

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^{ème} 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.

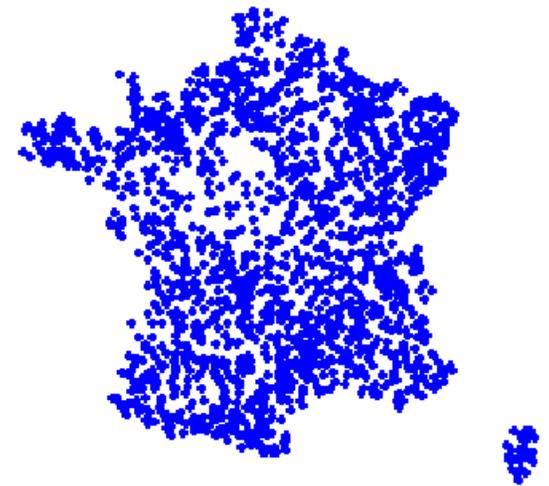
Programme européen EFI+ (6^{ème} PCRD, 2007-2008) 15 pays

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
.....

Pressions

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

Peuplement

Espèces
Effectif
Taille

Echantillonnage

Effort de pêche
Méthode
...

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, Δ 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

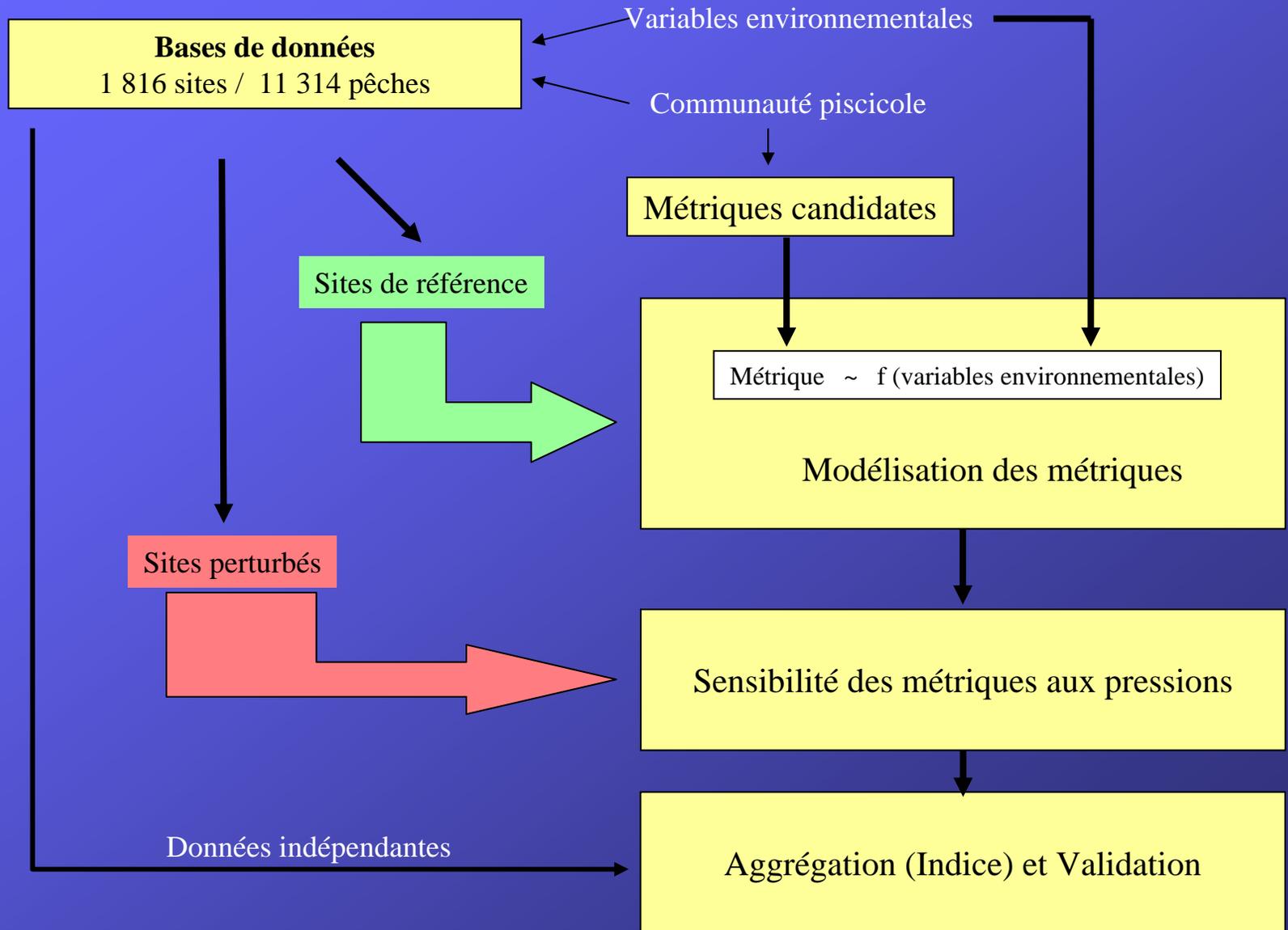
ou

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



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

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

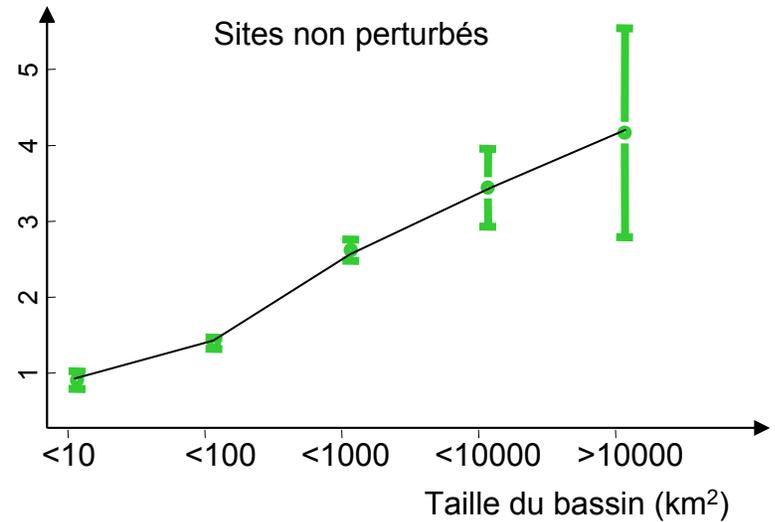
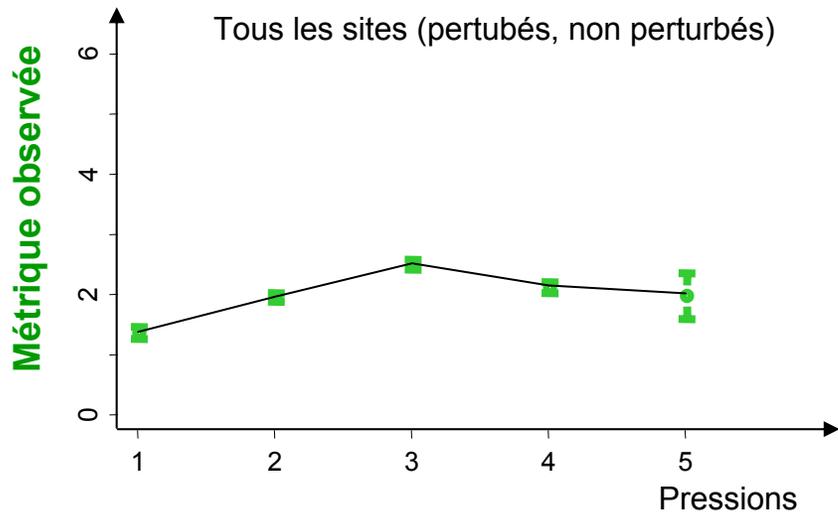
Validation externe

Evaluation incertitude

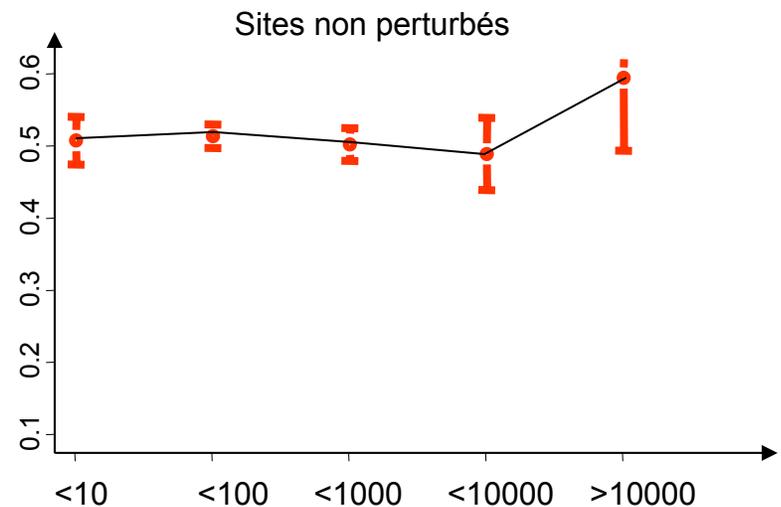
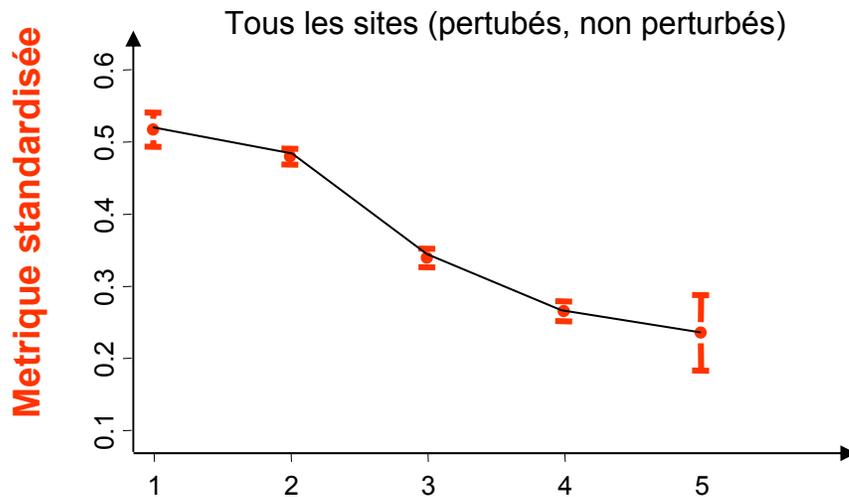
Comparaison méthodes de modélisation

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

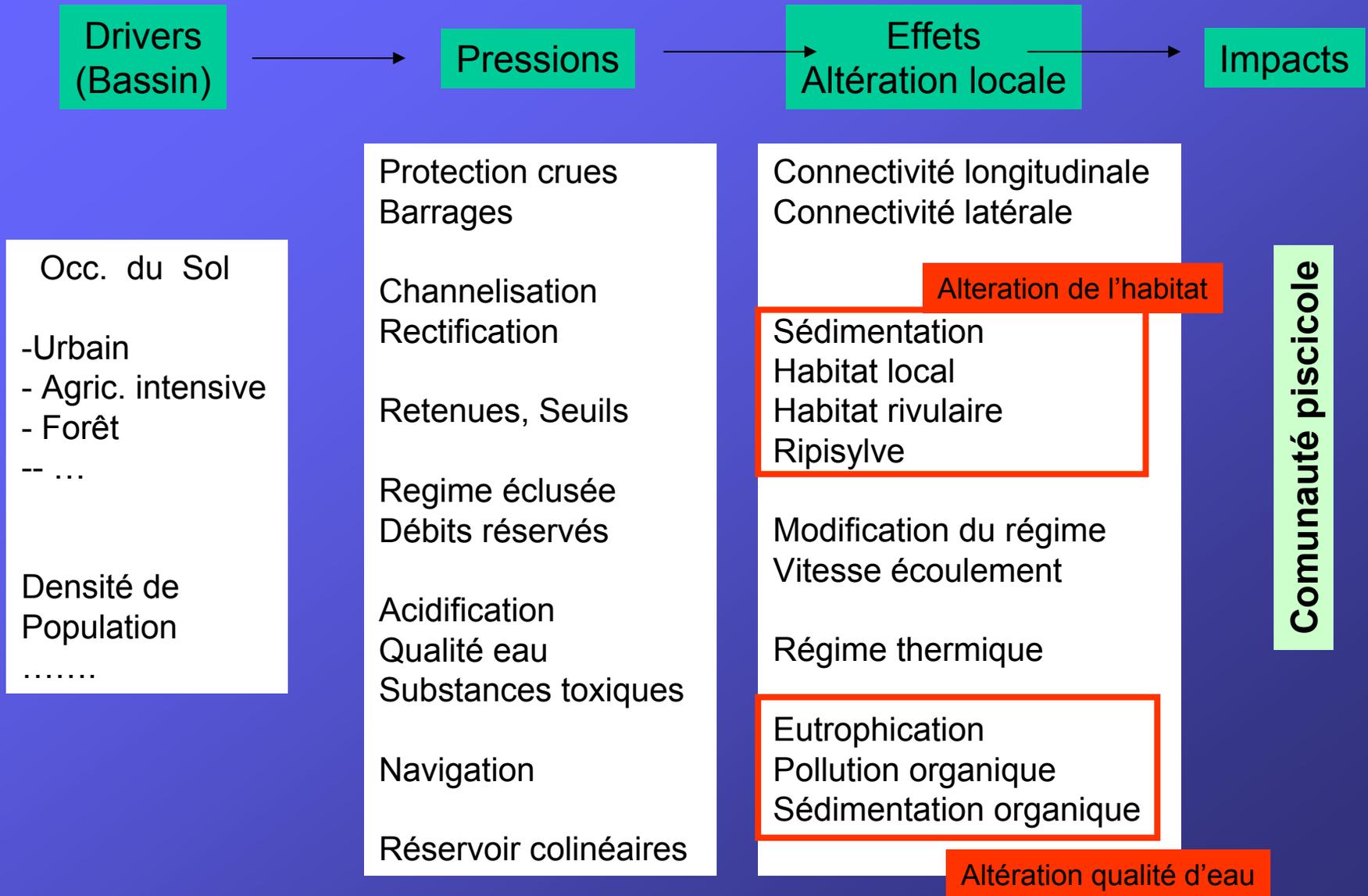
Exemple: Nombre d'espèces benthiques



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 ?

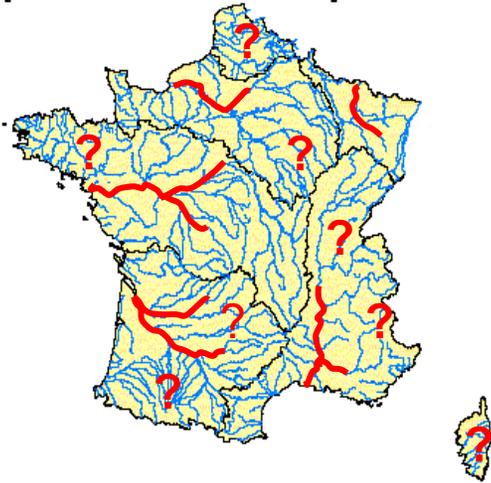
- Métriques basées sur les classes de taille (faible richesse): *Salmo trutta*,...
- Evaluation des altérations de la plaine alluviale (espèces limnophiles, phytophiles)
- Evaluation de l'altération de la connectivité à l'échelle du bassin (migrateurs)

Développement d'une métrique basée sur les espèces migratrices

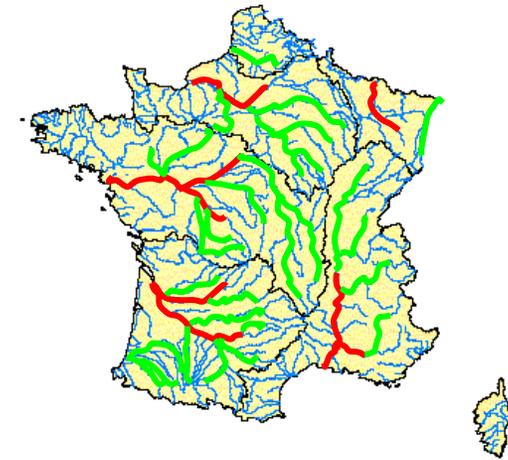
- Une forte sensibilité potentielle aux altérations de la continuité
- Un nombre d'espèces relativement important (une douzaine au plan national) historiquement largement représentées mais dont la répartition continentale actuelle est parfois considérablement réduite
 - impossibilité de définir des conditions 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

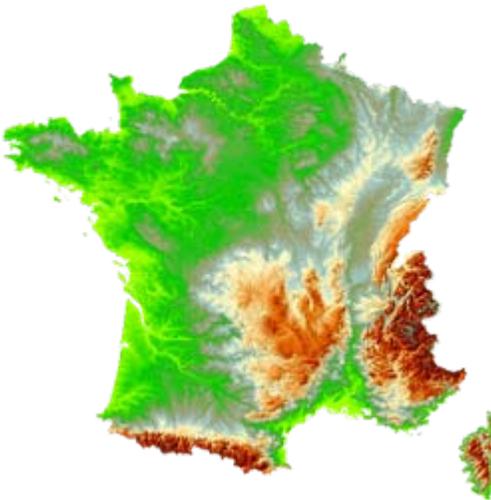


Modélisation



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