

# MODÉLISER LES ÉCOSYSTÈMES MARINS SANS CACHER L'INCERTITUDE

---

PROJET MIMI - ATELIER 1 - 30 septembre 2021

ORGANISÉ DANS LE CADRE  
DU GROUPE PARTENARIAL CNPMM-IFREMER



**mimi**

Partager les représentations,  
les connaissances et les incertitudes  
des socio-écosystèmes marins

# SOMMAIRE

---

PRÉSENTATION DE L'ATELIER .....	4   5
ACTIVITÉ 1 - CONSTRUCTION D'UN MODÈLE .....	6
ACTIVITÉ 2 - IDENTIFICATION DES INCERTITUDES .....	7
FIGURE 1 - MODÈLE D'ÉCOSYSTÈME MARIN - GROUPE 1 .....	8   9
CALQUE 1 - INCERTITUDES - GROUPE 1 .....	10   11
FIGURE 2 - MODÈLE D'ÉCOSYSTÈME MARIN - GROUPE 2 .....	12   13
CALQUE 2 - INCERTITUDES - GROUPE 2 .....	14   15
RÉSULTATS DE L'ACTIVITÉ 1 - CONSTRUCTION D'UN MODÈLE .....	16
RÉSULTATS DE L'ACTIVITÉ 2 - IDENTIFICATION DES INCERTITUDES .....	17
COMPARAISON DES DEUX MODÈLES AVEC LE MODÈLE ISIS-FISH .....	18   19
FIGURE 3 - MODÈLE ISIS-FISH .....	20   21
CONCLUSION .....	22   23

# ATELIER MODÉLISATION ET INCERTITUDE

---

Les écosystèmes marins sont complexes et souvent observés indirectement et partiellement. Il en résulte des représentations simplifiées que l'on appelle modèles et qui peuvent apparaître éloignées du fonctionnement réel des écosystèmes. Il existe de nombreux modèles dont la finalité et l'opérationalité varient. Par exemple, Ifremer a développé ISIS-Fish, un modèle de dynamique de pêche pour tester des scénarios de gestions utilisés dans des projets de recherche et des comités scientifiques proches de la gestion, l'acceptabilité de ces modèles pour aider à la gestion des pêches est facilitée par l'adhésion à ces représentations de l'écosystème.

**Dès lors, faire de la pédagogie sur les modèles, identifier et partager les convergences et les divergences dans les représentations des écosystèmes est un véritable enjeu de la gestion des pêches.**

Bien que nous ayons tous une maîtrise implicite de l'incertitude notamment dans nos prises de décision quotidiennes, l'incertitude associée aux modèles est rarement présentée aux parties prenantes. Pourtant, ne pas présenter l'incertitude peut conduire à faire croire que les sorties des modèles sont certaines et amener à des décisions inadaptées. A l'inverse, mettre l'emphase sur l'incertitude dans les modèles peut réduire leur crédibilité.

**Un défi important de la communication de l'incertitude pour la gestion des pêches est de présenter les sources d'incertitude dans les modèles sans conduire à l'incompréhension et à l'inaction des décideurs.**

Dans le cadre du projet MIMI (Modèles, IMaginaires et Incertitudes), un atelier du groupe de travail partenarial CNPMM-IFREMER s'est tenu pour construire et partager une représentation simplifiée d'un écosystème marin à partir des perceptions et connaissances expertes des participants et pointer les incertitudes dans leur modèle graphique.

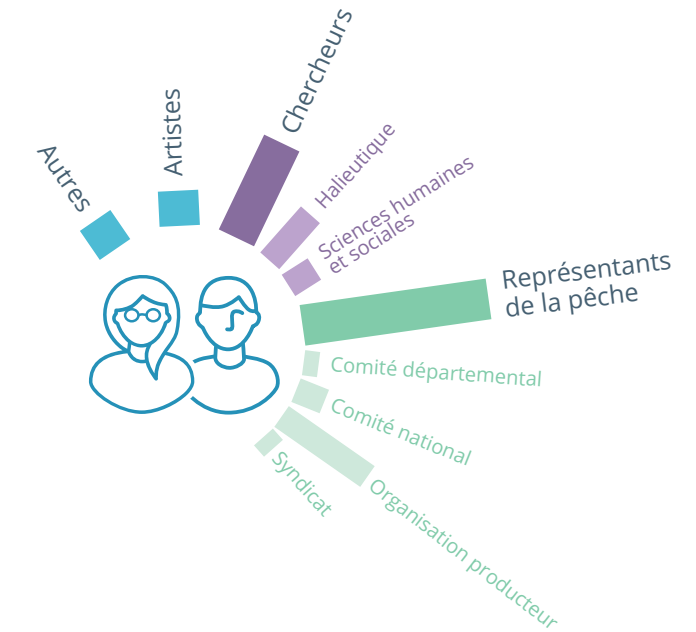


# PRÉSENTATION DE L'ATELIER

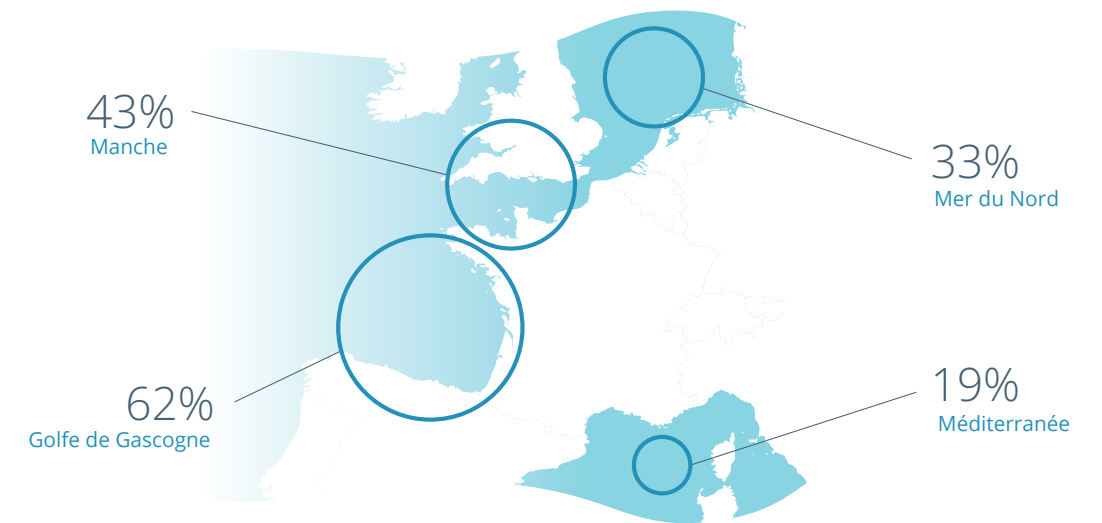
L'atelier s'est tenu le 30 septembre 2021 en visio-conférence sur une journée entière. Il était structuré en brèves présentations suivies de sessions s'appuyant sur une méthode participative exploitant un tableau blanc numérique avec des post-it (logiciel Klaxoon).

Les participants, issus principalement des organisations de producteurs et des comités des pêches (national, régional, départemental) représentaient différentes façades maritimes de la pêche française et différents types de pêcheries (pélagique, démersale, benthique, côtière, hauturière). Pour permettre à chacun de s'exprimer, deux groupes ont été constitués et ont réalisé en parallèle la même séquence d'activités contraintes dans le temps encadrées de trois temps d'échanges avec tous les participants.

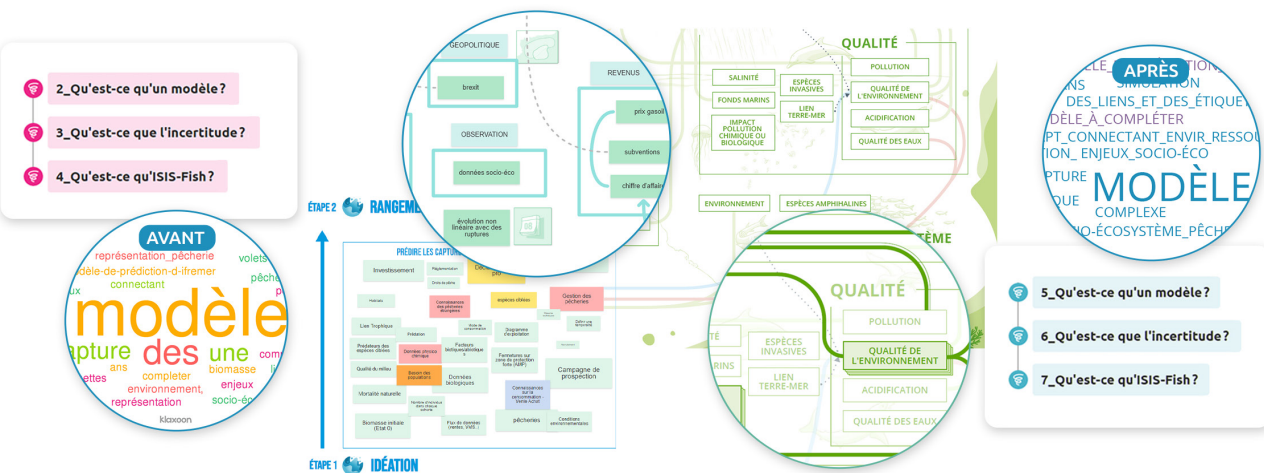
25 PARTICIPANTS



48% S'INTÉRESSENT À PLUSIEURS FAÇADES MARITIMES



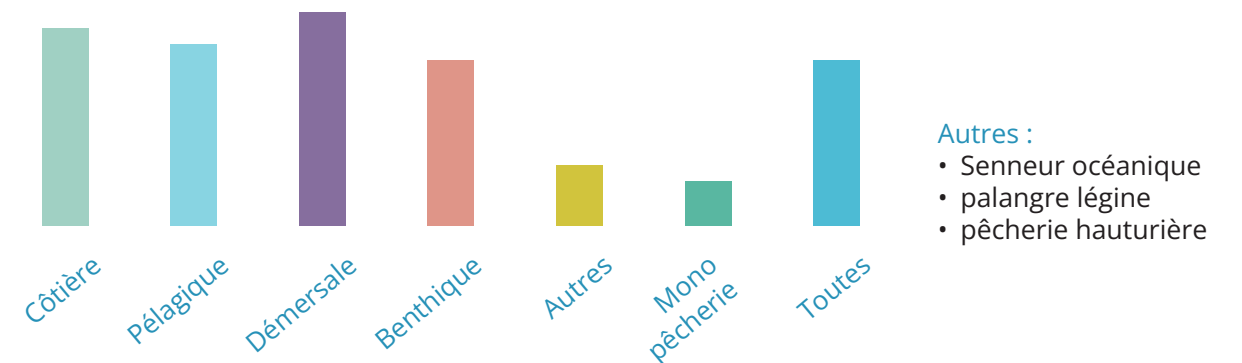
## DÉROULÉ DE L'ATELIER



## LES AUTRES FAÇADES D'INTÉRÊT

La Mer Celtique, Ouest Écosse, Ouest Irlande, Océan Indien, Atlantique, Saint-Pierre, Terres australes et antarctiques françaises, les mers ultrapériphériques et les eaux lointaines.

## PÊCHERIES D'INTÉRÊT



## ACTIVITÉ 1

# CONSTRUCTION D'UN MODÈLE

## CADRAGE

Cette première activité vise à construire collectivement un modèle d'écosystème marin-pêche en identifiant les différents éléments qui le composent (post-it) et les liens entre les éléments (flèches ou traits).

### UN MODÈLE EST UNE REPRÉSENTATION SIMPLIFIÉE DE LA RÉALITÉ.

Un modèle est construit pour répondre à un **objectif**, ici : **prédire les biomasses de l'écosystème et les captures de la pêche dans 5 ans**. En fixant cette échelle de temps, on souhaite se restreindre aux objets et aux liens qui influent sur les biomasses et les captures. Par exemple, la hausse du niveau de la mer ou le réchauffement des océans ne seront pas énormément différents entre aujourd'hui et dans 5 ans et donc on peut considérer que ces objets ou leur influence n'ont pas nécessairement besoin d'être décrits dans le modèle.

Le modèle à construire dans cette activité n'est pas un modèle mathématique dans le sens où il n'y a pas d'équation mais une représentation graphique de ce qui compose l'écosystème marin-pêche et de son fonctionnement.

### CET EXERCICE DE CONSTRUCTION EST ORGANISÉ SUR PLUSIEURS ÉTAPES :

- 1 Idéation des éléments constituant l'écosystème (6min),
- 2 Présentation des compartiments de l'écosystème (Environnement naturel, Ressource, Pêche, Environnement Socio-économique, Gestion) (10min) et rangement des éléments identifiés à l'étape 1 dans les compartiments (10min),
- 3 Ajout des éléments manquants et des liens entre les éléments compartiment par compartiment (15min/compartiment).

### Consultez les deux schémas « modèles » pour découvrir le résultat des groupes de travail.

Les résultats sont analysés dans les pages suivantes.

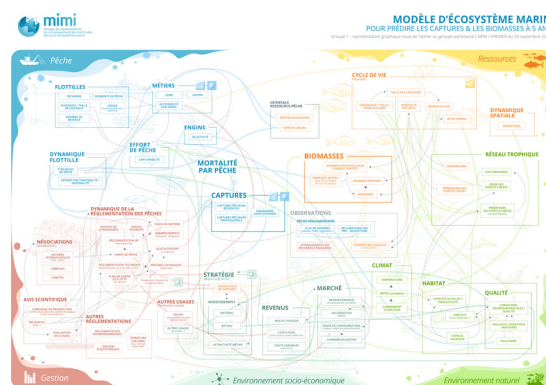


Figure 1  
Modèle d'écosystème marin - groupe 1 - pages 8 | 9

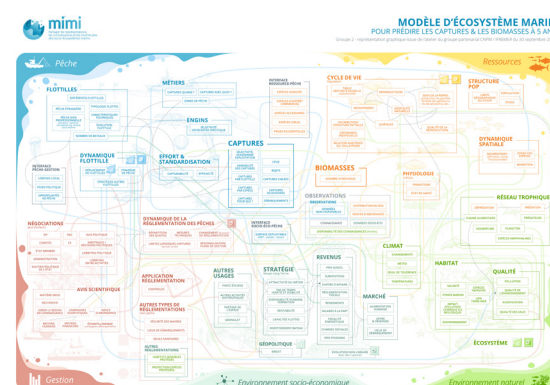


Figure 2  
Modèle d'écosystème marin - groupe 2 - pages 12 | 13

## ACTIVITÉ 2

# IDENTIFICATION DES INCERTITUDES

## CADRAGE

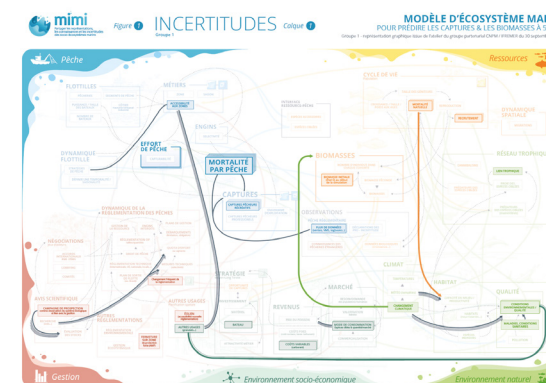
L'écosystème marin est perçu et compris de manière imparfaite. Cette deuxième activité vise à identifier individuellement les objets incertains de chaque compartiment du modèle et à évaluer le niveau de consensus des incertitudes au sein de chacun des groupes.

### CET EXERCICE EST ORGANISÉ EN PLUSIEURS ÉTAPES :

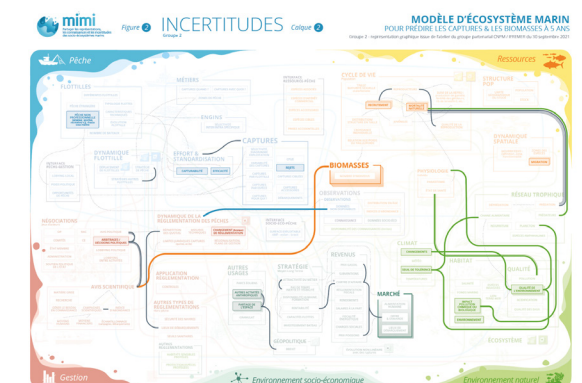
- 1 Identification des objets incertains du modèle pour chaque compartiment (5 min)
- 2 Vote en utilisant le mode « like » des objets les plus incertains pour chaque compartiment (2 min)

### Consultez les deux schémas « modèles » pour découvrir le résultat des groupes de travail.

Les résultats sont analysés dans les pages suivantes.

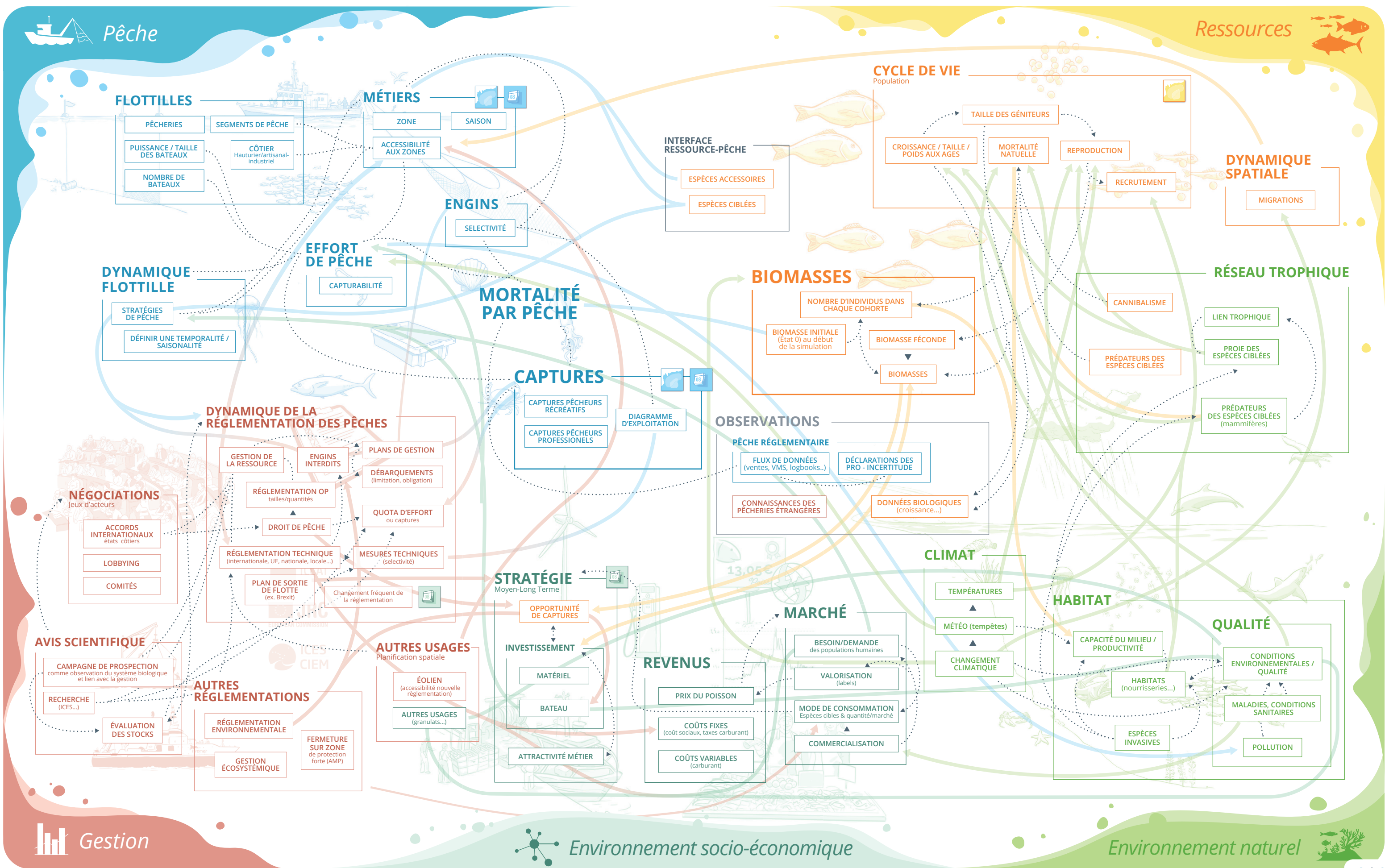


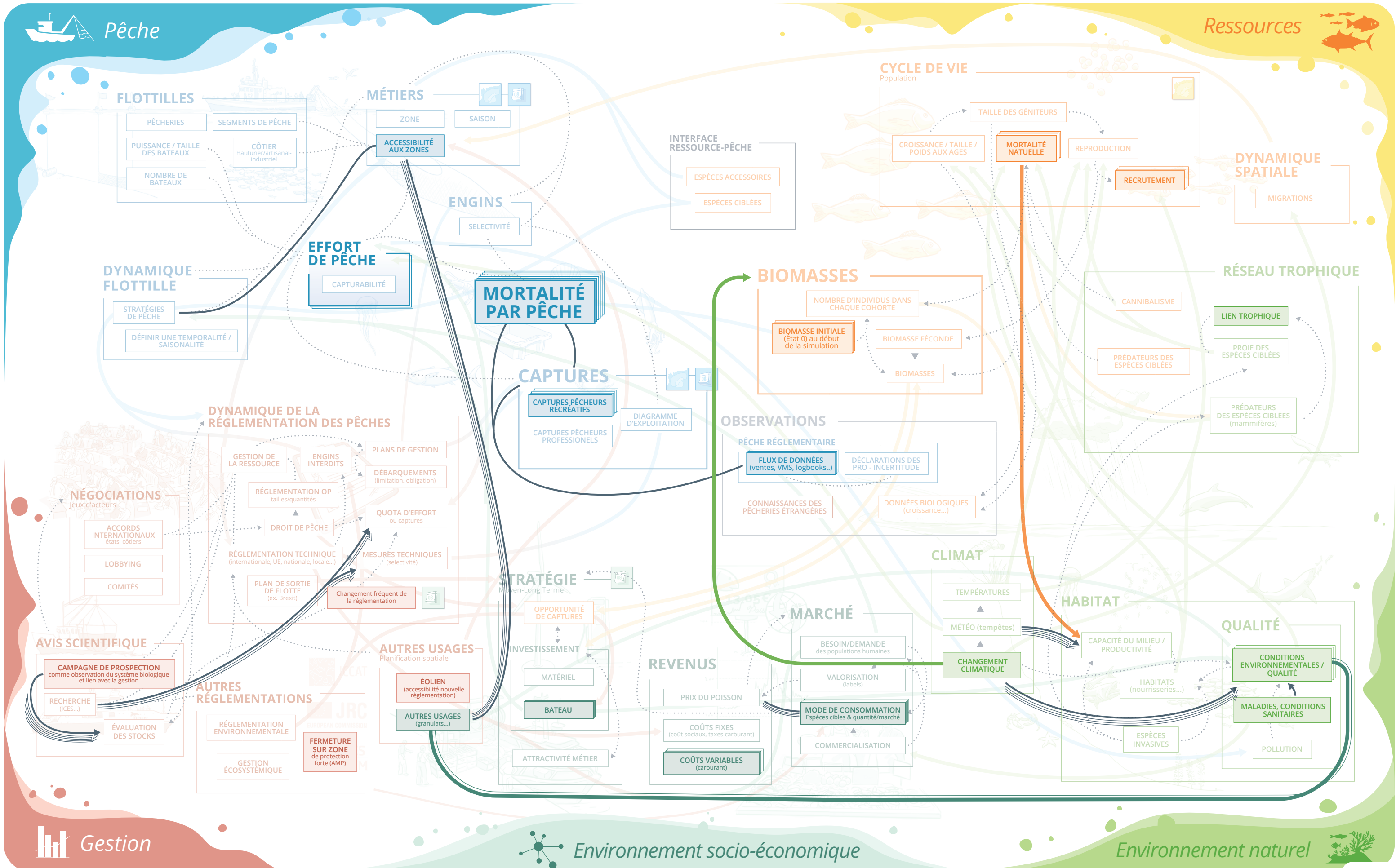
Calque 1  
Incertitudes - groupe 1 - pages 10 | 11



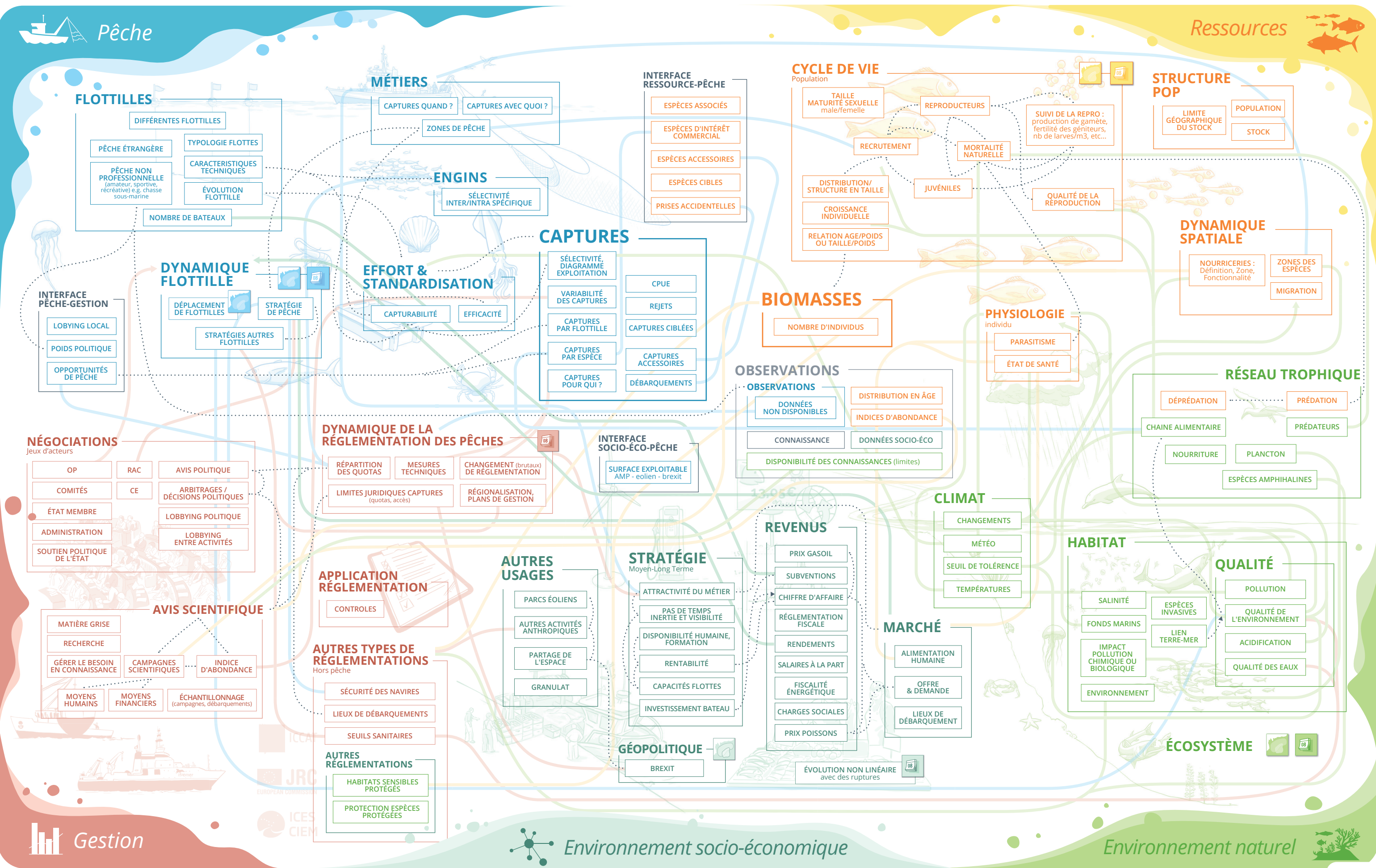
Calque 2  
Incertitudes - groupe 2 - pages 14 | 15

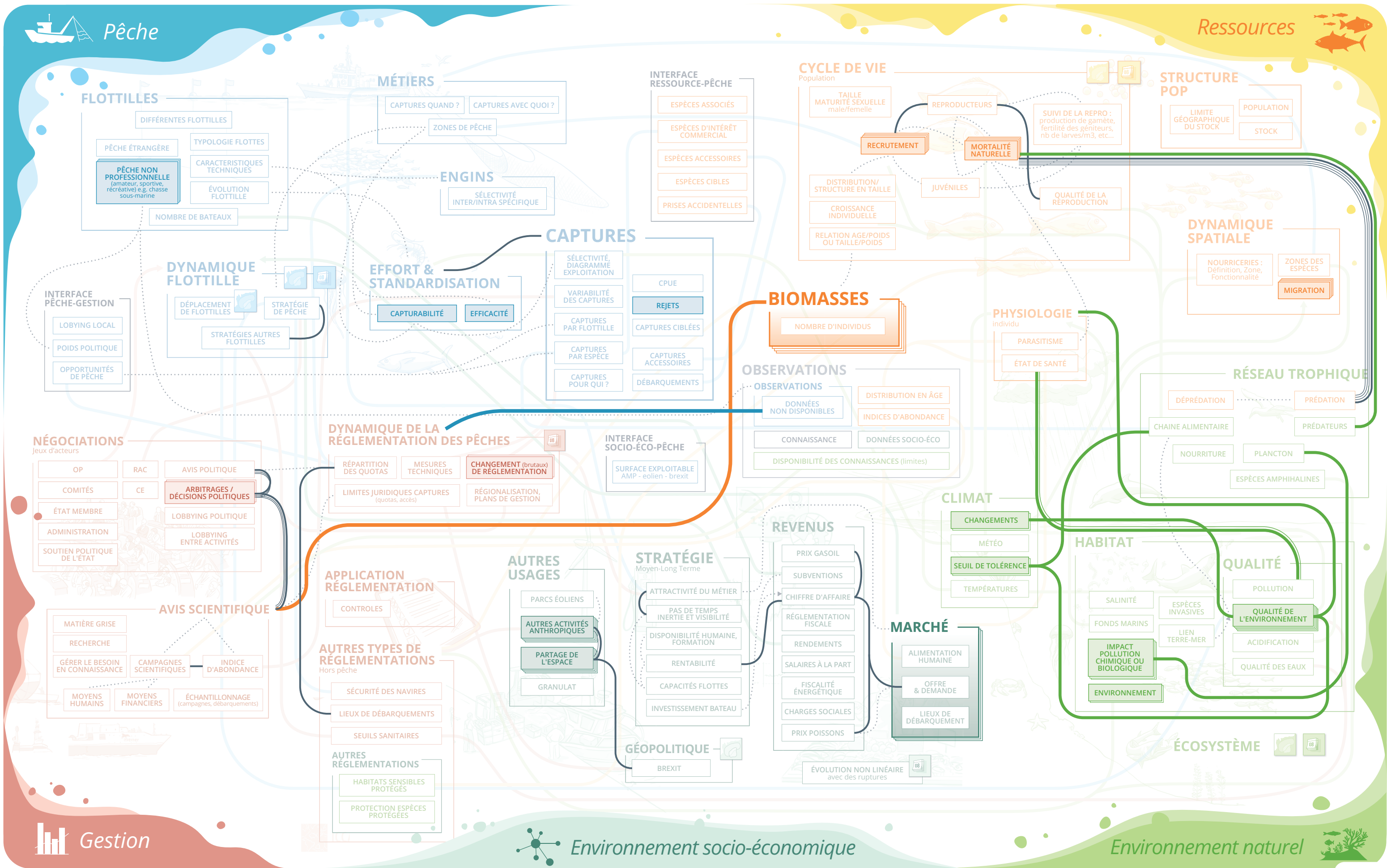














# CONSTRUCTION D'UN MODÈLE

Les deux modèles (Figure 1, Figure 2) ainsi construits témoignent d'une représentation complexe de l'écosystème marin avec des niveaux de précision différents dont on peut toutefois dégager une structure consensuelle. Les deux groupes ont identifié les observations comme un élément nécessaire à la description de chaque compartiment de l'écosystème. Enfin dans les deux modèles, les interactions entre les compartiments sont nombreuses avec la densité la plus forte entre le compartiment ressource et le compartiment environnement naturel.

## RESSOURCE

Le compartiment ressource est centré sur le cycle de vie des populations (croissance, reproduction et mortalité) avec une structuration en stade de vie. Les deux modèles se distinguent par la description de la qualité de la reproduction et de la maturation et le recours à une description à l'échelle individuelle du poisson. La structuration spatiale est apparue comme une dimension importante pour décrire par exemple, les habitats et le stock dans le groupe 2 et les déplacements dans le groupe 1.

## PÊCHE

Le compartiment pêche s'organise de manière similaire dans les deux modèles. La prédiction des captures passe par la description des flottilles et des stratégies de pêche dont la dynamique dépend des contraintes réglementaires et des autres usages (gestion), des rendements et du marché (environnement socio-économique). Les captures changent avec la sélectivité des engins, la saisonnalité et les zones de pratique des métiers et sont le résultat d'un effort de pêche et de la capturabilité. Pour le groupe 2, elles se déclinent selon le ciblage et l'intérêt économique des espèces. Le groupe 1 a explicitement mentionné la mortalité par pêche. Une séparation forte a été exprimée entre la pêche nationale et étrangère et entre les pêcheurs professionnels et récréatifs.

## GESTION

Au sein du compartiment gestion, les deux groupes ont décrit en détails la gestion et souligné sa dynamique rapide. Au-delà des mesures impactant directement l'activité de pêche et sa production, les répercussions des autres réglementations, en particulier associées aux autres usages de l'espace marin ont été décrites. Seul le groupe 2 a mentionné le contrôle. Selon le groupe, la complexité de la gestion est principalement reflétée, soit, par l'explicitation du rôle des différents acteurs, notamment scientifiques, et le poids des négociations soit, par le détail des niveaux de décision et d'application des mesures (international à local).

## ENVIRONNEMENT SOCIO-ÉCONOMIQUE

Le compartiment environnement socio-économique est structuré de façon identique pour les deux groupes autour des éléments de court terme (revenus), la stratégie de moyen-long terme et le marché. Les revenus sont très impactés par les coûts variables (prix du gasoil). La question de l'attractivité du métier est importante pour la stratégie de pêche. Les relations avec les nouveaux usages sont très présentes, notamment en lien avec une évolution des réglementations (gestion). Le groupe 2 a mentionné les effets du Brexit.

## ENVIRONNEMENT NATUREL

Le compartiment environnement naturel s'organise autour du climat, des habitats, du réseau trophique. C'est le compartiment le plus connecté aux autres compartiments et plus particulièrement au compartiment ressource. Les facteurs environnementaux impactant la population peuvent être d'ordre biologique (relations trophiques ou espèces invasives), physico-chimique (qualité des eaux, pollution) ou climatique à court ou moyen/long terme (température).

# IDENTIFICATION DES INCERTITUDES

Pour les deux groupes (Calque 1, Calque 2), le compartiment pêche est le compartiment le moins incertain avec en moyenne sur les 2 groupes un tiers des éléments jugés incertains. À l'opposé, l'environnement naturel et l'environnement socio-éco apparaissent comme les plus incertains avec à peu près les deux tiers des éléments incertains.

## RESSOURCE

Les fortes incertitudes dans le compartiment ressource concernent unanimement le recrutement, la mortalité naturelle en lien avec la capacité du milieu dans un groupe et avec le réseau trophique dans l'autre, et la biomasse conjointement à l'avis scientifique dans un groupe et sa valeur en entrée des modèles dans l'autre. Le groupe 2 a identifié les migrations et la reproduction comme fortement incertaines.

## PÊCHE

Dans le compartiment pêche, les deux groupes partagent la même perception des incertitudes qui se concentrent sur les éléments de l'effort de pêche, la mortalité par pêche et leur lien avec les captures et sur les données réglementaires ou indisponibles pour la gestion comme les rejets ou la pêche récréative. Le groupe 2 a considéré que le lien entre les stratégies était incertain.

## GESTION

Dans le compartiment gestion, les changements réglementaires (dont l'accessibilité des zones) liés à de nouveaux usages et à des arbitrages politiques sont sources d'incertitude pour les deux groupes. Il y a également de l'incertitude autour de la recherche : liens entre avis scientifique, décision politique et débarquement ; décalage temporel entre observations, évaluation et mise en œuvre des décisions politiques; lien entre campagne scientifique et indice d'abondance, financement de la recherche.

## ENVIRONNEMENT SOCIO-ÉCONOMIQUE

Dans le compartiment environnement socio-économique, les deux groupes s'accordent sur les incertitudes l'impact de l'évolution des modes de consommation sur le marché et les espèces ciblées, évolution du prix du carburant, effets des nouveaux usages, et rentabilité. Le groupe 2 a identifié l'incertitude sur l'évolution du partage de l'espace post Brexit.

## ENVIRONNEMENT NATUREL

Dans le compartiment environnement naturel, la qualité de l'environnement, les changements associés au climat et les liens entre l'environnement naturel et le compartiment ressource sont les éléments les plus incertains pour les deux groupes. Dans le groupe 2 les incertitudes des impacts de la pollution sur l'habitat et sur l'état de santé des populations marines ont été unanimement relevées.

# COMPARAISON DES DEUX MODÈLES AVEC LE MODÈLE ISIS-FISH

Lors d'un atelier précédent (31 août 2021) les scientifiques connaissant le modèle ISIS-Fish ont réalisé un exercice minuté de construction de représentation graphique du modèle ISIS-Fish avec le même cadrage que l'activité 1 et le même outil. Le résultat (Figure 3, format A3) a été présenté aux participants en montrant les points communs et les différences entre les 3 modèles sans avoir le temps de beaucoup échanger sur cette comparaison.

Les modèles construits pendant cet atelier sont beaucoup plus complexes que la représentation d'ISIS-Fish. Autant les compartiments Pêche et Ressource présentent de nombreuses similarités et un niveau de détails analogue dans la description des éléments et des liens, autant les trois autres compartiments sont extrêmement plus simplifiés dans le modèle ISIS-Fish. Ces différences s'expliquent facilement par la particularité du modèle ISIS-Fish qui décrit davantage une pêcherie qu'un écosystème.

## QUIZZ MODÈLE, INCERTITUDE, ISIS-FISH

Modèle et incertitude sont des concepts vastes et flous dont l'usage dans le langage commun peut s'écarter de l'usage technique dans la modélisation pour l'aide à la décision. Le quizz réalisé en début et fin d'atelier avait pour objectif d'évaluer la diversité des définitions des participants et de mesurer les changements induits par la participation aux activités. Les réponses au quizz sont représentées par des nuages de mots.

### NUAGES MODÈLE



Les 4 expressions majoritaires (simulation, prédiction, représentation, simplification de la réalité) sont les mêmes en début et en fin d'atelier. Elles démontrent une connaissance du concept, de son utilisation pour prédire ainsi que de la différence entre le modèle et le système qu'il décrit avant la participation à l'atelier. Même si le nombre de mots ou d'expressions choisies pour définir un modèle est plus réduit après les activités qu'en début d'atelier, de nouveaux mots empruntés au vocabulaire de l'activité construction d'un modèle (liens et éléments) sont apparus dans la liste en fin d'atelier. On note aussi que les mots « mathématiques » et « hypothèse de base » ont disparu et laissé place au terme « subjectif » pouvant s'expliquer par l'exercice graphique de construction du modèle sans avoir recours aux équations mathématiques.

### NUAGES INCERTITUDE

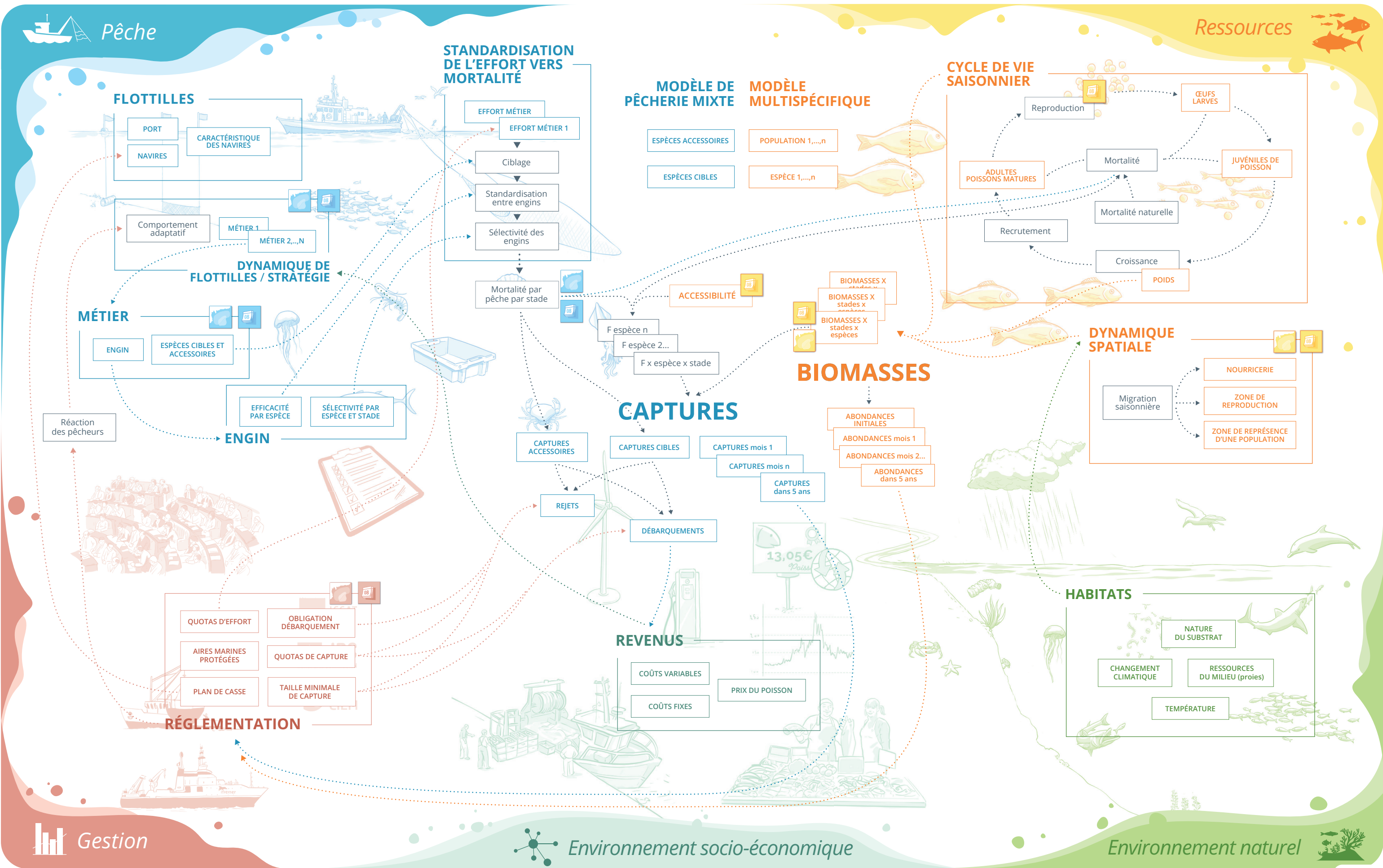


La notion d'incertitude apparaît connue des participants dès le début de l'atelier. A l'issue de l'atelier, les expressions sont moins nombreuses, plus précises et comportent peu d'interprétation sensible, contrairement à la liste pré-atelier (beauté, humain par exemple). Celles majoritairement citées sont passées de sept à trois et font globalement partie du registre de langage lié au modèle. Seule la notion d'inconnu demeure dans les expressions majoritaires en fin d'atelier. Notons que la notion d'aléa et la notion de risque ont disparu en fin d'atelier, cette dernière étant précisée en « risque erreur ». Cela peut s'expliquer par la concentration des réponses post-atelier autour de la notion d'incertitude directement liée à un modèle.

### NUAGE ISIS-FISH



Contrairement aux deux autres termes, le nombre de mots pour définir ISIS-Fish en fin d'atelier est plus important et le vocabulaire plus précis qu'en début d'atelier. On note de longues expressions reprenant les compartiments d'un écosystème marin décrits dans ISIS-fish et le vocabulaire utilisé pour l'activité de construction des modèles. Cet atelier a permis à tous les participants de savoir qu'il s'agissait d'un modèle pour simuler des pêcheries (expressions les plus abondantes et disparition en fin d'atelier d'expressions vagues).





# CONCLUSIONS

---

La participation à cet atelier a été active autant dans les contributions écrites que les prises de paroles par l'ensemble des participants.

## MODÈLE

- Les deux groupes ont construit sans difficulté deux modèles d'écosystèmes marins qui proposent une représentation graphique exhaustive et consensuelle de l'écosystème sans passer par la formulation d'équation mathématique. Ces deux modèles montrent une **connaissance commune** du fonctionnement des écosystèmes tant dans le cycle de vie des espèces exploitées par la pêche que dans les liens forts entre ces espèces et l'environnement naturel. La dimension spatiale et saisonnière est souvent ressortie pour caractériser les éléments de tous les compartiments de l'écosystème donnant une vision dynamique à cette représentation statique.
- Les acteurs se sont particulièrement attachés à décrire avec beaucoup de précision les compartiments gestion et environnement socio-économique ainsi que les liens entre ces compartiments et le compartiment pêche. Malgré deux groupes partageant une même représentativité des acteurs de la pêcheurs, des différences émergent entre les deux modèles (par ex. mortalité par pêche explicitée dans l'un, la physiologie des individus d'une ressource dans l'autre) **démontrant qu'il n'existe pas une seule représentation possible et crédible d'un écosystème marin mais plusieurs.**
- Malgré la contrainte temps pour la construction, **les représentations fourmillent de boîtes et de liens, témoignant de la complexité des écosystèmes et des modèles associés**, que les acteurs ont eux-mêmes qualifié « d'usine à gaz ».
- En plus de la dynamique spatiale et saisonnière décrite au sein des 5 compartiments, des notions plus complexes de la dynamique des écosystèmes ont été explicitées comme des changements brutaux et des effets de seuils principalement en lien avec l'environnement naturel et socio-économique.
- Les réponses à la question « qu'est-ce qu'un modèle ? » en début et fin d'atelier, ainsi que la construction de la représentation graphique d'un écosystème marin pour prédire les captures et les biomasses à 5 ans démontrent que le **concept de modèle est connu comme une représentation simplifiée de la réalité et un outil permettant de simuler et prédire.** L'atelier a permis de démontrer qu'en décrivant les éléments qui constituent l'écosystème marin et les liens qui les unissent, **les acteurs pouvaient aisément en proposer une représentation graphique de l'écosystème pour répondre à une question particulière.**

## INCERTITUDE

- L'identification des incertitudes dans les modèles construits durant l'atelier n'a rencontré aucune difficulté, traduisant une manipulation aisée de ce concept.
- Les deux groupes partagent une perception commune des éléments ou des mécanismes mal connus dans le modèle. **Comme on pouvait s'y attendre, le compartiment pêche est celui qui semble décrit avec le plus de certitude, alors que l'environnement socio-économique, l'environnement naturel et la gestion soulèvent beaucoup d'incertitude.**
- L'analyse des éléments incertains a fait ressortir des liens qui n'avaient pas été identifiés dans l'étape de construction du modèle, montrant que si la durée de l'exercice de construction du modèle avait été plus longue, le modèle aurait été probablement encore plus complexe et que les incertitudes des éléments d'un écosystème font s'interroger sur les mécanismes entre les éléments. **Reconnaître que ces liens sont eux-mêmes incertains montrent l'importance d'améliorer la connaissance sur les éléments et les mécanismes entre ces éléments pour affiner les prédictions des captures et des biomasses.**

L'organisation de cet atelier dans les conditions « covid » a été l'occasion de proposer une méthode innovante et réutilisable/reproductible (Klaxoon + séquence de travail) de construction 1) d'une représentation graphique d'un écosystème marin et 2) de la description des incertitudes au sein de cette représentation. Elle a permis de démystifier les modèles, de partager des représentations de l'écosystème marin mais aussi de révéler des compréhensions et des méconnaissances communes des éléments et des mécanismes de l'écosystème marin.



## CONTACTS PROJET

---

Stéphanie Mahévas  
Stephanie.Mahevas@ifremer.fr

Sophie Pardo  
Sophie.Pardo@univ-nantes.fr

## REMERCIEMENTS

---

La direction scientifique de l'Ifremer, les modélisateurs ISIS-Fish (Pablo Vajas, Jean-Baptiste Lecomte, Antoine Ricouard, Charlotte Sève), Oscar Navarro (Professeur en Psychologie sociale et environnementale).

## LES ÉQUIPES SCIENTIFIQUES D'ANIMATION DES 2 GROUPES

---

**GROUPE 1 :** Morgane Travers-Trolet (animatrice modèle et incertitude), Sophie Pardo (animatrice incertitude et scribe), Youen Vermard (animateur modèle et scribe).

**GROUPE 2 :** Stéphanie Mahévas (animatrice modèle et incertitude), Sigrid Lehuta (animatrice modèle et incertitude), Vincent Badts (scribe).

## LES PARTICIPANTS (PROFESSIONNELS, SCIENTIFIQUES ET ARTISTES) :

---

**GROUPE 1 :** Margot Angibot, Alain Biseau, Christian Cloutour, Jérôme Fihey, Marc Ghiglia, Salomé Khatib, Nicolas Michelet, Perrine Mornay, Solène Prevalet, Gaëlle Renard, Dominique Thomas, Morgane Ramonet.

**GROUPE 2 :** Cécile Beaudéan, Fiona Bigey, Jérôme Blin, Perrine Cuvilliers, Jérôme Jourdain, Gilles Lazuech, Frank Le Barzic, Solene Repairs, Marion Thomas.



<https://projet-mimi.fr>

