

Durabilité, résilience et changement de régime en modélisation et simulation participative

*Raphaël Duboz
Étienne Delay*

Cirad, UMR Astre, UMR Sens, IRD UMMISCO, UCAD, Dakar, Sénégal



Carte d'identité du projet : Recherche Action Participative

3 Composantes

4 Pays

6 Living Labs

14 Instituts partenaires



110 Chercheuses et Chercheurs

67 stages

7 thèses



Projet
2021-2026

 Lieu d'activité
 Pays partenaire



Financement et cofinancement :

- Union européenne (4M€)
- Agence Française de Développement (2M€)
- Cirad (3,1M€)
- IRD (0,47M€)



Projets Intégrés:



TAZCO

DELTA



Pays :

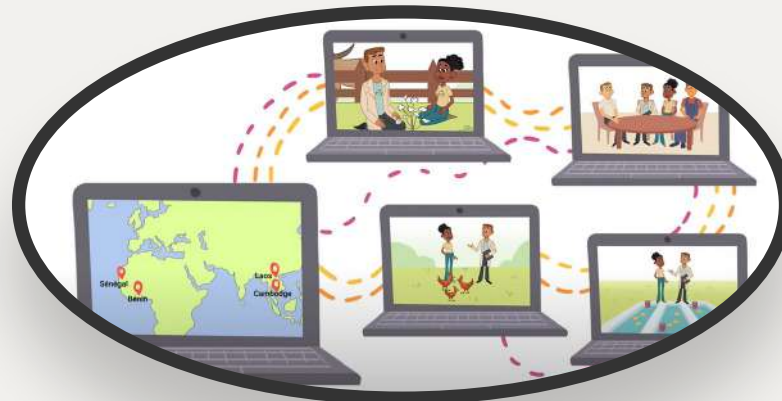
- **Sénégal:** Lac de Guiers
- **Bénin:** Zone cotonnière et maraîchère
- **Laos:** Province de Champasak
- **Cambodge:** Province de Battambang

3 Composantes

Living Labs



Gestion des Connaissances
Modélisation



Ruche de Projets et
coordination

Raphaël Duboz, Etienne Delay

Durabilité Résilience Changement(s) de régime (s)

Application pêcheurie continentale

Contexte :

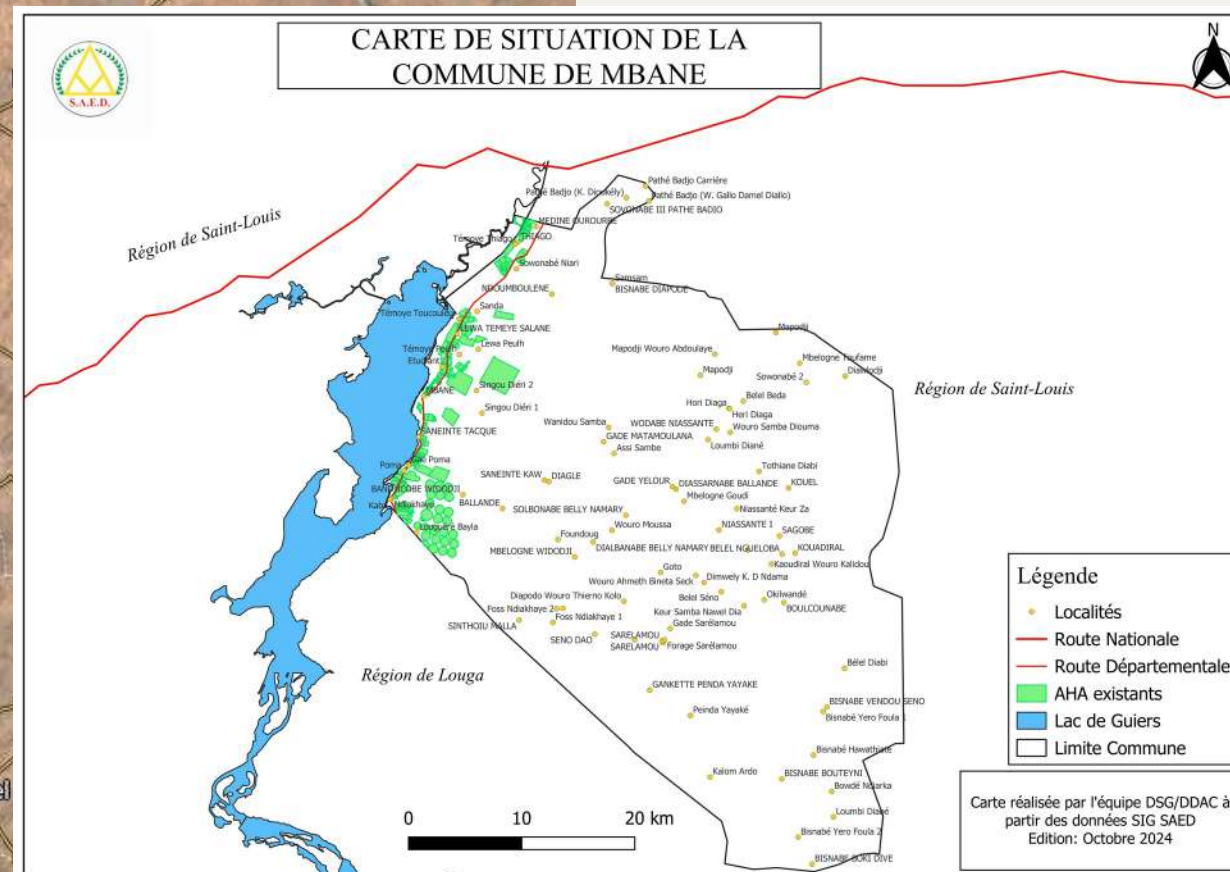
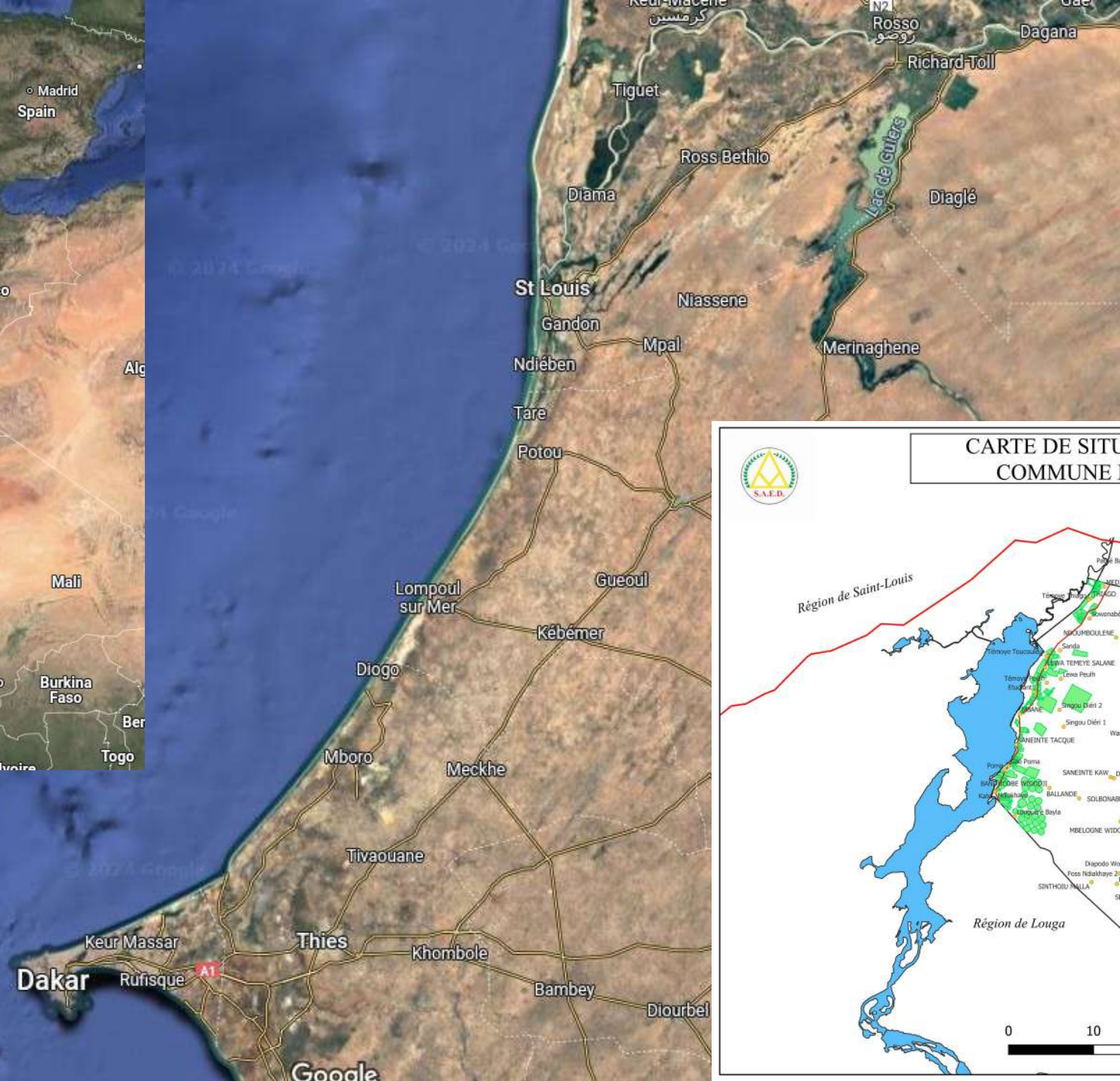
La ressource halieutique est menacée
par la surpêche et la pollution

Nous abordons la situation comme étant un
problème de Commun



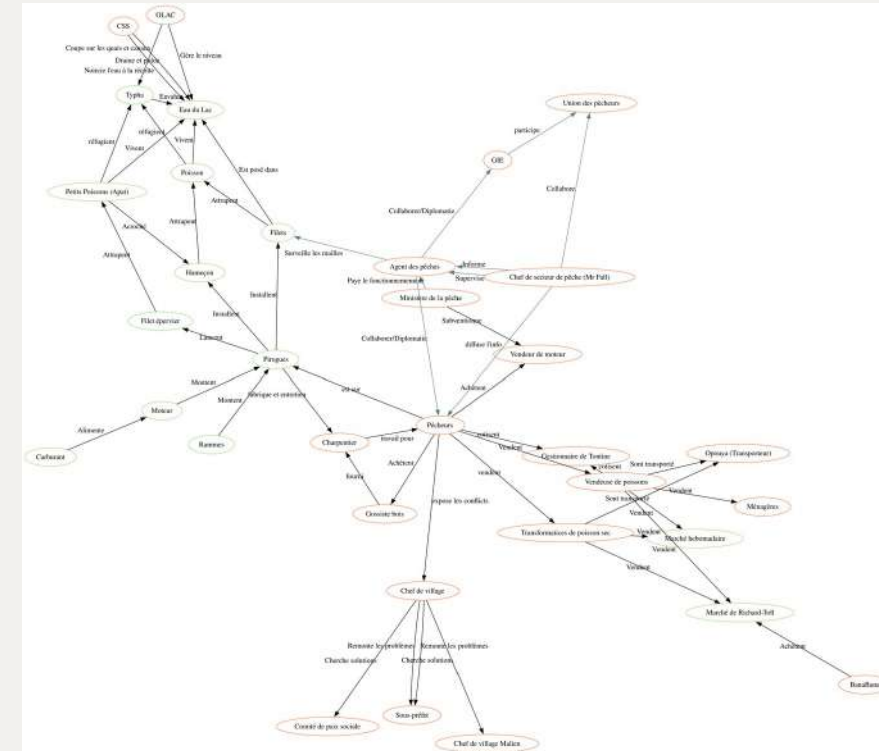


Lac de Guiers Sénégal



Approche ComMod pour la modélisation du système avec les acteurs du système

Co-construction d'un modèle conceptuel avec la méthode ARDI (Acteur Ressources, Dynamiques, Interactions) (Etienne *et al.* 2011)



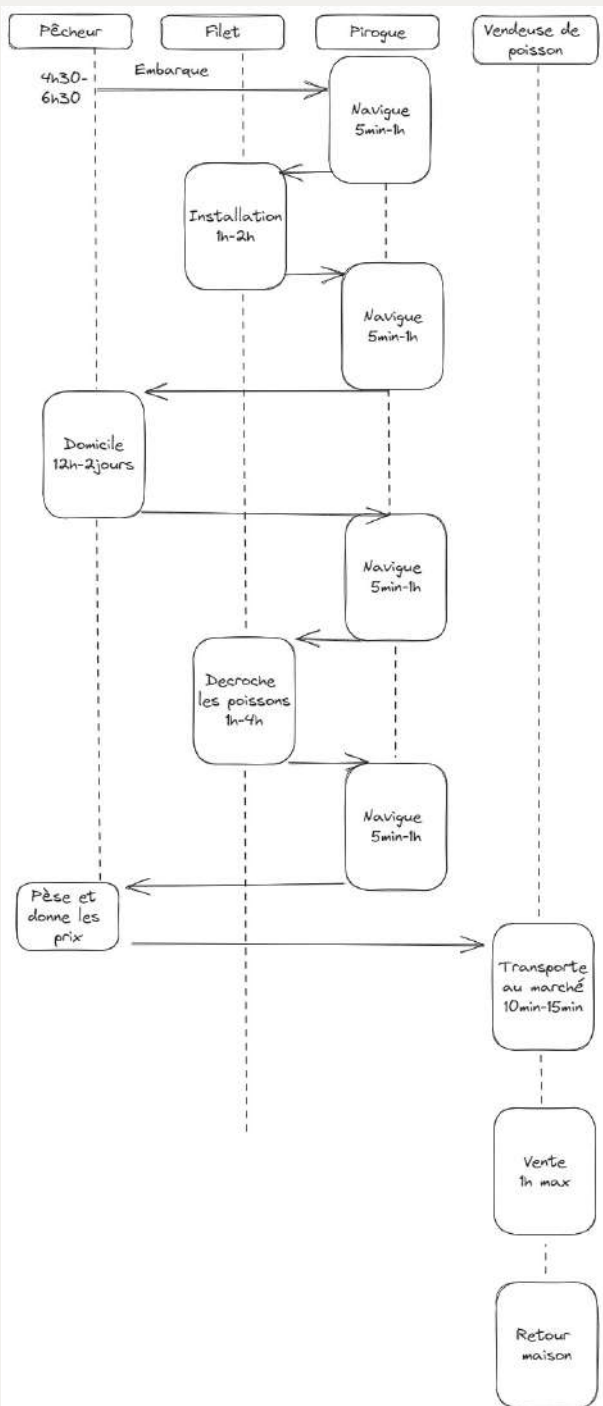
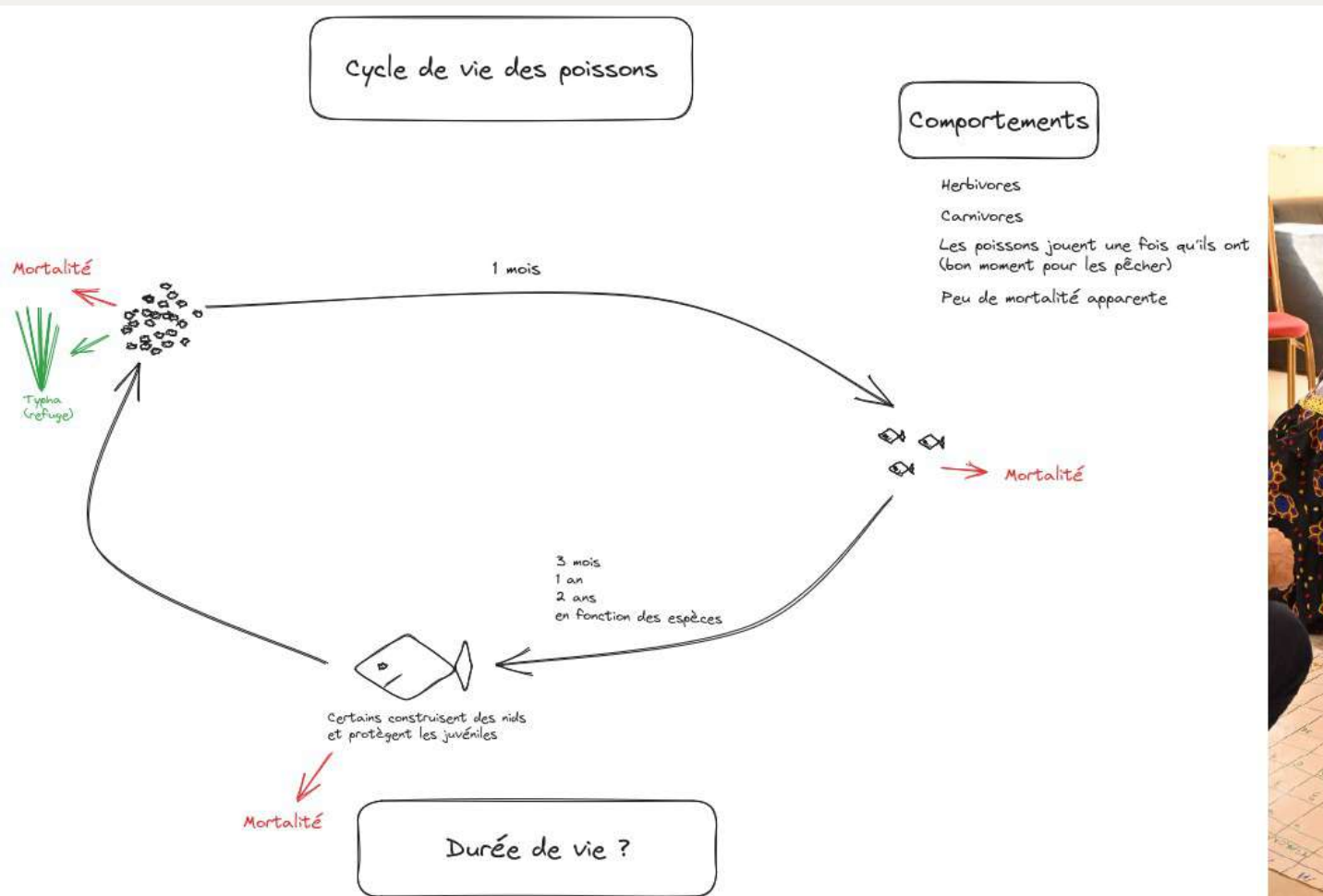
Narratifs

.dot

Approche ComMod pour la modélisation du système avec les acteurs du système

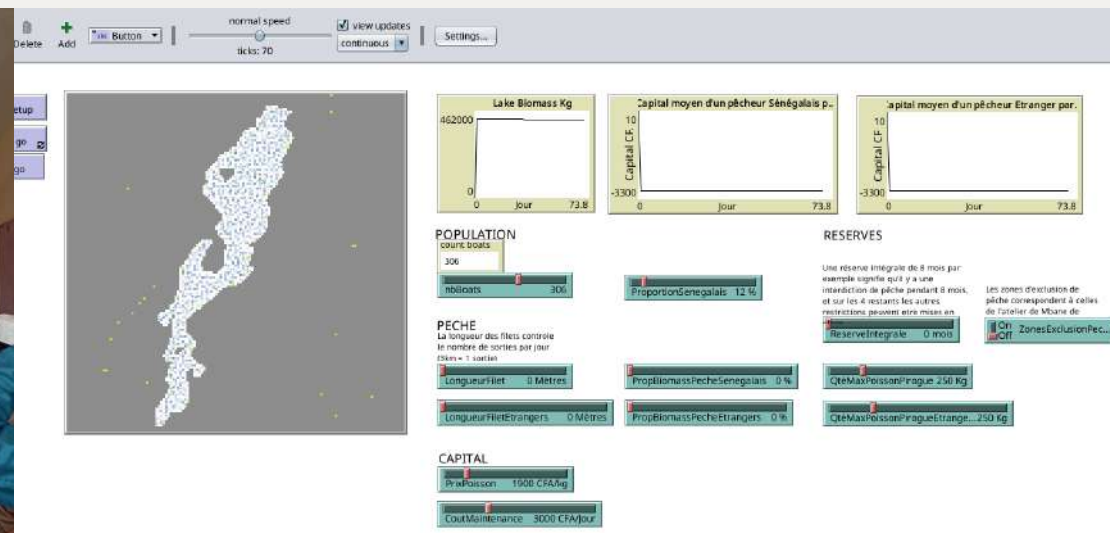
Capturer les dynamiques

Mois	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin
Prix du Galax (CFA)	750-1000	750-1000	750-1000	750-1000	1250	1250	1250	1500	1500	1500	2500	2500



Approche ComMod pour la modélisation du système avec les acteurs du système

- Définition des éléments spatiaux (réserves communautaire?)
- Face validation avec les pêcheurs
- Intégration des modifications (prix du poisson, distance de pêche)



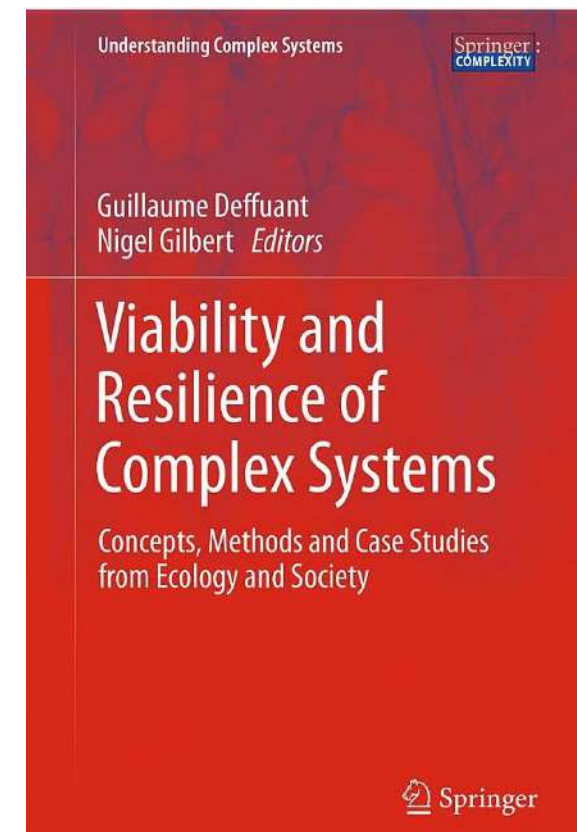
Théorie de la viabilité (J.P. Aubin, 1991)

L'ensemble des évolutions d'un système dans un espace de contraintes K , connaissant les conditions initiales $X(0)$ et le système de contrôle U

$$\rightarrow V(x_0) = \left\{ x(.) \mid x(0) = x_0 \text{ and } \begin{cases} x'(t) = f(x(t), u(t)) \\ u(t) \in U(x(t)) \forall t \geq 0 \end{cases} \right.$$

*L'objectif est de trouver l'ensemble des états viables appartenant à K →
Le noyau de viabilité*

$$\rightarrow \text{Viab } K = \left\{ x_0 \in K, \exists x(.) \in V(x_0), \forall t \geq 0, x(t) \in K \right\}$$



2011

$X_{c1}(t)$

K

$X_0 = X(t=0)$

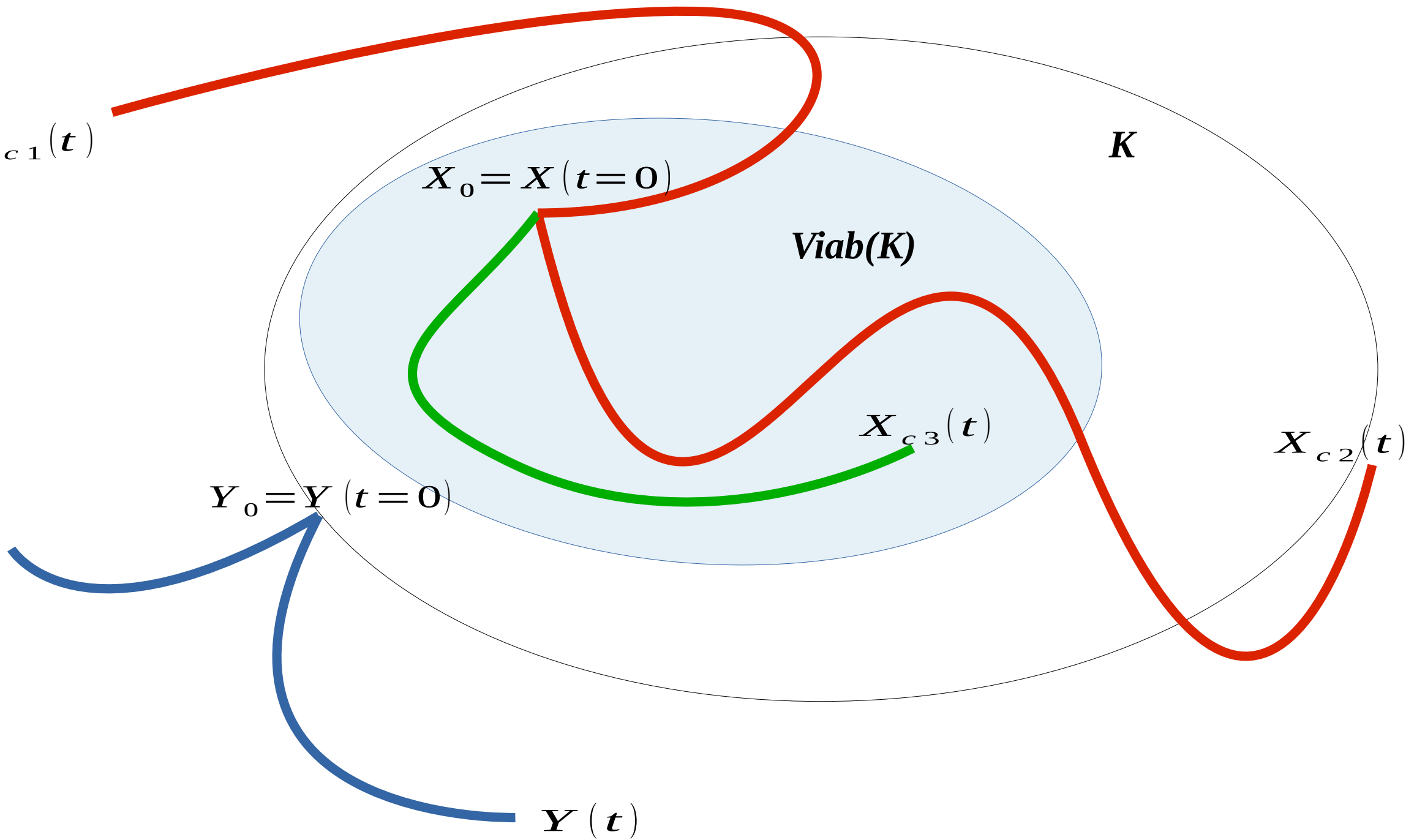
$Viab(K)$

$X_{c3}(t)$

$X_{c2}(t)$

$Y_0 = Y(t=0)$

$Y(t)$

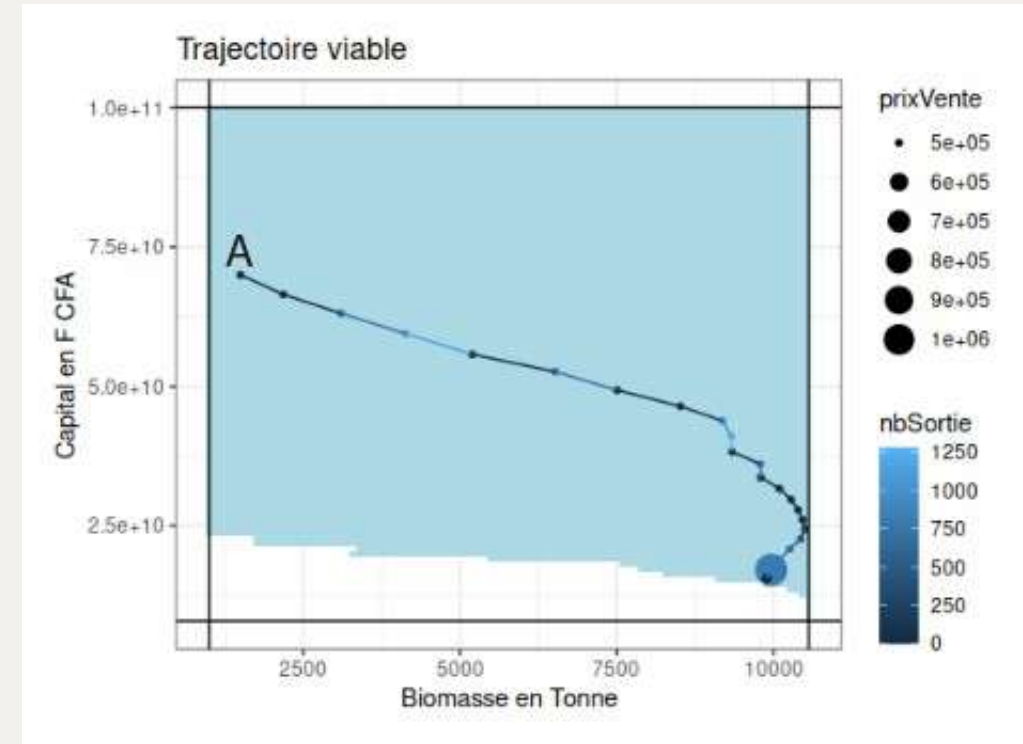


Application pêche au Lac de Guiers, Sénégal



Rakya Ogueye

$$\begin{cases} \frac{dB}{dt} = rB(t) \left(1 - \frac{B(t)}{k}\right) - qanB(t) \\ \frac{dC}{dt} = \alpha(qanB(t)) - \lambda n - \gamma C(t) \\ u_1(t) = n \\ u_2(t) = \alpha \\ (u_1, u_2) \in U(x(t)) = [u_{1\min}, u_{1\max}] \times [u_{2\min}, u_{2\max}] \\ (B, C) \in K = [B_{\min}, k] \times [C_{\min}, +\infty] \end{cases}$$



Une trajectoire viable pour $B = 1500t$ et $C = 70Mds$ FCFA à $t=0$

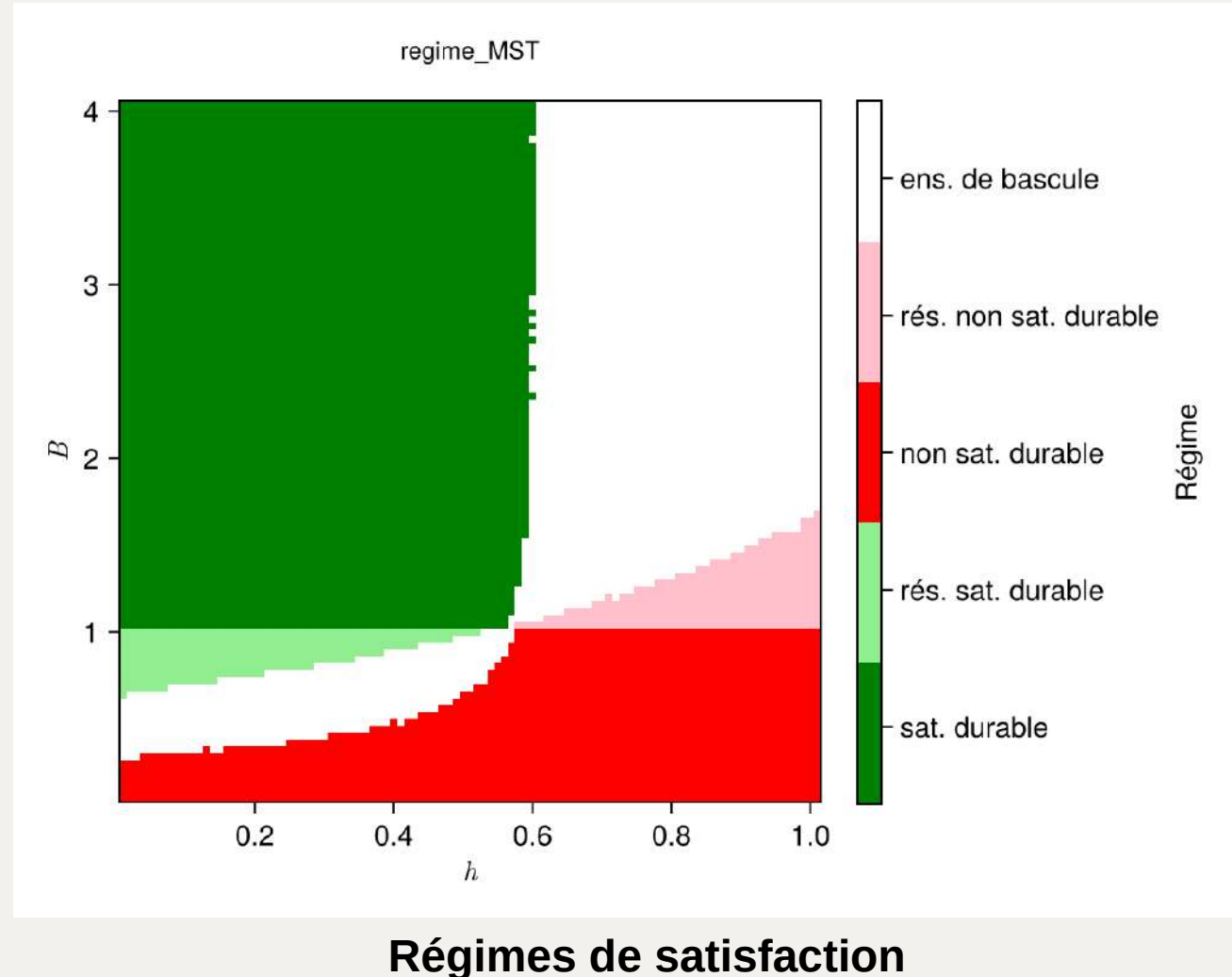
Travailler avec des modèles discrets, stochastiques et à horizon fini

J.D. Mathias and G. Deffuant and A. Brias

From tip-ping point to tipping set : Extending the concept of regime shift to uncertain dynamics for real-world applications. *Ecological Modelling*, 2024.

Modèle de récolte d'une biomasse à croissance limitée par le capacité de charge du milieu

$$B(t+1) = B(t) [g(K - B(t)(B(t) - \alpha) - hB(t)) \Delta t + \sigma_t \epsilon_{(t+1)} \Delta t]$$

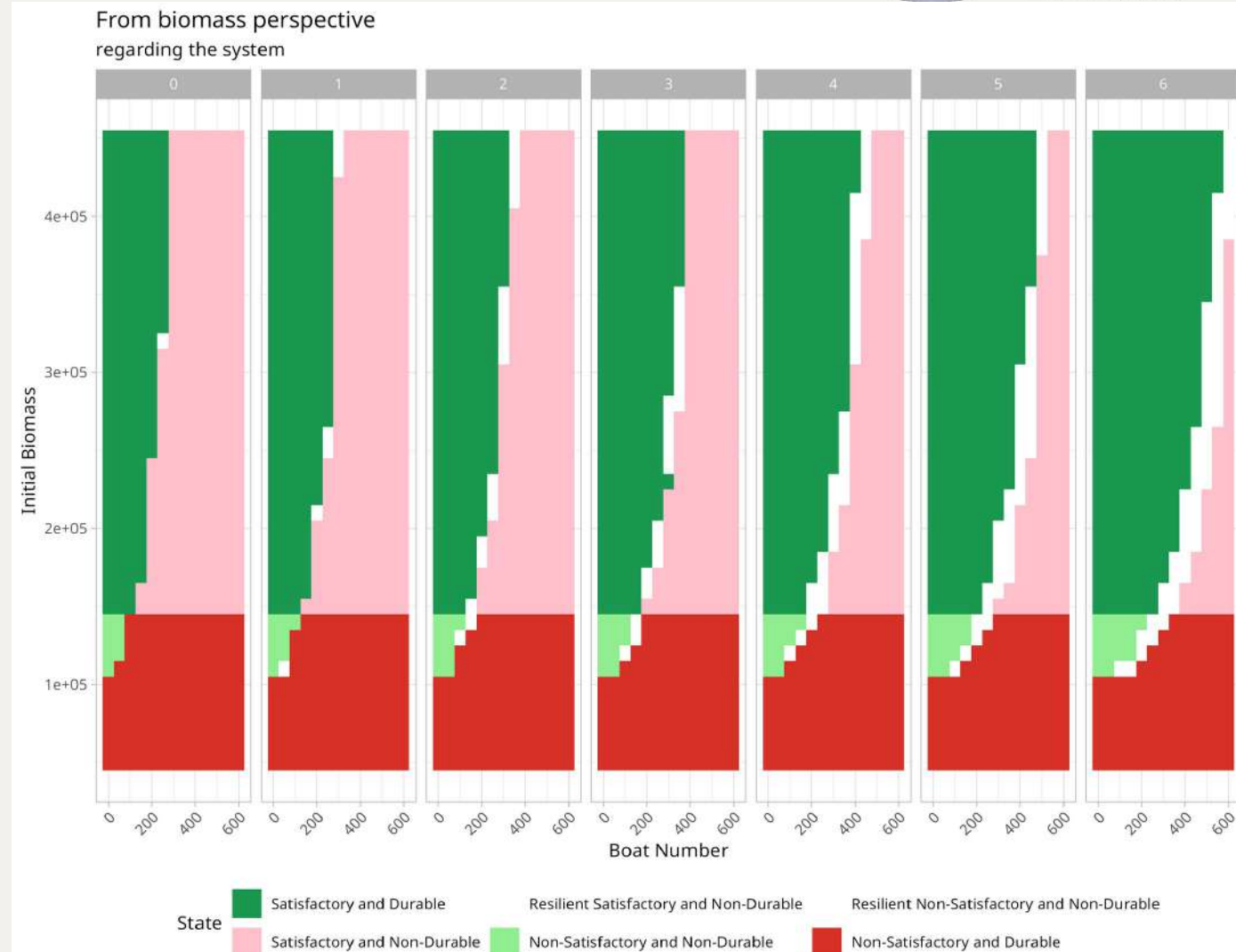


Approche ComMod pour la modélisation du système avec les acteurs du système

Un plan complet sur les inputs pour identifier les configurations satisfaisantes



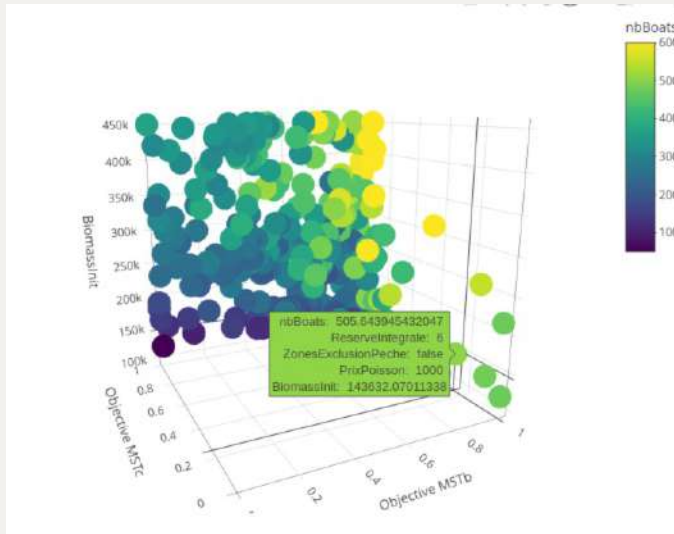
→ Augmentation de la taille des réserves de pêche



Approche ComMod pour la modélisation du système avec les acteurs du système

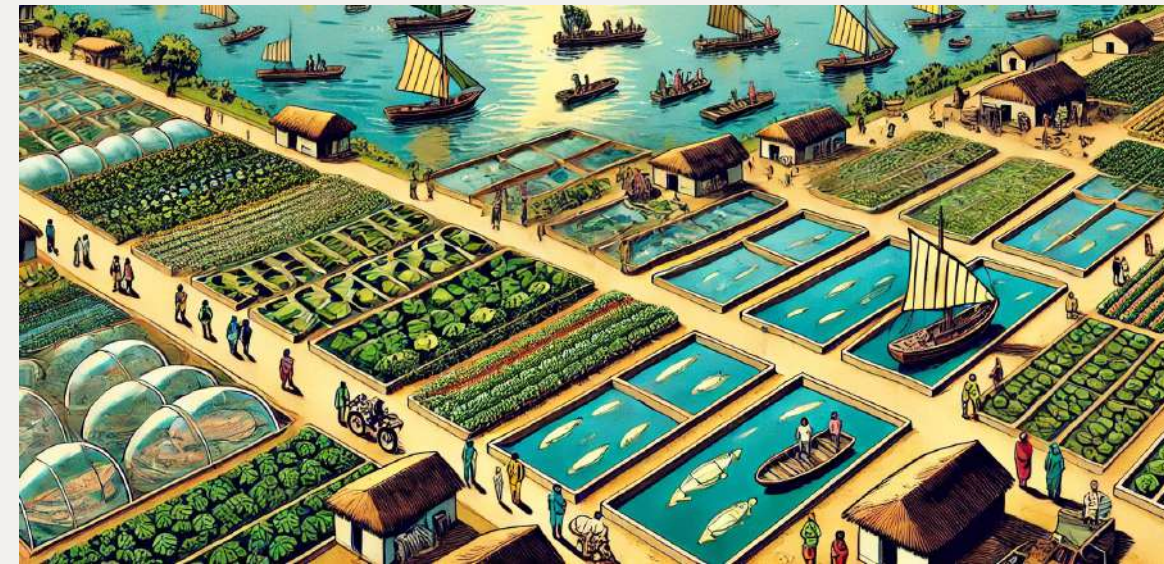


Pattern Space Exploration (Chérel et al, 2015)



Saison de pêche et pisciculture

« le nouveau a toujours contre lui les chances écrasantes des lois statistiques et de leur probabilité qui, pratiquement dans les circonstances ordinaires, équivaut à une certitude ; le nouveau apparaît donc toujours comme un miracle. »
(Arendt 1957,p.302)



Transformer les résultats de modèles en narratifs qui fasse du sens pour les acteurs

Pour discuter : de Prométhée aux Communs

Durabilité, satisfaction, autant de fenêtres ouvertes sur une approche par les Communs. (Delay et al. 2022) :

- Le conflit entre les communautés : comment accompagner une ontologie relationnelle plutôt qu'antagoniste.
 - La solutions proposer par les autochtones est résolument relationnelle (saisons de pêche et pisciculture).
- Donner du sens aux interventions dans le monde réel
- Accompagner les pêcheurs vers une émergence forte (réduire le décalage prométhéen).



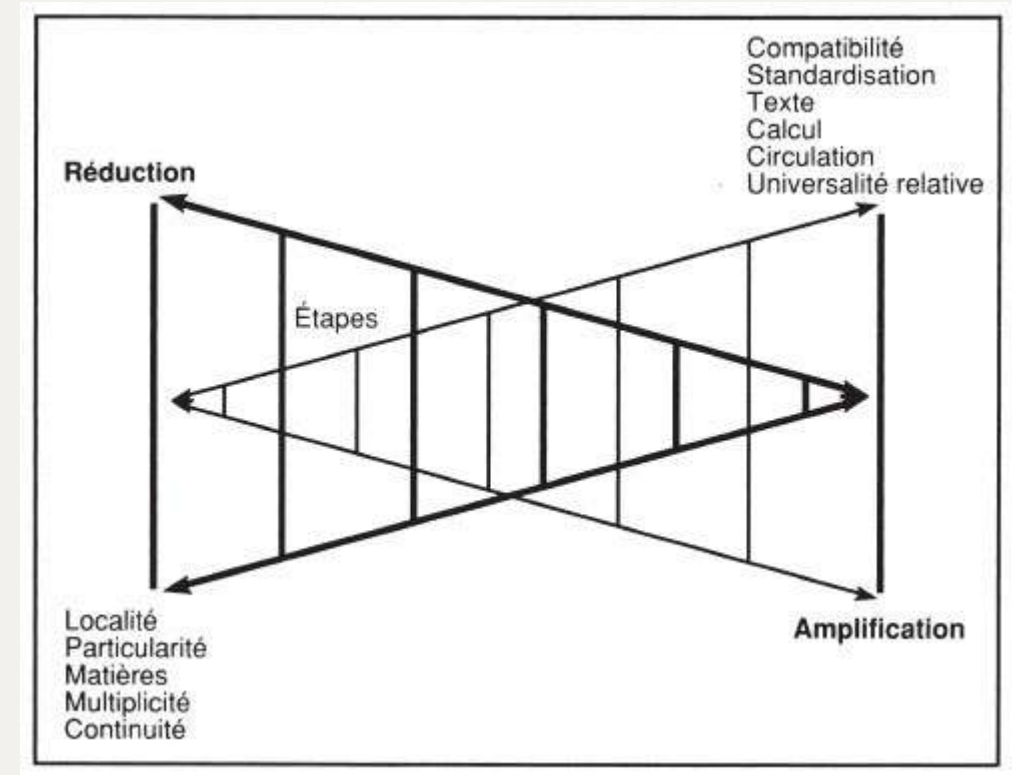
Take-home Message

Réduction :

- ARDI
- Modèle SMA & Viabilité

Amplification :

- Transformer de la donnée en information (Data → Narratif)
- Discuter les éléments repoussoirs (Navigation négative)



B. Latour, 2007, le pédofile de boavista, la decouverte.

Les approches **ComMod**, une condition pour réduire le « **décalage prométhéen** » et opérationnaliser les **Communs**