

# Développement d'un outil d'évaluation des cours d'eau basé sur les poissons

PONT Didier  
BELLIARD Jérôme  
BADY Pierre

Cemagref. Unité HYAX (Aix en Provence)  
Cemagref. Unité HBAN (Antony)

# Développement d'un Indice Biotique « Poisson »

## Programme national (Université, CNRS, Cemagref, Agences, MEDDAD, CSP)

Oberdorff T., Pont D., Hugueny B., Porcher J.P., Chessel D.

(2001). A probabilistic model characterizing fish assemblages of French rivers: a framework for environmental assessment. *Freshwater Biology* 46: 399-415.

(2002). Development and validation of a fish-based index (FBI) for the assessment of “river health” in France. *Freshwater Biology* 47: 1720-1734.

## Premier indice poisson (IPR)

## Programme européen FAME (5<sup>ème</sup> PCRD, 2001-2004) 12 pays

Pont et al. (2006) Assessing river biotic condition at the continental scale: a European approach using functional metrics and fish assemblages. *Journal of Applied Ecology*. 43: 70-80.

Pont D., B. Hugueny & C. Rogers (2007). Development of a fish-based index for the assessment of “river health” in Europe: the European Fish Index (EFI). *Fisheries Management and Ecology*, 14:427-439.

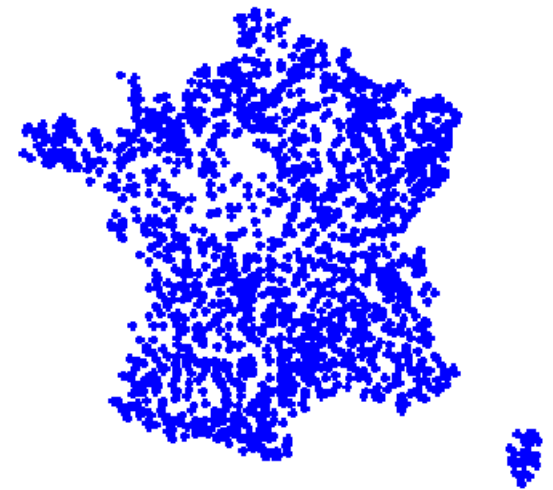
## Programme européen EFI+ (6<sup>ème</sup> PCRD, 2007-2008) 15 pays

Pont D., Bady P., Belliard J., Logez M., Veslot J.

## Définition d'un nouvel indice poisson français (2008-2009)

Pont D., Belliard J., Delaigue O., Bady P., Logez M.





Modifié d'après les critères de la base de données EFI+

### Stations / opérations

Bassin/région  
Température de l'air  
Géologie  
Surface BV/Dist. source  
Altitude  
Pente du lit  
Largeur  
.....

### Echantillonnage

Effort de pêche  
Méthode  
...

### Pressions

Qualité d'eau  
Modif. hydrologique  
Modif. morphologique  
Connectivité bassin  
Connectivité segment

### Peuplement

Espèces  
Effectif  
Taille

### Migrateurs diadromes

Présence actuelle  
Présence historique

# Principe de la méthode

## Prise en compte de la variabilité naturelle par la Modélisation

$$\text{Espèce} \sim \text{Environnement} + \epsilon$$

Théorie de la Niche réalisée  
(Plasticité phénotypique,  $\Delta$  génétique)

$$\text{Trait Biologique/Métrique} \sim \text{Environnement} + \epsilon_1$$

Généralisation  
(Traits invariants, Convergence...)

$$\text{Métrique} \sim \text{Environnement} + \text{Pressions Anthropiques} + \epsilon_2$$

Environnement:  
- Climat  
- Morphologie locale

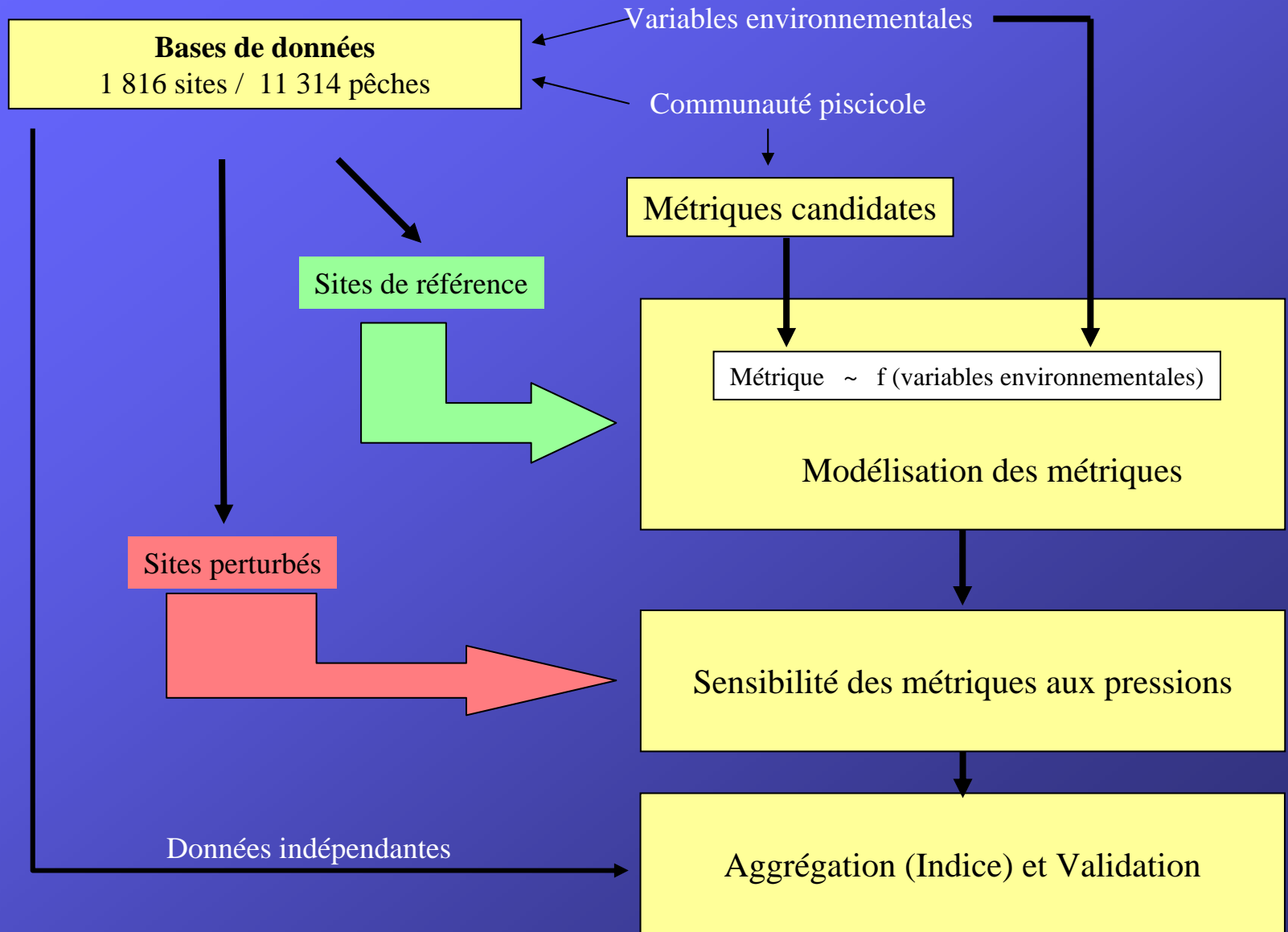
ou

$$\text{Métrique standardisée } (\epsilon_1) \sim \text{Pressions Anthropiques} + \epsilon$$



$$\text{Index} = f(\text{Métriques})$$

# Procédure générale



# Métriques candidates

Réponse  
à l'altération

Richesse totale

Tolérance

Esp. intolérantes  
Esp. tolérantes

Habitat

Esp. Colonne d'eau  
Esp Benthiques  
Esp. Rhéophiles  
Esp. Eurytopiques

Reproduction

Esp. Lithophiles  
Esp. Phytophiles

Alimentation

Esp. Piscivores  
Esp. Invertivores  
Esp. Omnivores

Migration

Espèces Diadromes  
Espèces Potamodromes

Nb d'espèces - Nb d'individus - Biomasse  
% de la richesse - % du nombre d'individus

# Modélisation des métriques

Métriques  $\sim f(\text{descripteurs environnementaux})$

Modèles Linéaires Généralisés

Distributions

(poisson, gaussienne, binomiale)

Critère d'Akaike

Test dépendances spatiales

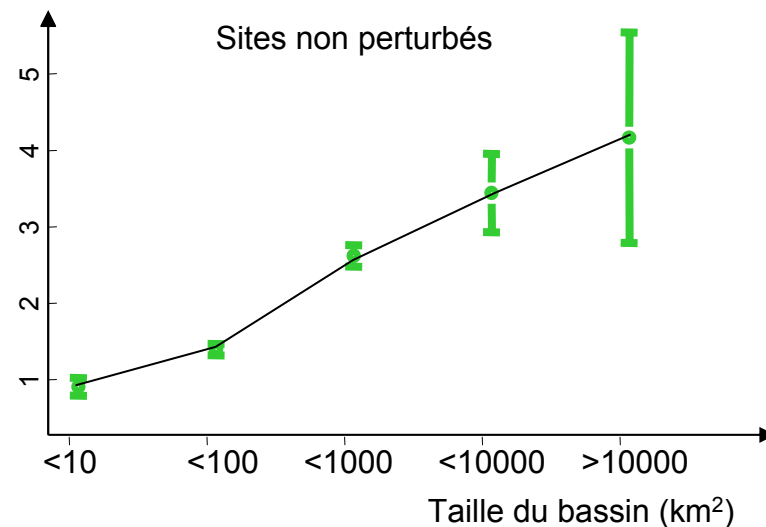
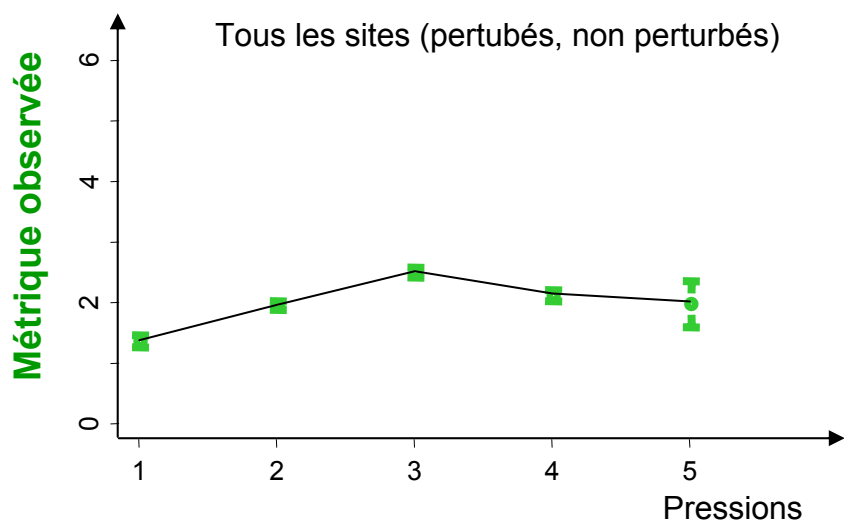
Validation externe

Evaluation incertitude

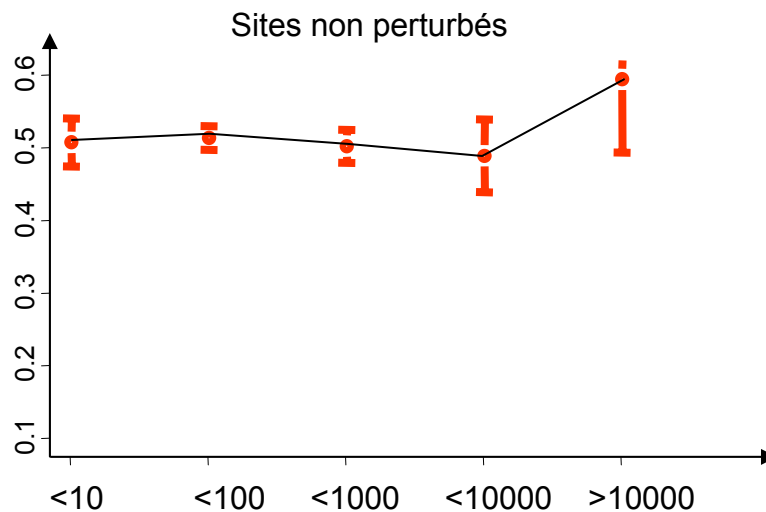
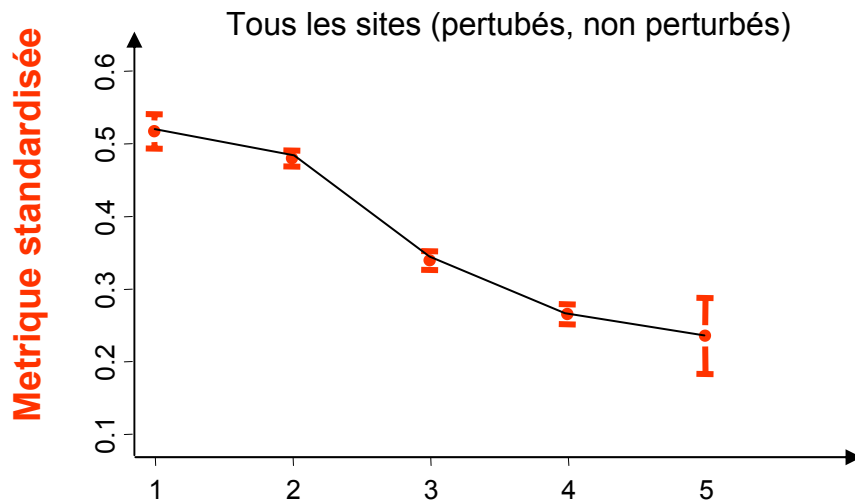
Comparaison méthodes de modélisation

- glm
- gam
- régression pls
- réseaux de neurones
- ...

# Exemple: Nombre d'espèces benthiques

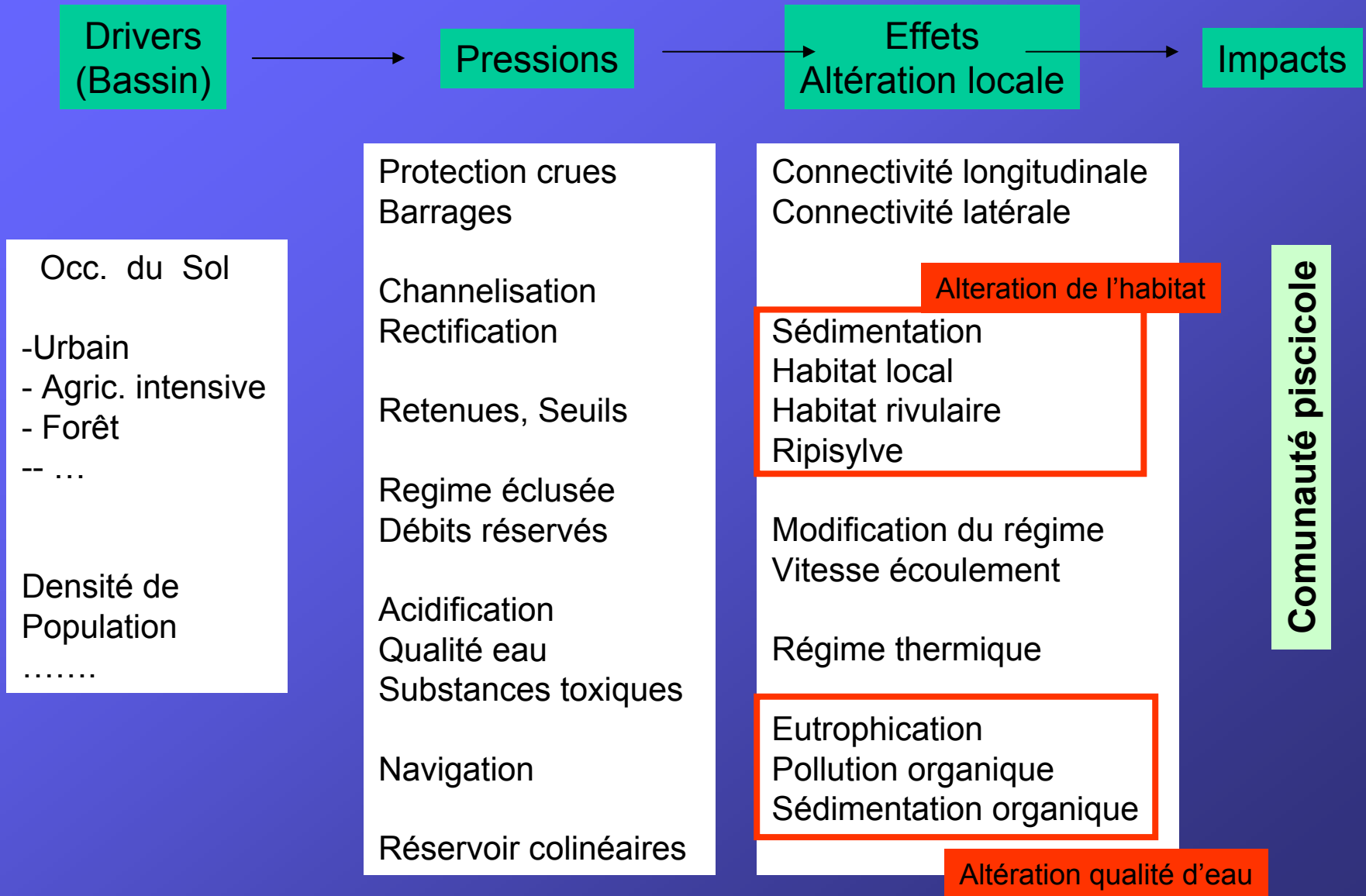


Modélisation





# Sensibilité aux pressions



## Indice global

Toutes les métriques  
sélectionnées  $\xrightarrow{\text{agglomération}}$  Indice global

## Outils complémentaires

Métriques  
sensibles  $\xrightarrow{\text{agglomération}}$  Réponses à  
Un type de pression

### Questions:

- Quel est l'impact d'une pression déclarée ?
- Parmi les pressions, quelle est la plus impactante ?

## Métriques spécifiques à certains environnements, certaines pressions

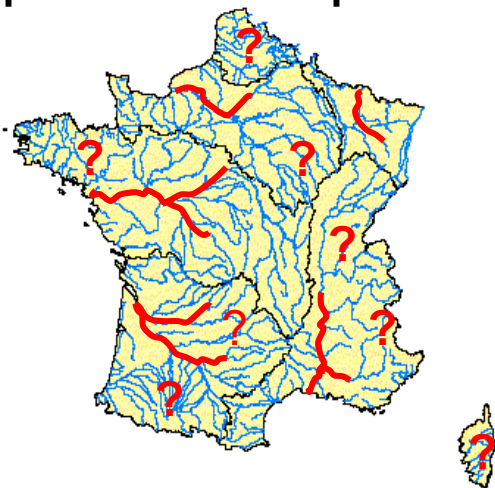
- Métriques basées sur les classes de taille (faible richesse): *Salmo trutta*,...
- Evaluation des altérations de la plaine alluviale (espèces limnophiles, phytophiles)
- Evaluation de l'altération de la connectivité à l'échelle du bassin (migrateurs)

## Développement d'une métrique basée sur les espèces migratrices

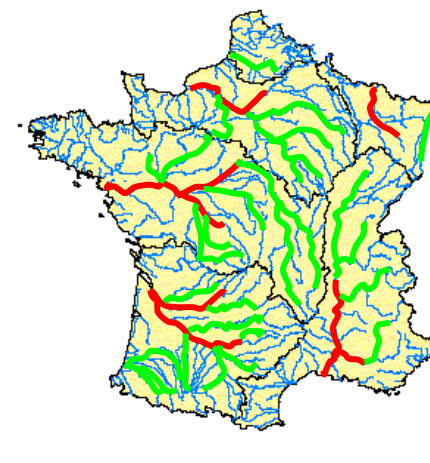
- Une forte sensibilité potentielle aux altérations de la continuité
- Un nombre d'espèces relativement important (une douzaine au plan national) historiquement largement représentées mais dont la répartition continentale actuelle est parfois considérablement réduite
  - impossibilité de définir des conditions de référence sur la base des données actuelles → recours aux données historiques
- Des difficultés pour échantillonner la plupart des espèces à partir des méthodes classiques de pêches électriques
  - utilisation de sources de données complémentaires pour qualifier la présence actuelle des espèces

# Définition d'une référence sur la base des données historiques et modélisation

## Répartition historique connue



Modélisation



Reconstitution d'une  
répartition théorique de  
l'espèce  
**= référence**

Caractéristiques  
environnementales



- Des données concernant la présence des espèces (événements rares et/ou données fragmentaires)
  - Pas d'information concernant les absences
- Impossibilité d'utiliser les méthodes de modélisation classiques
- Méthodes statistiques adaptées à ce type de données (Ecological Niche Factorial Analysis ENFA, Hirzel et al. 2002 ; Mahalanobis distance ...)

Proposition d'une métrique migrateurs fondée sur un calcul de distance / similarité entre la liste des espèces observées et la liste de référence



...



...



1

Situation actuelle

1	0	0	0	0	1	0	1
---	---	---	---	---	---	---	---

Référence sur des bases historiques

1	0	0	1	0	1	0	1
---	---	---	---	---	---	---	---

2

Situation Actuelle

	1	0	total
1	a = 3	b = 1	a+b
0	c = 0	d = 4	c+d
total	a+c	b+d	n = 8

Référence

3a Similarité [0,1]

e.g.  $S_1 = \frac{a+d}{n}$  Sokal & Michener Index

$S_1 = 0.875$

3b Distance [0,1]

$$D_1 = \sqrt{1 - S_1}$$

$D_1 = 0.354$

Legendre & Legendre 1998