaison de deux méthodes qualitatives

[1] [2] [3] [4] [5] [6] [7] [8] [9] [10] [11] [12] [13] [14] [15] [16]

[1]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
[2]	0	0	0	0	0	0	-1	0	1	0	-1	0	0	0	0
[3]	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0
[4]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
[5]	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
[6]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
[7]	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
[8]	1	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
[9]	0	-1	0	0	-1	1	0	0	0	-1	-1	0	1	1	0
[10]	0	0	0	0	-1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0
[11]	0	-1	0	0	-1	0	0	-1	1	0	0	0	1	1	0
[12]	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
[13]	0	-1	0	0	-1	0	0	0	-1	-1	-1	0	0	1	0
[14]	0	-1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0
[15]	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0
[16]	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

$^{\circ}A$

- [1] : Transport maritime
- [2] : Pêche
- [3] : Activité pétrolière
- [4] : Activité de croisière
- [5] : Pollution
- [6] : Réglementations
- [7] : Conflits de zone
- [8] : Espèces non indigènes
- [9] : Poissons
- [10] : Oiseaux marins
- [11] : Mammifères marins
- [12] : Espèces sympagiques
- [13] : Benthos
- [14] : Service de support
- [15] : Service culturel
- [16] : Service d’approvisionnement

Matrice de communauté

# I. Comparaison de deux méthodes qualitatives

[1] [2] [3] [4] [5] [6] [7] [8] [9] [10] [11] [12] [13] [14] [15] [16]

$A$

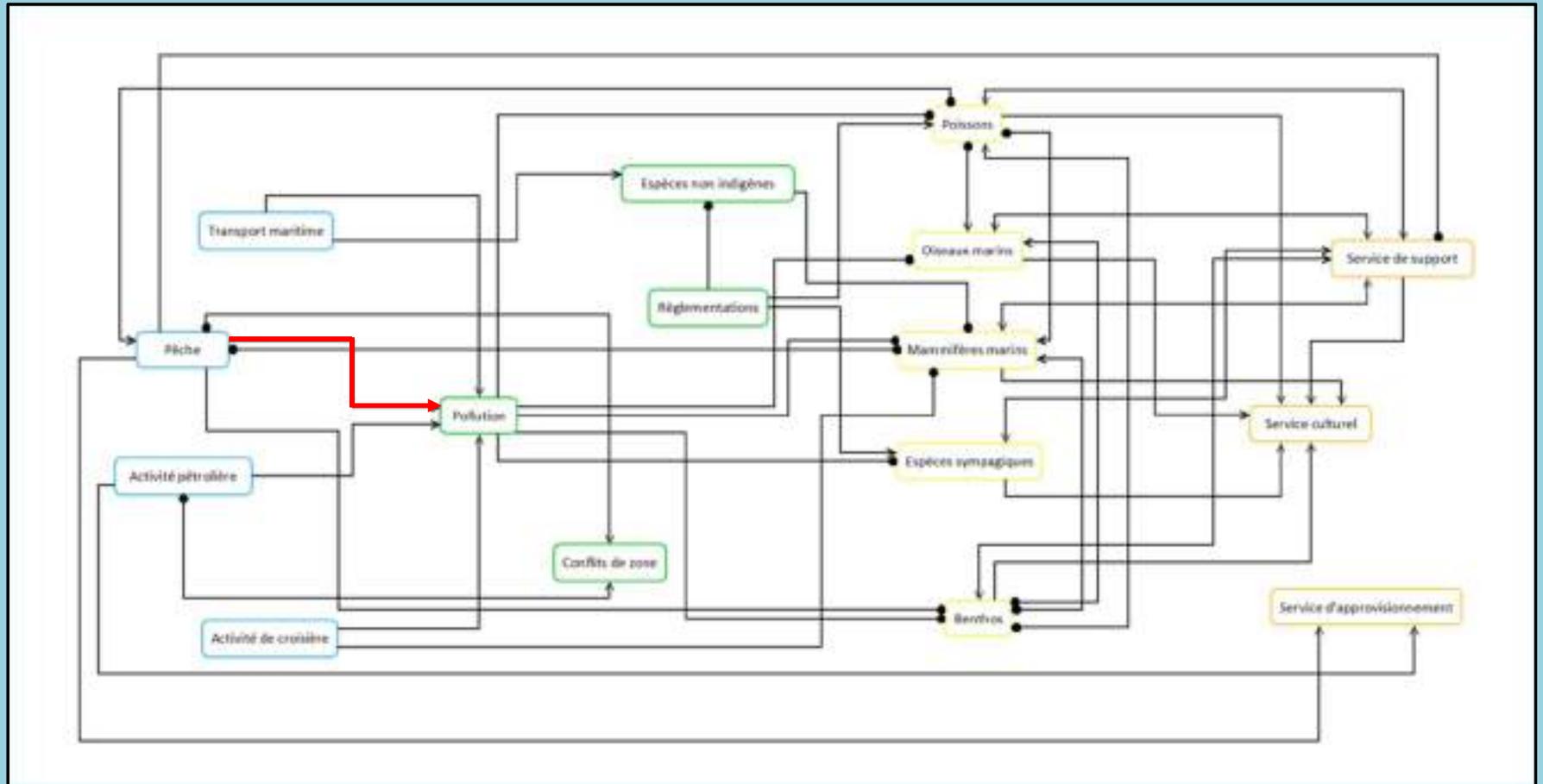
[1]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
[2]	0	0	0	0	0	0	-1	0	1	0	-1	0	0	0	0
[3]	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0
[4]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
[5]	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
[6]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
[7]	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
[8]	1	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
[9]	0	-1	0	0	-1	1	0	0	0	-1	-1	0	1	1	0
[10]	0	0	0	0	-1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0
[11]	0	-1	0	0	-1	0	0	-1	1	0	0	0	1	1	0
[12]	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
[13]	0	-1	0	0	-1	0	0	0	-1	-1	-1	0	0	1	0
[14]	0	-1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0
[15]	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0
[16]	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

- [1] : Transport maritime
- [2] : Pêche
- [3] : Activité pétrolière
- [4] : Activité de croisière
- [5] : Pollution
- [6] : Réglementations
- [7] : Conflits de zone
- [8] : Espèces non indigènes
- [9] : Poissons
- [10] : Oiseaux marins
- [11] : Mammifères marins
- [12] : Espèces sympagiques
- [13] : Benthos
- [14] : Service de support
- [15] : Service culturel
- [16] : Service d'approvisionnement

Matrice de communauté

# I. Comparaison de deux méthodes qualitatives

## Modèle S



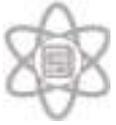
## I. Comparaison de deux méthodes qualitatives

Scénario	Pêche	Activité pétrolière
[A]	+	-
[B]	+	0
[C]	+	+
[D]	0	-
[E]	0	+
[F]	-	-
[G]	-	0
[H]	-	+

Scénario	Poissons	Mammifères marins
[I]	+	-
[J]	+	0
[K]	+	+
[L]	0	-
[M]	0	+
[N]	-	-
[O]	-	0
[P]	-	+

↳ **16 scénarios avec 16 compartiments : 156 résultats pour chaque méthode**

**Méthode FCM**



## II. Analyse des impacts cumulés



↳ **Scénarios de perturbations croissantes (entre 1 et 2 avec un pas de 0,1) appliqués sur un seul compartiment (Pêche et Activité pétrolière)**



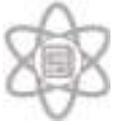
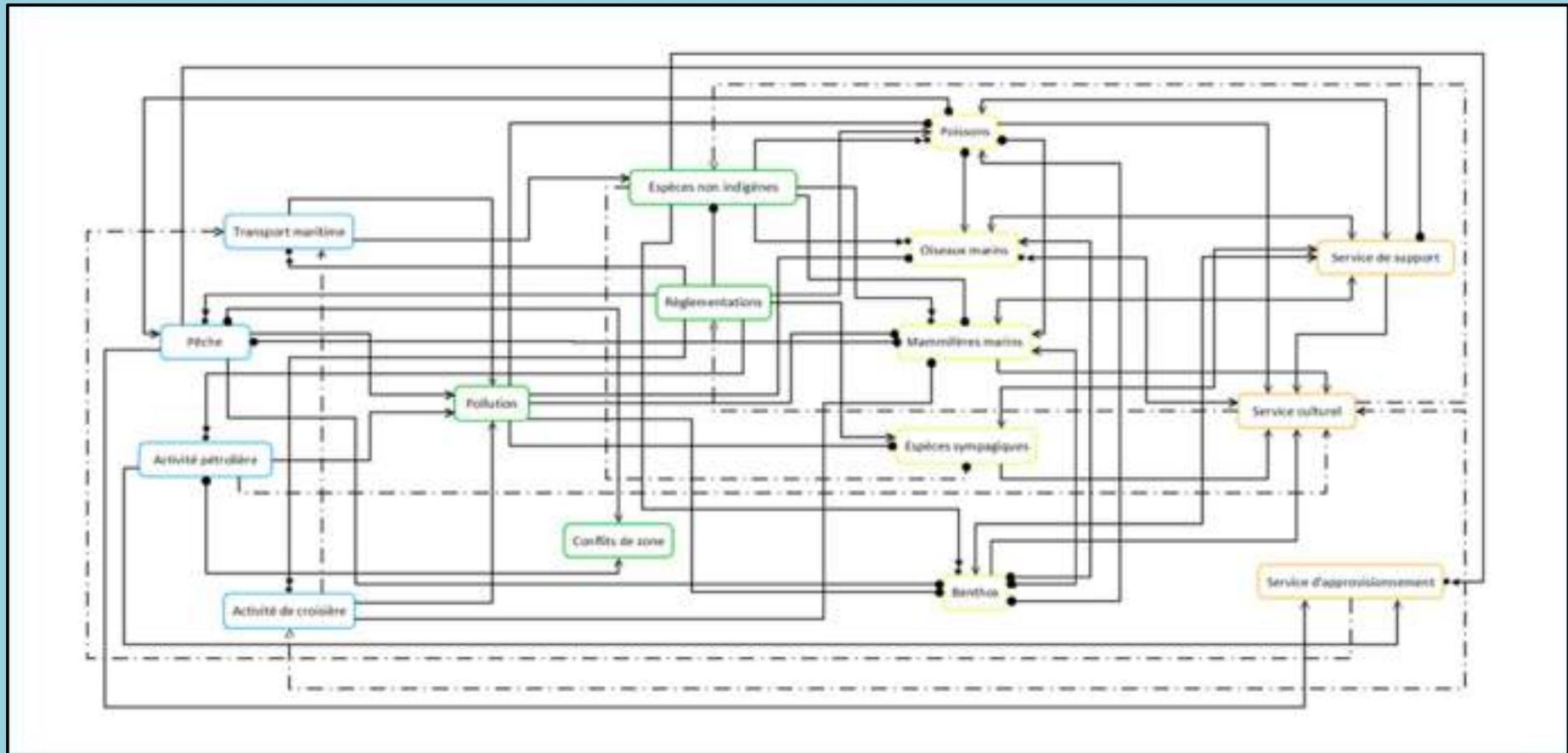
## II. Analyse des impacts cumulés

- ↳ Scénarios de perturbations croissantes (entre 1 et 2 avec un pas de 0,1) appliqués sur un seul compartiment (Pêche et Activité pétrolière)
- ↳ Scénarios croisés sur les compartiments Pêche/Activité pétrolière et Poissons/Mammifères marins

Scénario	Pêche	Activité pétrolière
[A]	+	-
[B]	+	0
[C]	+	+
[D]	0	-
[E]	0	+
[F]	-	-
[G]	-	0
[H]	-	+

Scénario	Poissons	Mammifères marins
[I]	+	-
[J]	+	0
[K]	+	+
[L]	0	-
[M]	0	+
[N]	-	-
[O]	-	0
[P]	-	+

### III. Evaluation de la robustesse du modèle aux incertitudes





### III. Evaluation de la robustesse du modèle aux incertitudes



**Approche *a minima* : 27 modèles alternatifs construits à partir du modèle S en ajoutant 1 seule connexion incertaine**





### III. Evaluation de la robustesse du modèle aux incertitudes



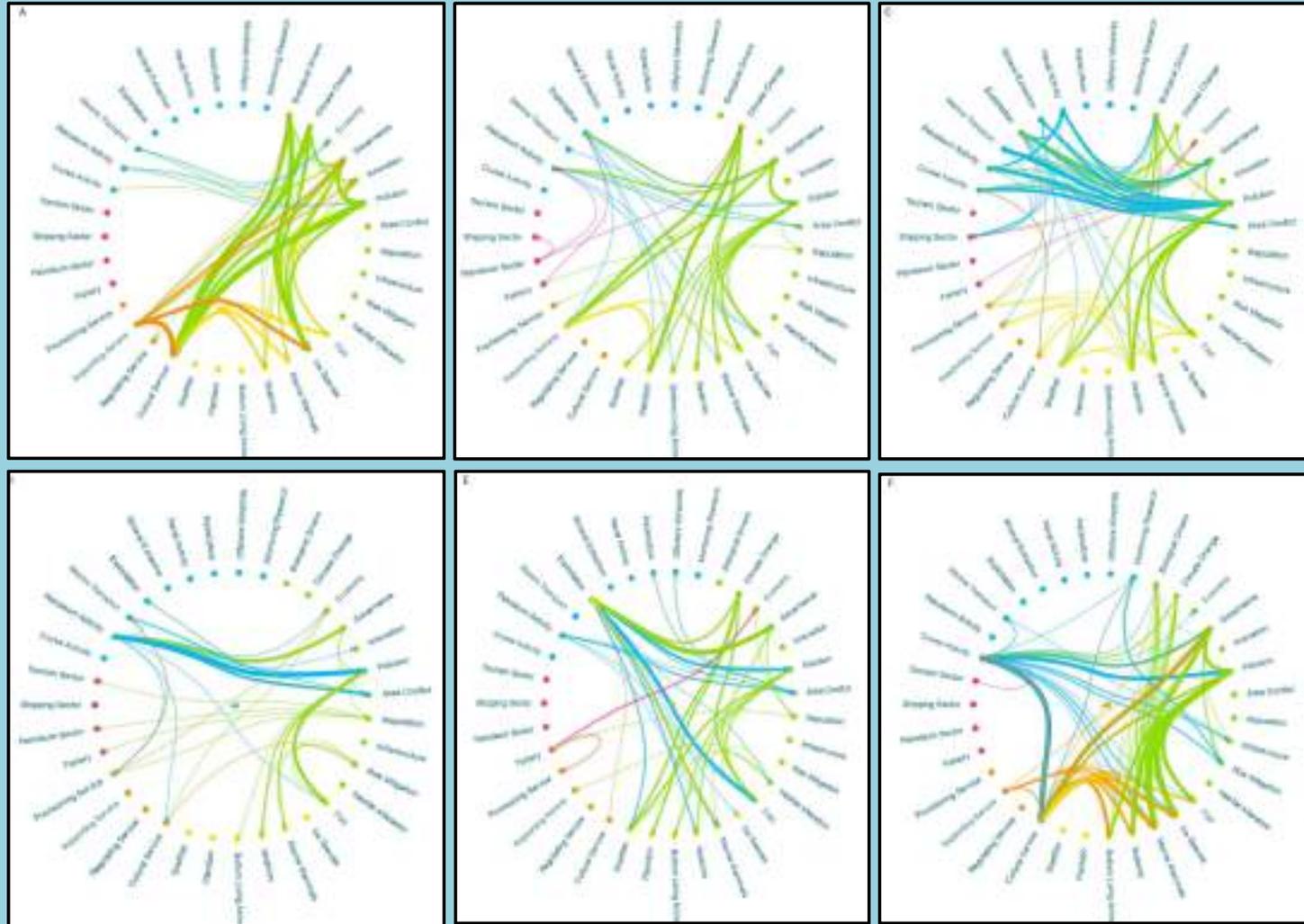
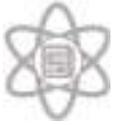
↳ **Approche *a minima* : 27 modèles alternatifs construits à partir du modèle S en ajoutant 1 seule connexion incertaine**



↳ **Approche *a maxima* : 10 000 modèles alternatifs construits à partir du modèle S en ajoutant aléatoirement plusieurs connexions incertaines**

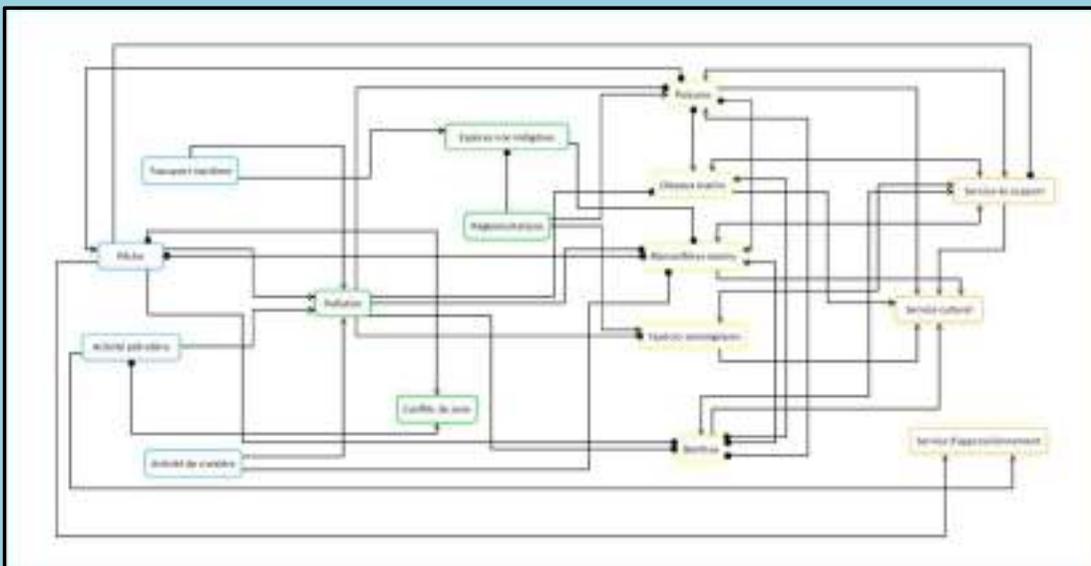


## IV. Comparaison des différents points de vue des parties prenantes



## IV. Comparaison des différents points de vue des parties prenantes

### Modèle S



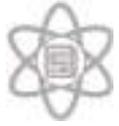
- Ajout ou précision de 6 compartiments groupe-spécifique
- Priorité pour les compartiments impliqués dans des connexions avec le plus haut degré de certitude
- Quand il n'y en a pas 6 dans ce cas, on complète avec les compartiments les plus cités par le groupe
- Les compartiments ajoutés sont connectés avec toutes les connexions citées par le groupe
- Les autres connexions préexistantes restent inchangées

## IV. Comparaison des différents points de vue des parties prenantes

6 modèles individuels + modèle S

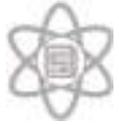
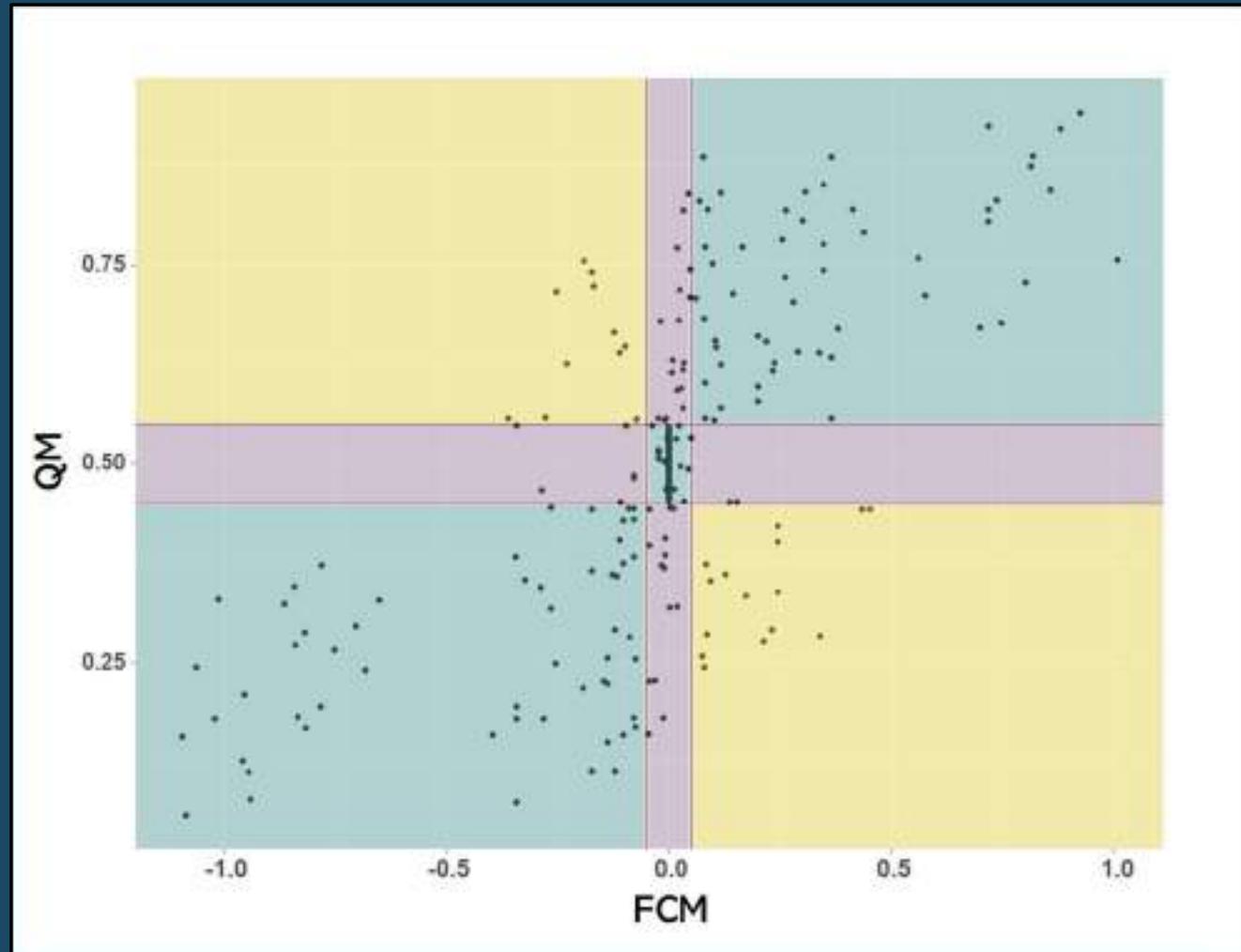
Scénario	Pêche	Activité pétrolière
[A]	+	-
[B]	+	0
[C]	+	+
[D]	0	-
[E]	0	+
[F]	-	-
[G]	-	0
[H]	-	+

Scénario	Poissons	Mammifères marins
[I]	+	-
[J]	+	0
[K]	+	+
[L]	0	-
[M]	0	+
[N]	-	-
[O]	-	0
[P]	-	+

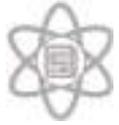
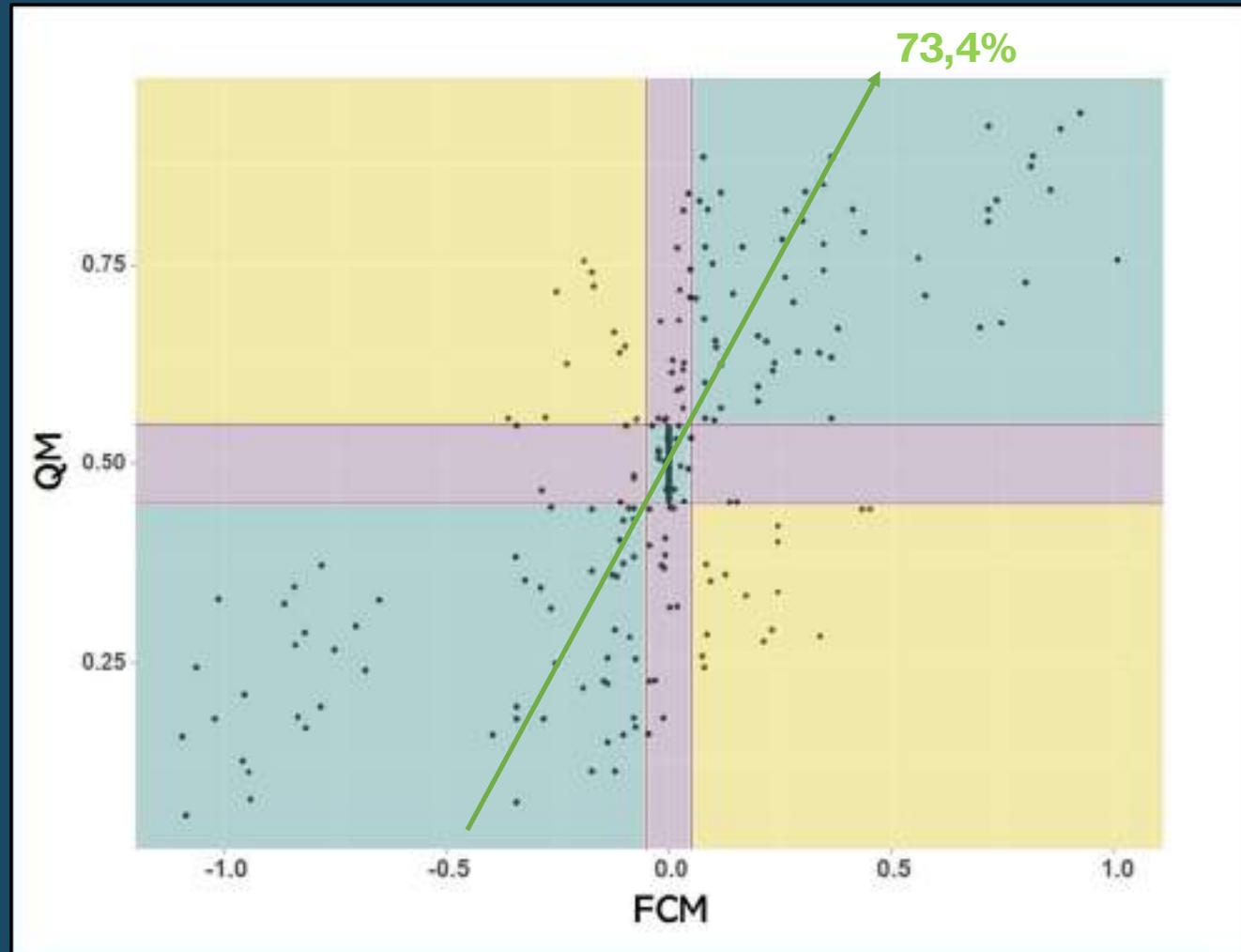


# Résultats

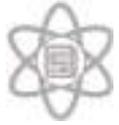
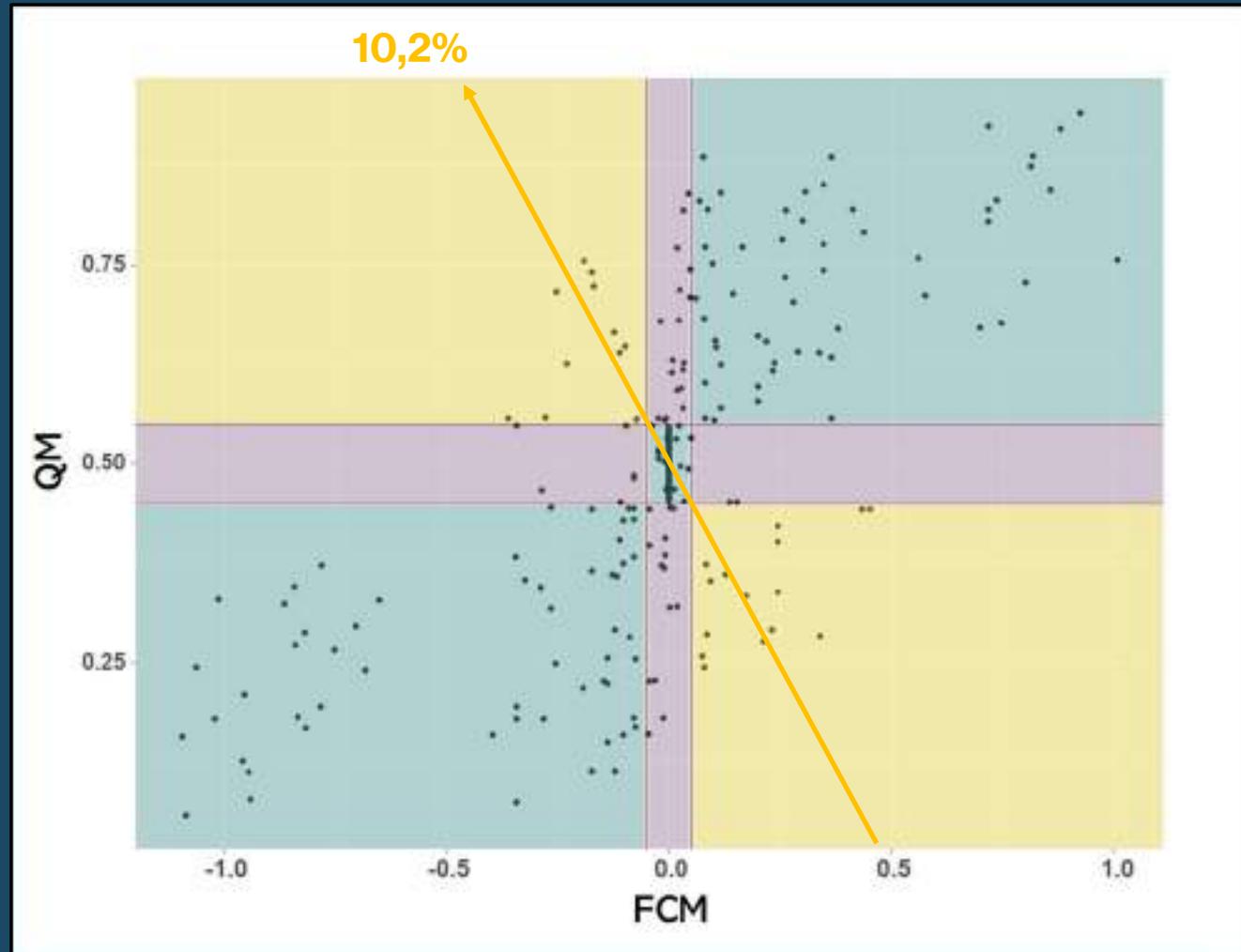
## I. Comparaison de deux méthodes qualitatives



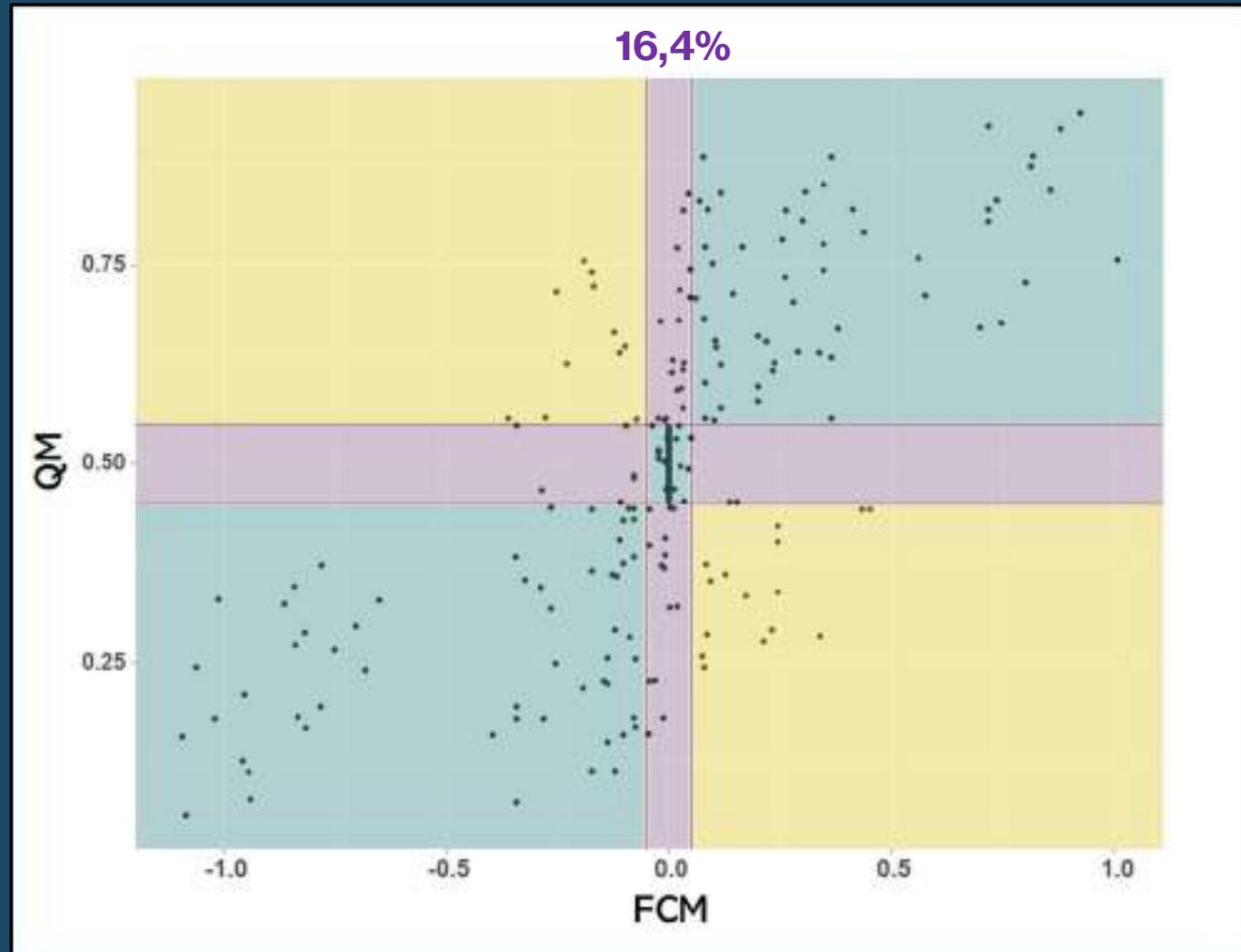
## I. Comparaison de deux méthodes qualitatives



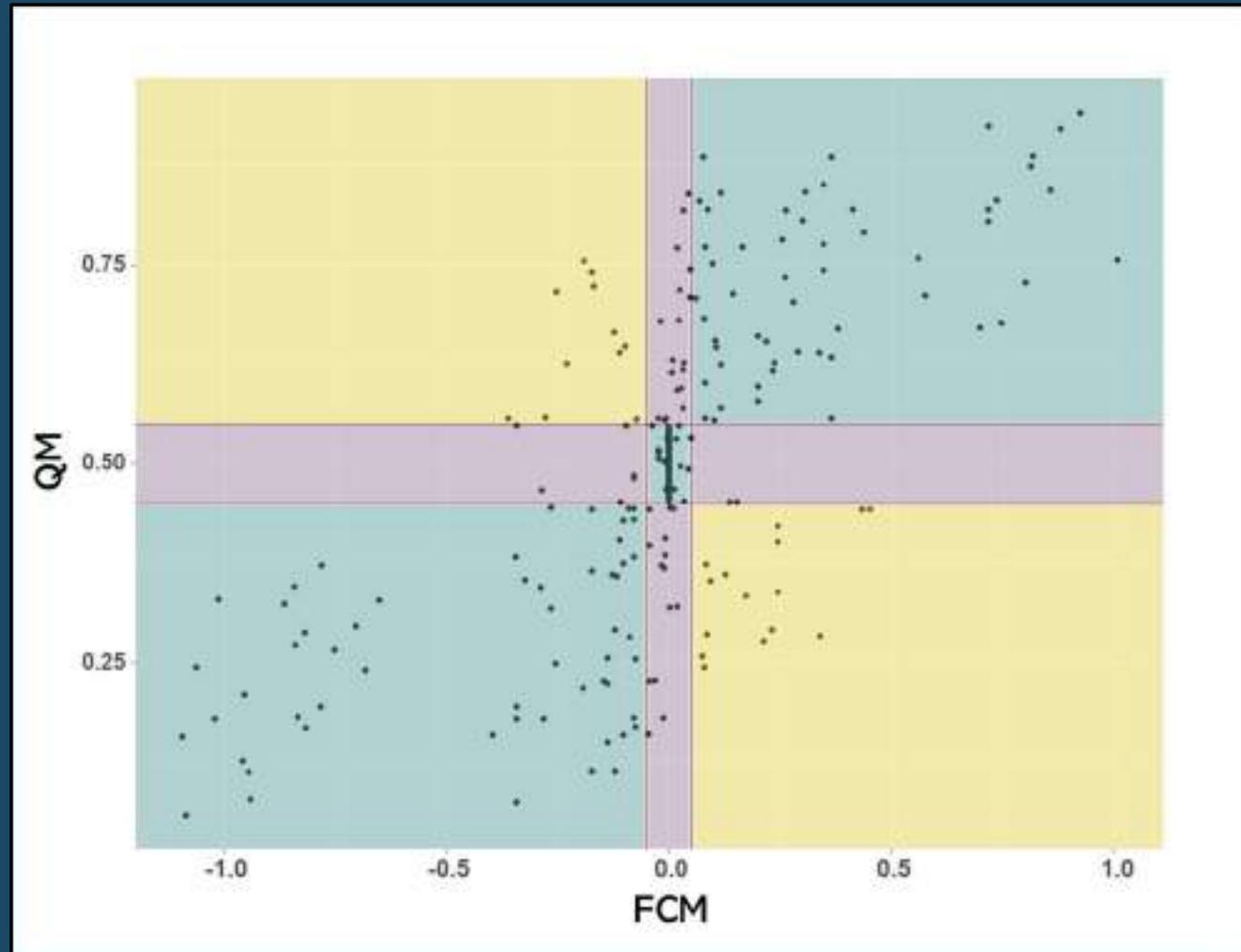
## I. Comparaison de deux méthodes qualitatives



## I. Comparaison de deux méthodes qualitatives



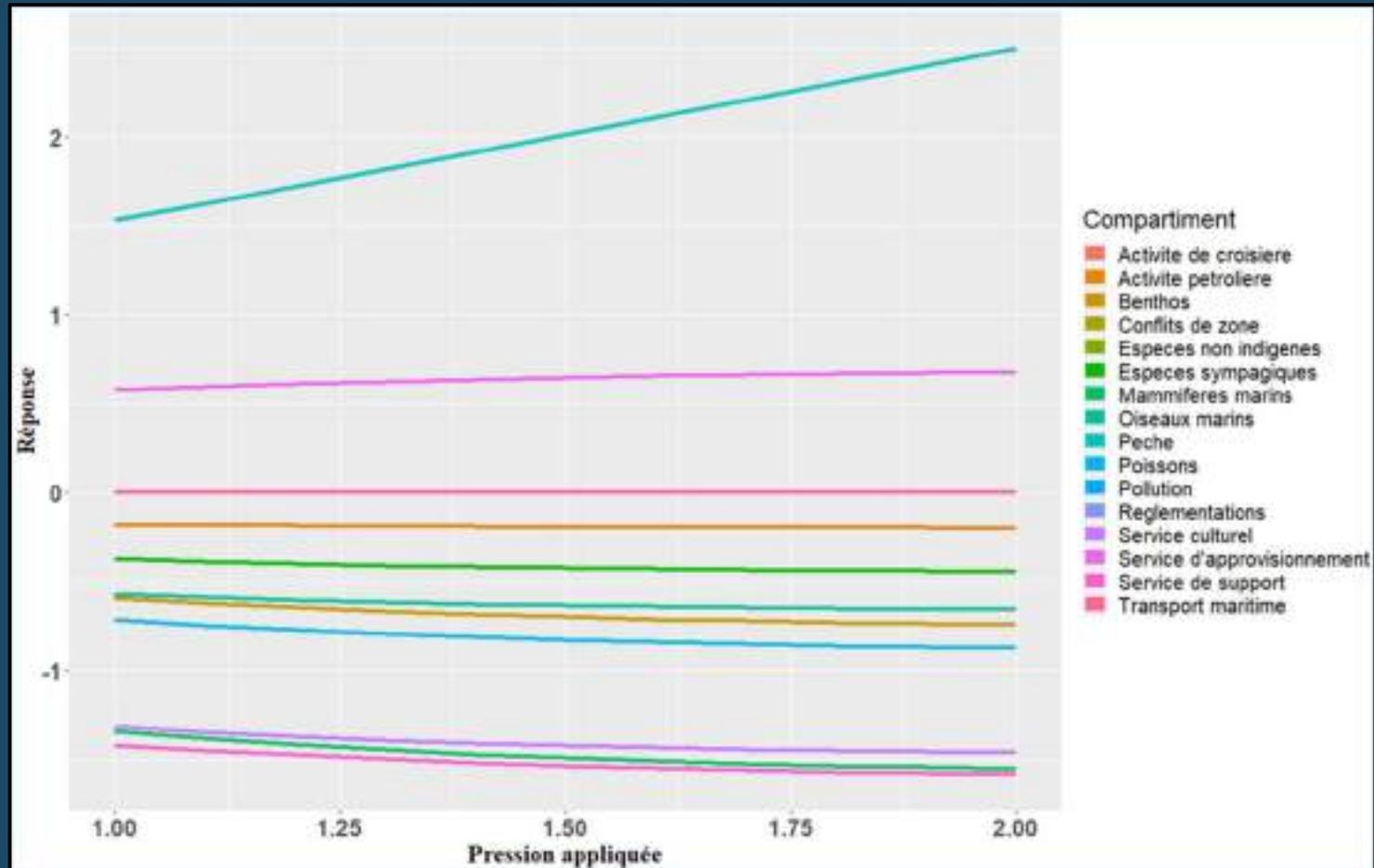
## I. Comparaison de deux méthodes qualitatives



Les résultats des deux méthodes sont liés de manière significative

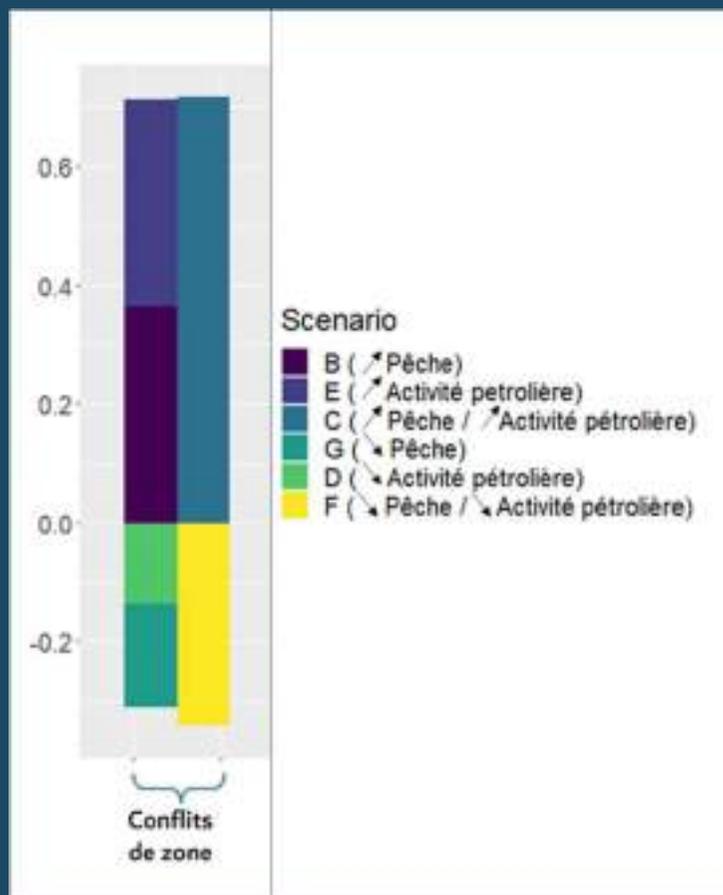
## II. Analyse des impacts cumulés

### Scénarios sur la Pêche



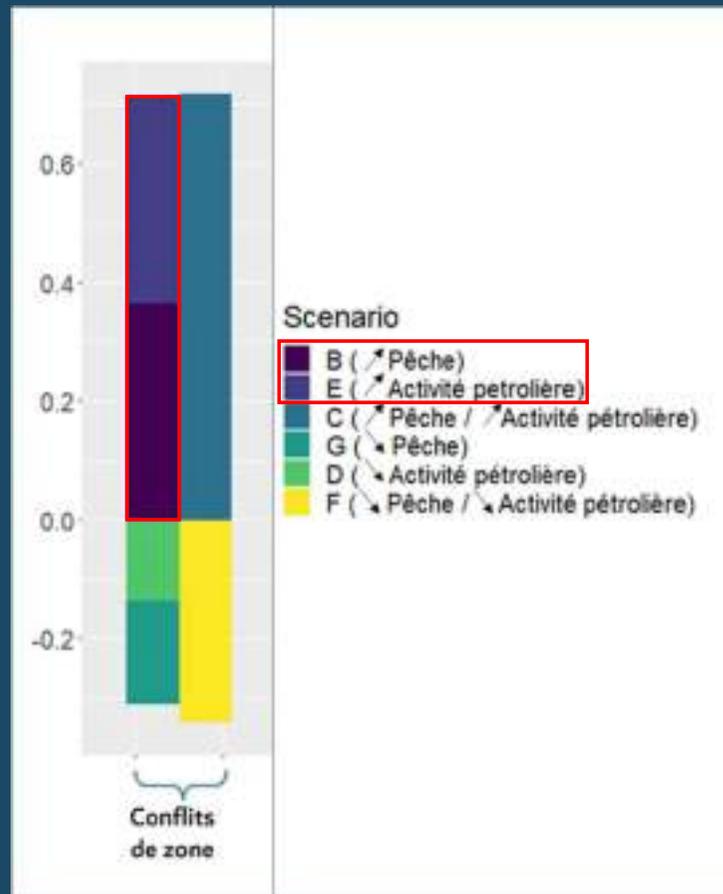
## II. Analyse des impacts cumulés

### Scénarios combinés Pêche/Activité pétrolière



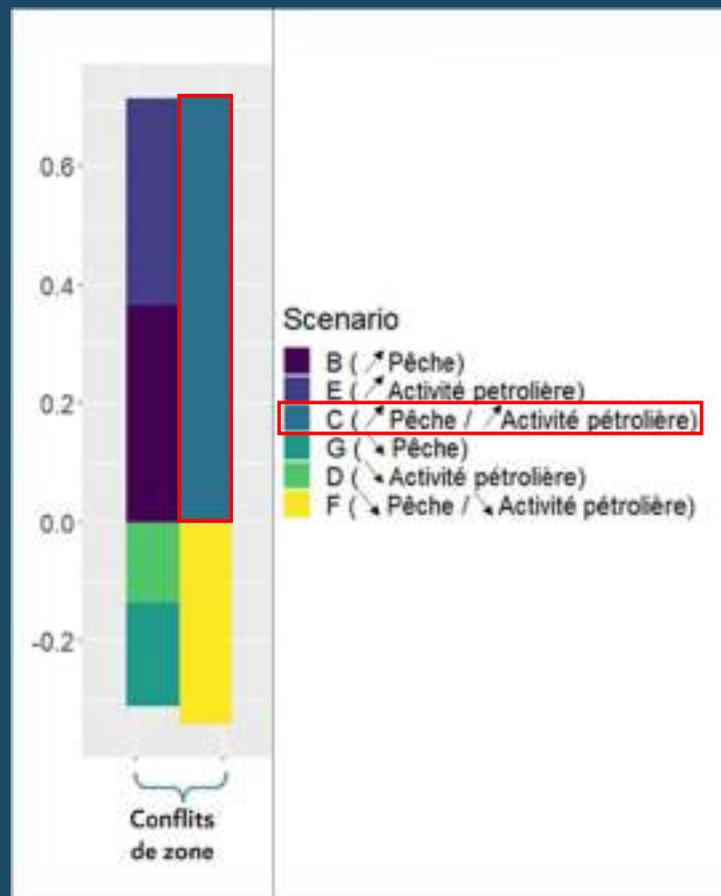
## II. Analyse des impacts cumulés

### Scénarios combinés Pêche/Activité pétrolière



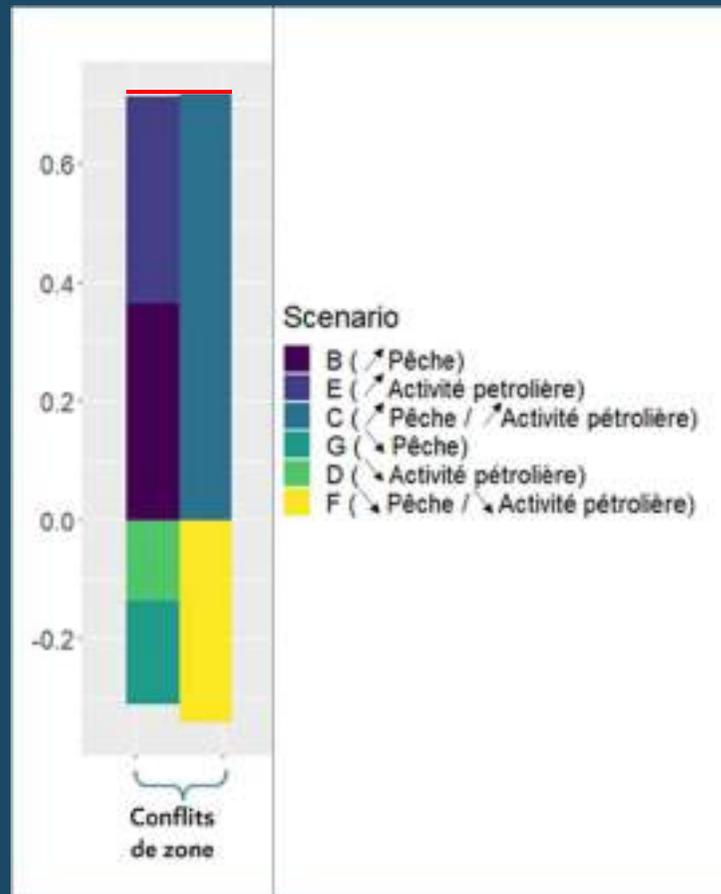
## II. Analyse des impacts cumulés

### Scénarios combinés Pêche/Activité pétrolière



## II. Analyse des impacts cumulés

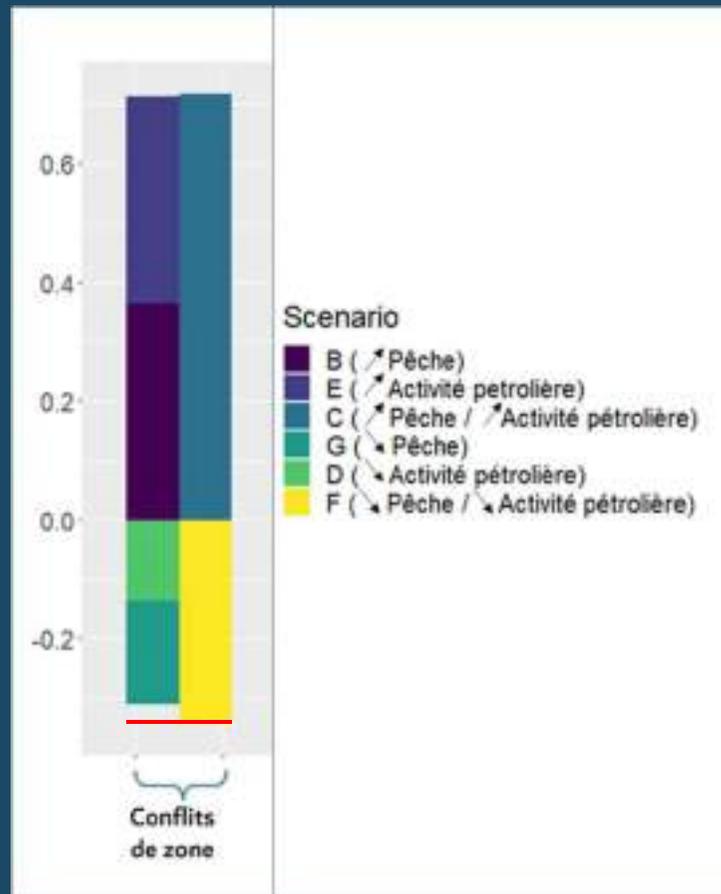
### Scénarios combinés Pêche/Activité pétrolière



EFFET ADDITIF

## II. Analyse des impacts cumulés

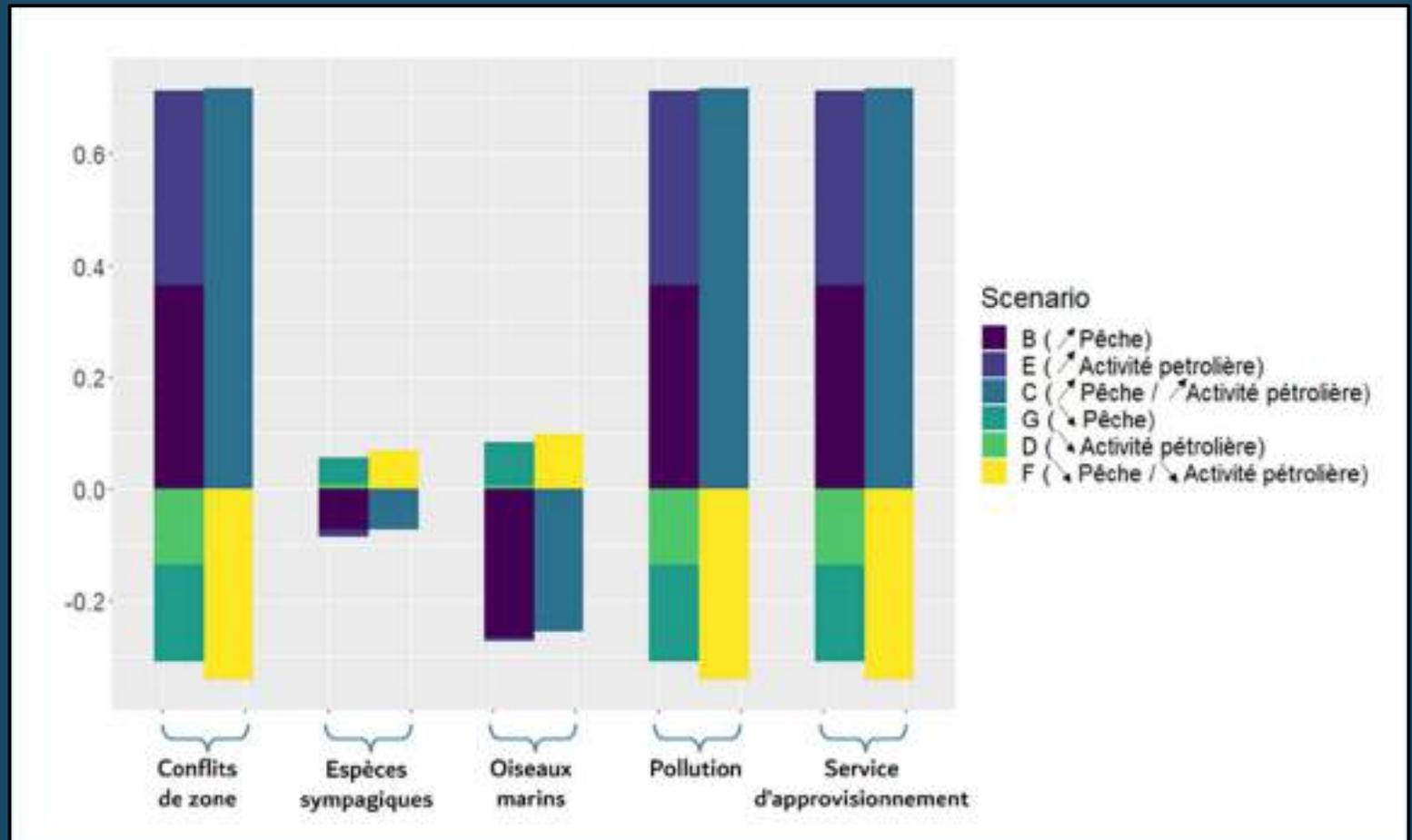
### Scénarios combinés Pêche/Activité pétrolière



FAIBLE EFFET  
SYNERGIQUE

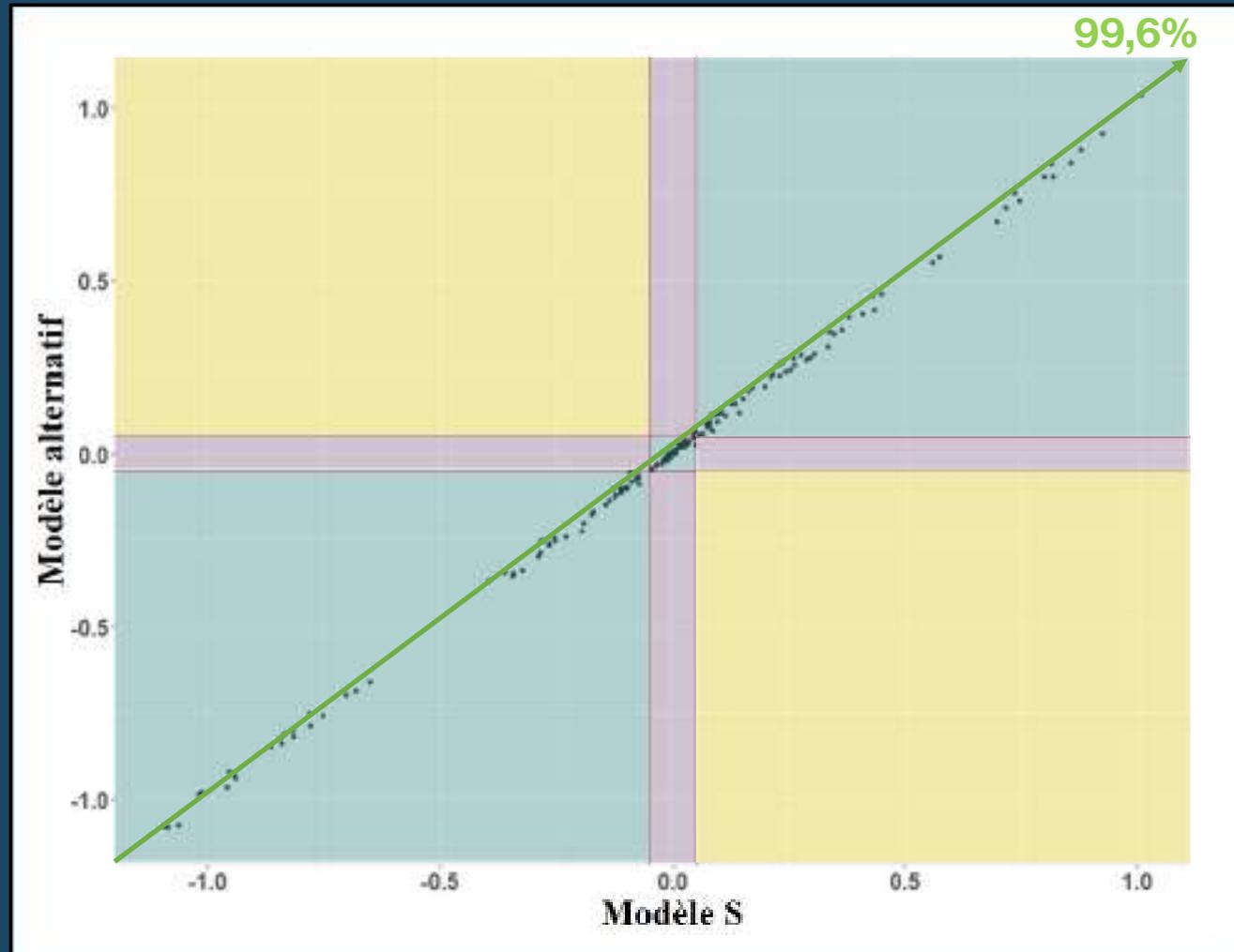
## II. Analyse des impacts cumulés

### Scénarios combinés Pêche/Activité pétrolière

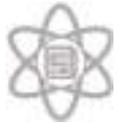


### III. Evaluation de la robustesse du modèle aux incertitudes

#### Approche *a minima*

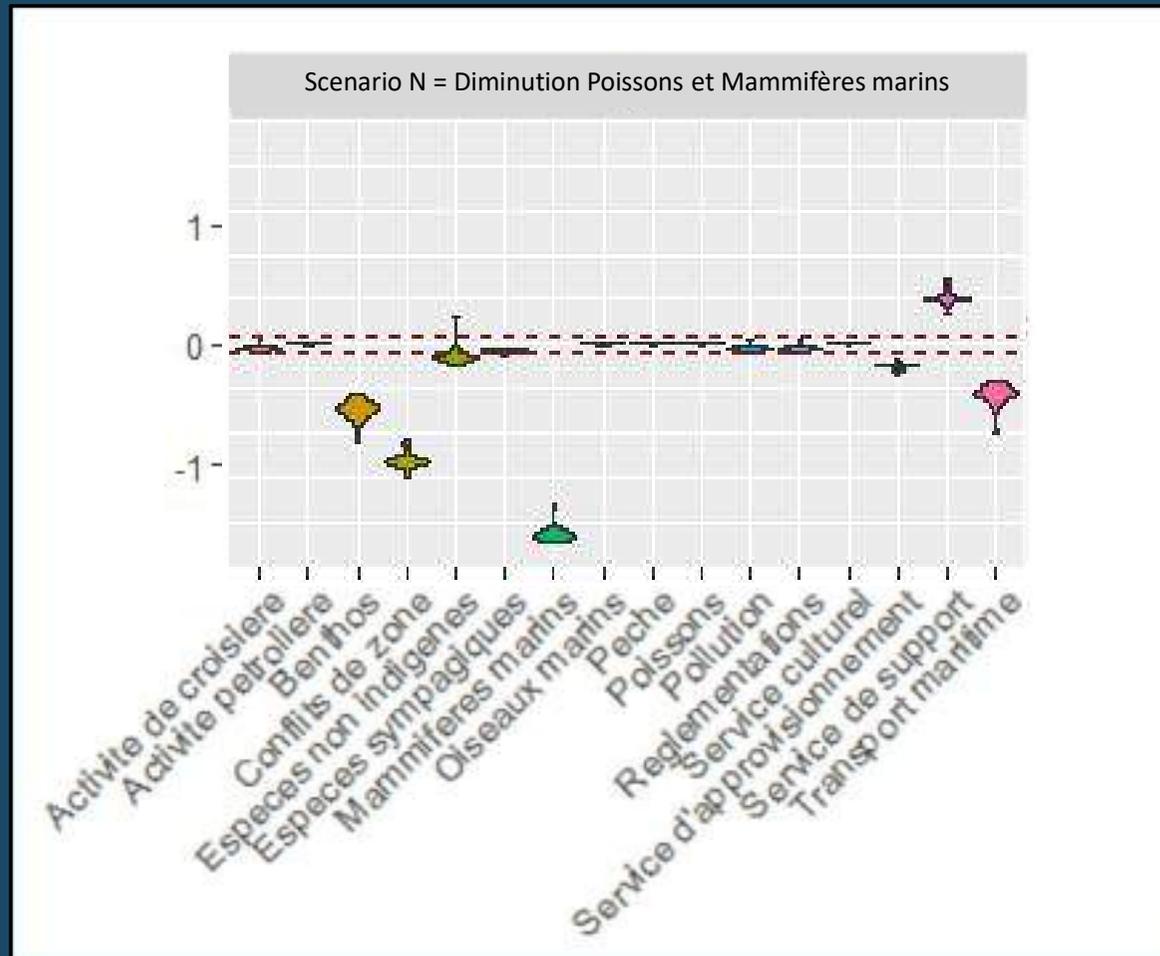


En moyenne, 97,6% d'accord entre les modèles alternatifs et le modèle S



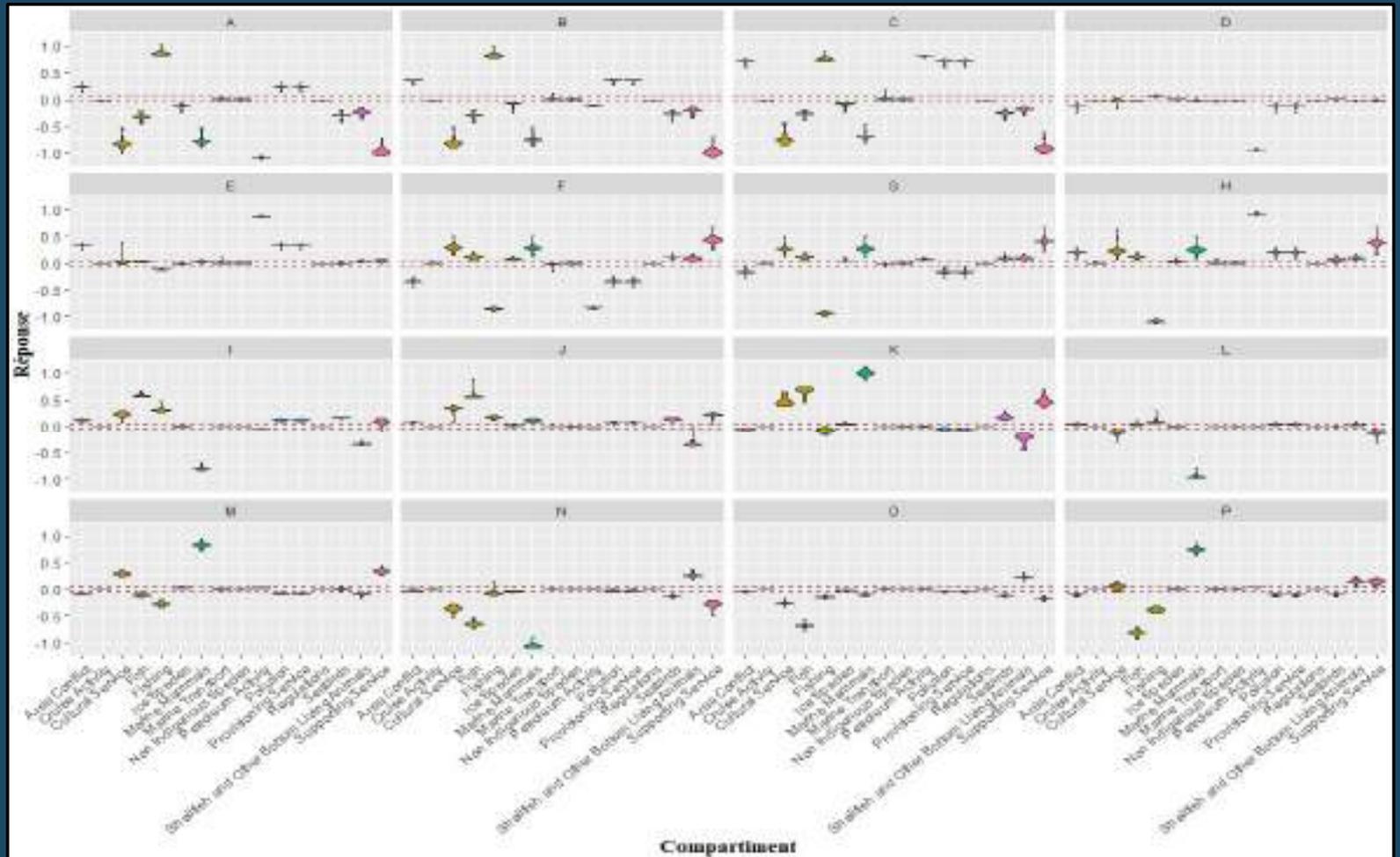
### III. Evaluation de la robustesse du modèle aux incertitudes

#### Approche *a minima*



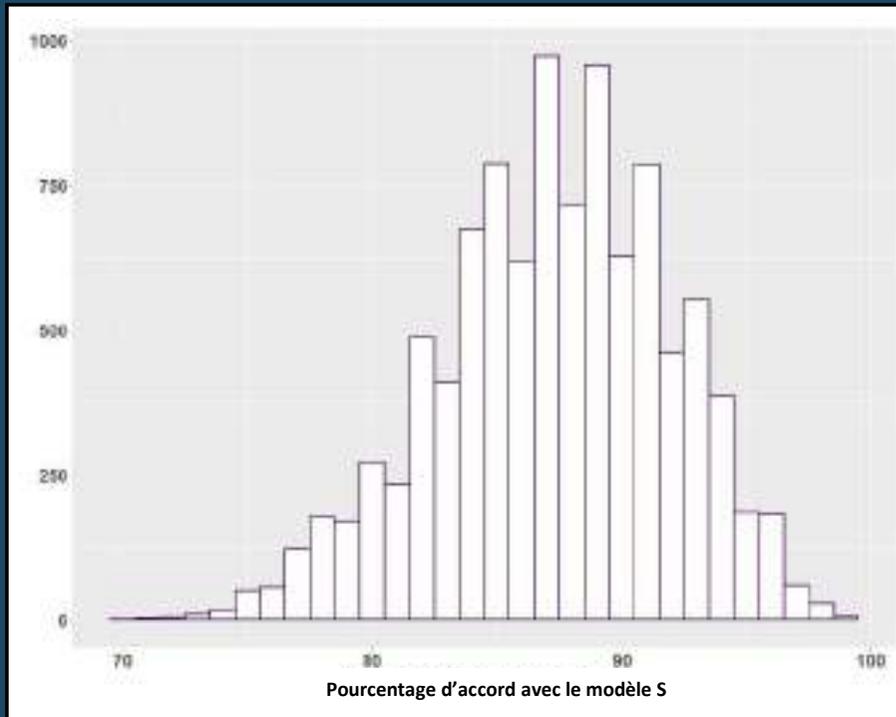
### III. Evaluation de la robustesse du modèle aux incertitudes

#### Approche *a minima*



### III. Evaluation de la robustesse du modèle aux incertitudes

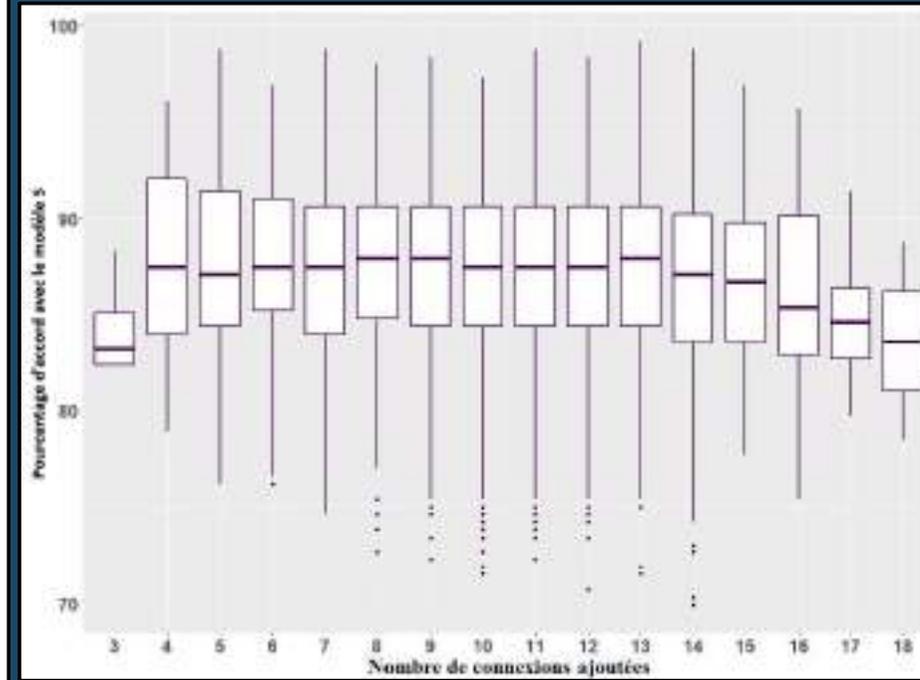
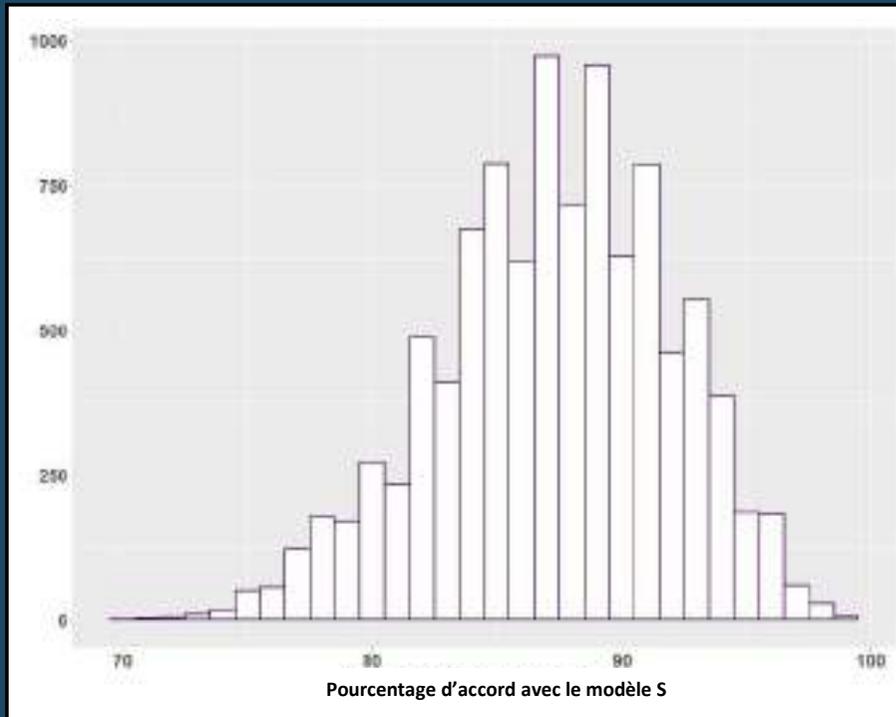
#### Approche *a maxima*



En moyenne, 87,3% d'accord entre les modèles alternatifs et le modèle S

### III. Evaluation de la robustesse du modèle aux incertitudes

#### Approche *a maxima*



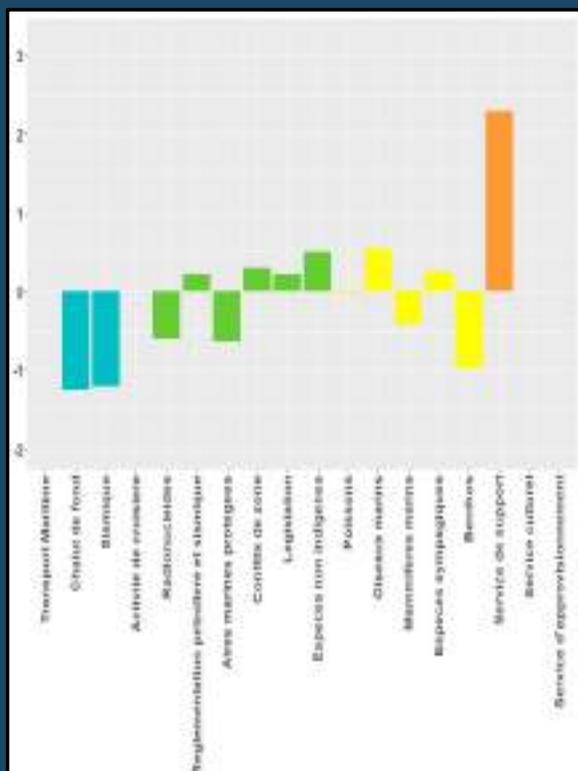
En moyenne, 87,3% d'accord entre les modèles alternatifs et le modèle S



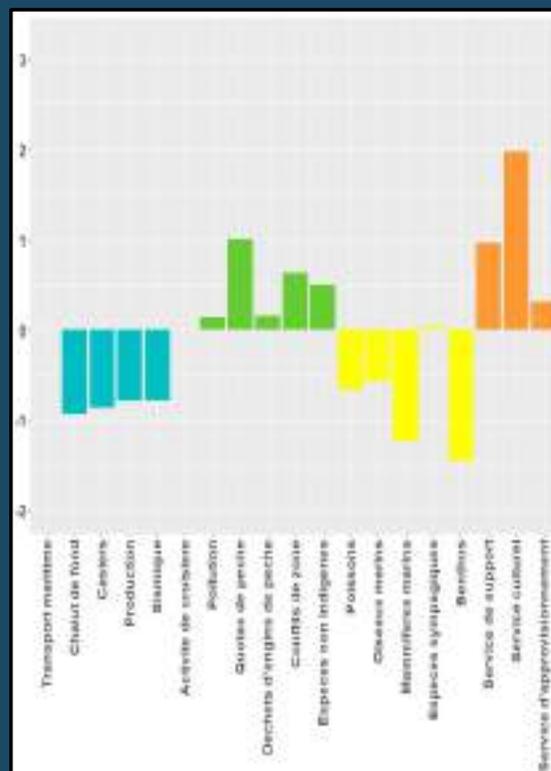
# IV. Comparaison des différents points de vue des parties prenantes

## Les « schémas cachés »

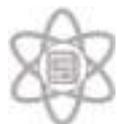
Groupe B



Groupe E



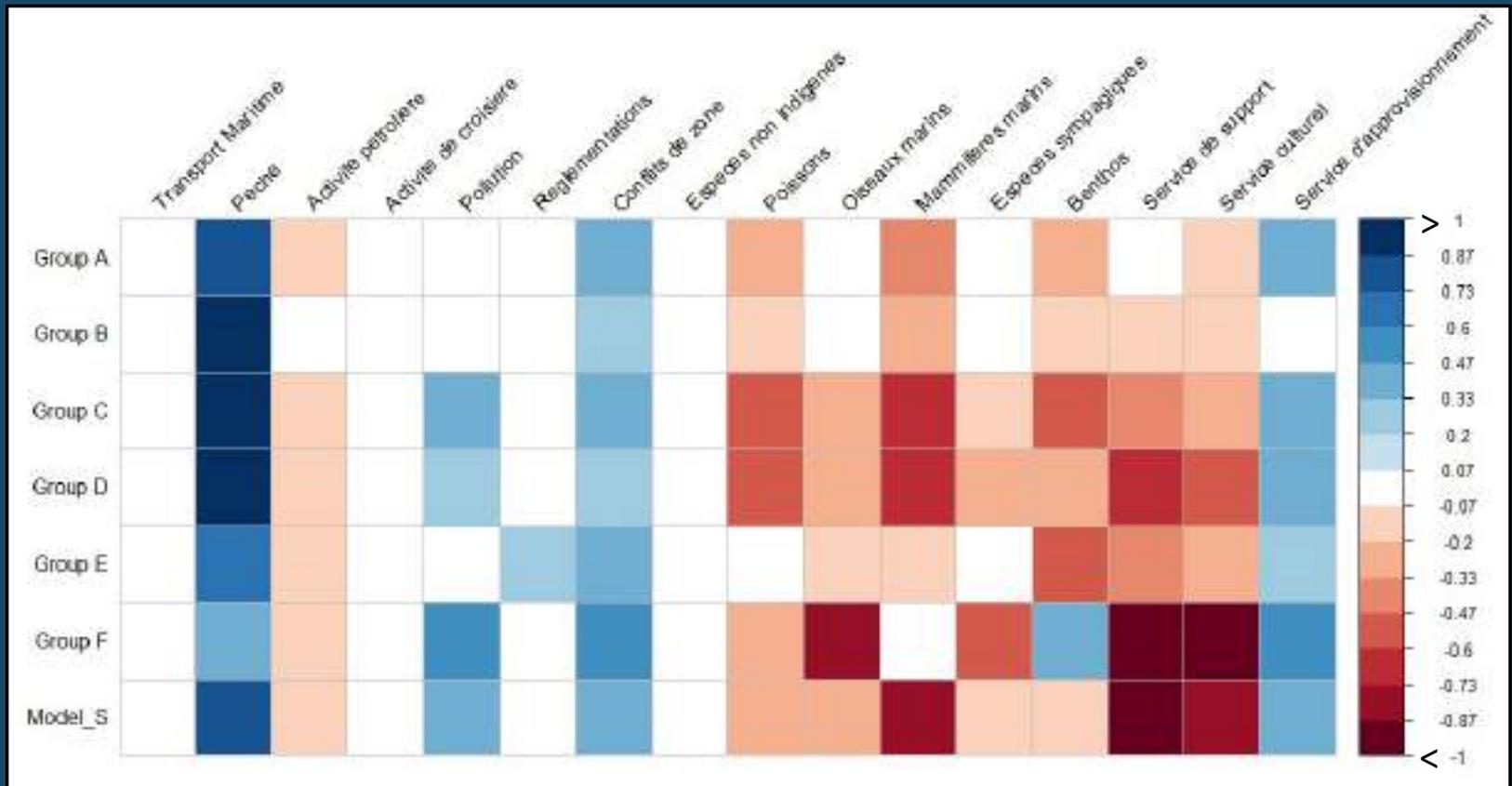
Modèle S



## IV. Comparaison des différents points de vue des parties prenantes

### Les réponses aux scénarios

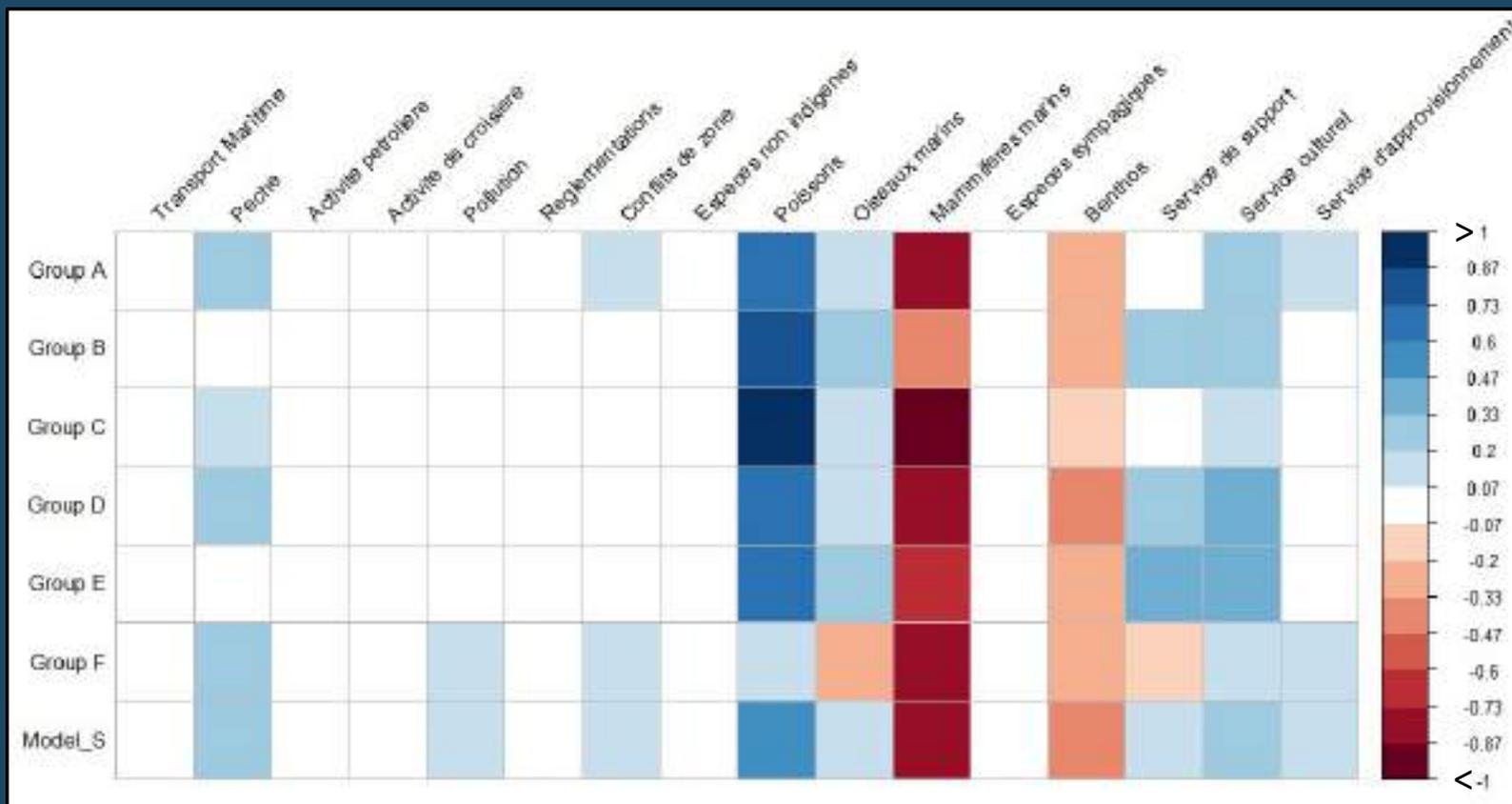
↳ Scénario B = Augmentation de la Pêche

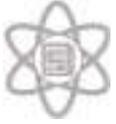


## IV. Comparaison des différents points de vue des parties prenantes

### Les réponses aux scénarios

↳ Scénario B = Augmentation de la Pêche

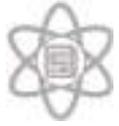




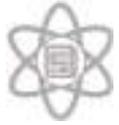
# Conclusions



- I. Les deux méthodes donnent globalement des résultats similaires avec quelques désaccords sur les connexions indirectes**
- II. Les effets d'impacts cumulés sont principalement additifs**
- III. Les conclusions faites sur les scénarios sont relativement robustes à l'ajout de connexions incertaines (pour un nombre limité de connexions ajoutées)**
- IV. Le modèle S constitue un bon compromis entre les différentes représentations faites par les parties prenantes**



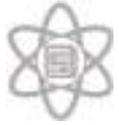
# Perspectives



## Quelle méthode qualitative ?

↳ Une première ébauche de comparaison entre les méthodes FCM et QM



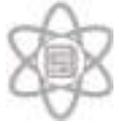


## Quelle méthode qualitative ?

↳ Une première ébauche de comparaison entre les méthodes FCM et QM

↳ Des résultats similaires





## Quelle méthode qualitative ?

- ↳ Une première ébauche de comparaison entre les méthodes FCM et QM
- ↳ Des résultats similaires
- ↳ Les FCM laissent le choix d'ajouter ou non de l'autorégulation sur les compartiments





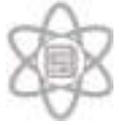
## Quelle méthode qualitative ?

- ↳ Une première ébauche de comparaison entre les méthodes FCM et QM
- ↳ Des résultats similaires
- ↳ Les FCM laissent le choix d'ajouter ou non de l'autorégulation sur les compartiments
- ↳ Les FCM sont facile d'accès



**MentalModeler**

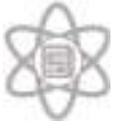




## Une mer de Barents « linéaire » ?

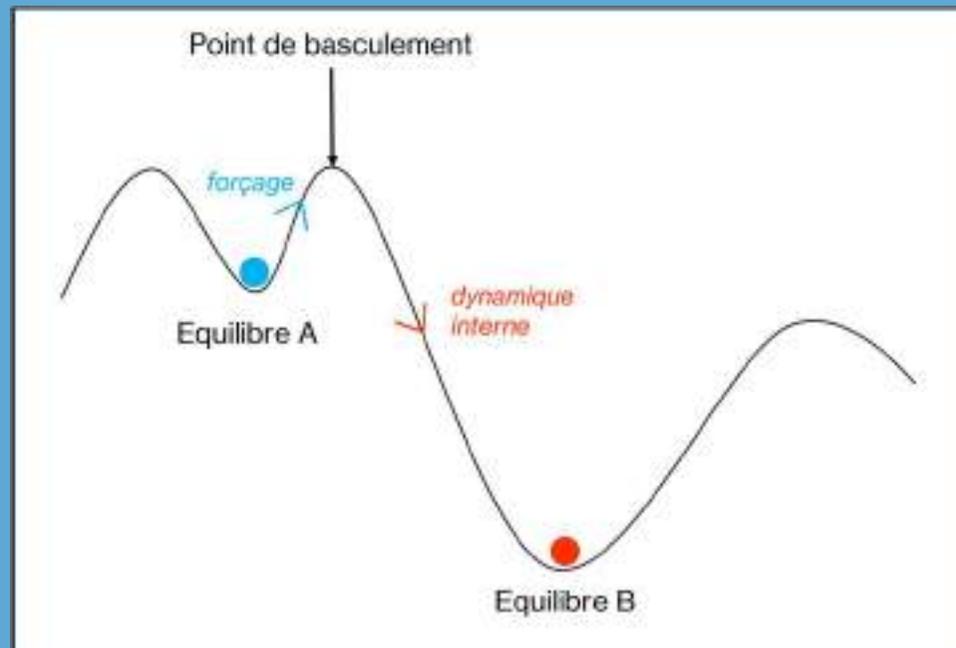
↳ **Des relations proportionnelles entre des pressions et leurs réponses et additivité des pressions cumulées**

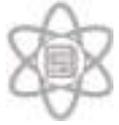




## Une mer de Barents « linéaire » ?

- ↳ Des relations proportionnelles entre des pressions et leurs réponses et additivité des pressions cumulées
- ↳ Biais méthodologique ou réelle caractéristique du système ?

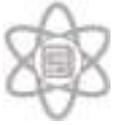




**Quelle est la bonne représentation de la mer de Barents ?**

**↳ Il n'y en a pas. Il y a autant de représentations que de points de vue**



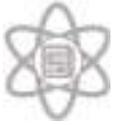


## Quelle est la bonne représentation de la mer de Barents ?

↳ Il n'y en a pas. Il y a autant de représentations que de points de vue

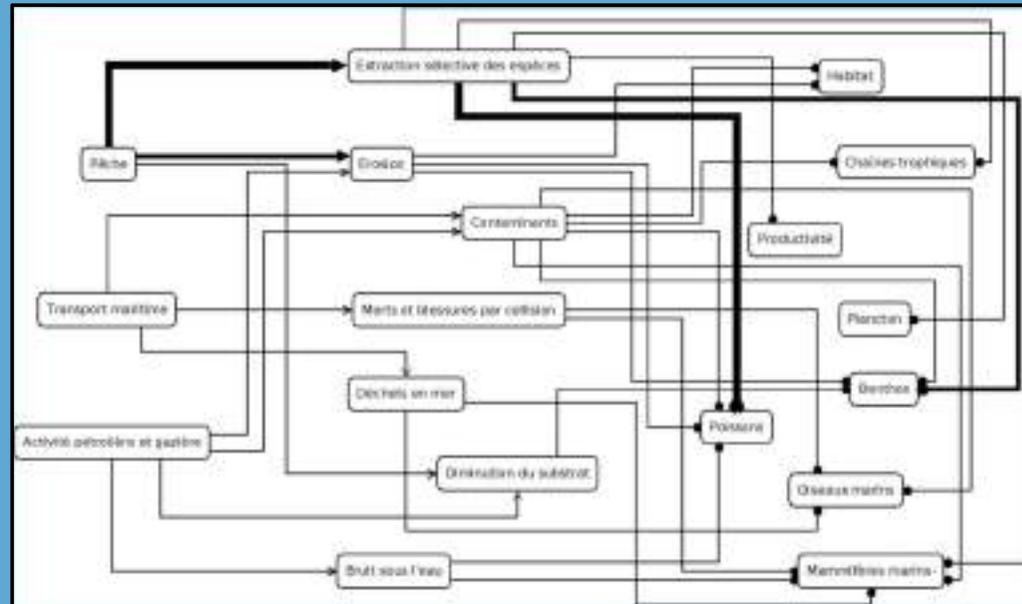
↳ Dans ce mémoire on montre qu'il existe des points communs entre les représentations

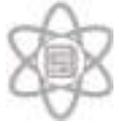




## Quelle est la bonne représentation de la mer de Barents ?

- ↳ Il n'y en a pas. Il y a autant de représentations que de points de vue
- ↳ Dans ce mémoire on montre qu'il existe des points communs entre les représentations
- ↳ Le modèle synthétique est propre au travail des parties prenantes et diffère du modèle du CIEM (2019).

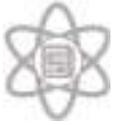




## Contribution potentielle des résultats pour la gestion intégrée

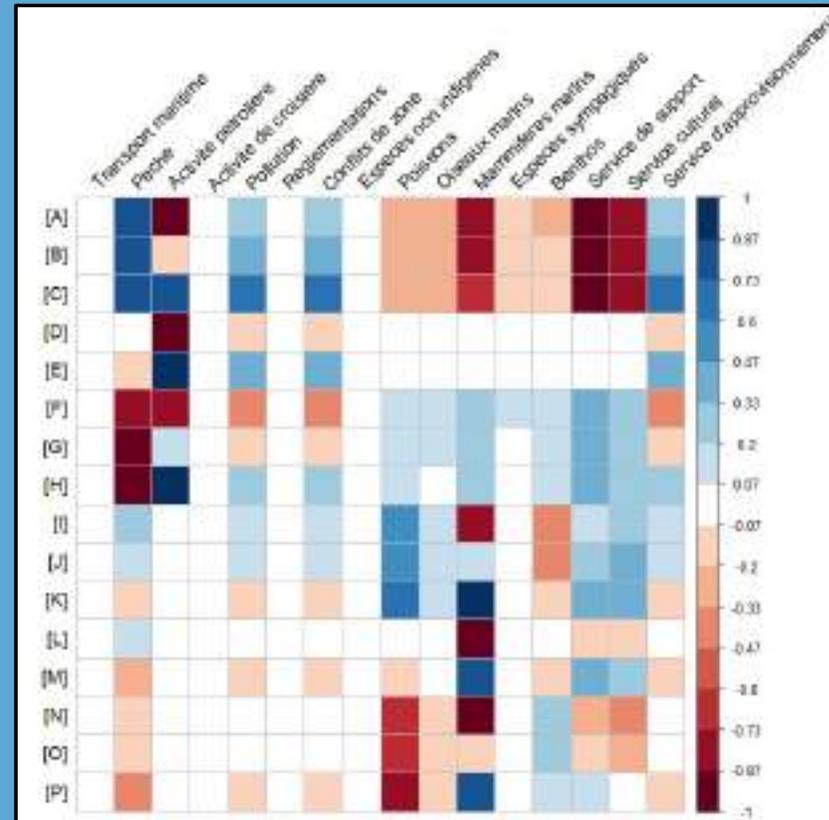
↳ Un seul modèle pour représenter toutes les parties prenantes

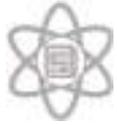




## Contribution potentielle des résultats pour la gestion intégrée

- ↳ Un seul modèle pour représenter toutes les parties prenantes
- ↳ Un recensement rapide des principaux facteurs de risques





## Contribution potentielle des résultats pour la gestion intégrée

- ↳ **Un seul modèle pour représenter toutes les parties prenantes**
- ↳ **Un recensement rapide des principaux facteurs de risques**
- ↳ **La base du développement de modèles quantitatifs plus détaillés et spécifiques**

**Merci de  
votre  
attention !**