



HAL
open science

Principes généraux de la bioindication. Panorama des nouvelles méthodes développées

Olivier Delaigue, Yorick Reyjol

► To cite this version:

Olivier Delaigue, Yorick Reyjol. Principes généraux de la bioindication. Panorama des nouvelles méthodes développées. Commission Ressources en eau et milieux aquatiques, Association scientifique et technique pour l'eau et l'environnement, Oct 2012, Nanterre, France. hal-03379775

HAL Id: hal-03379775

<https://hal.inrae.fr/hal-03379775>

Submitted on 15 Oct 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

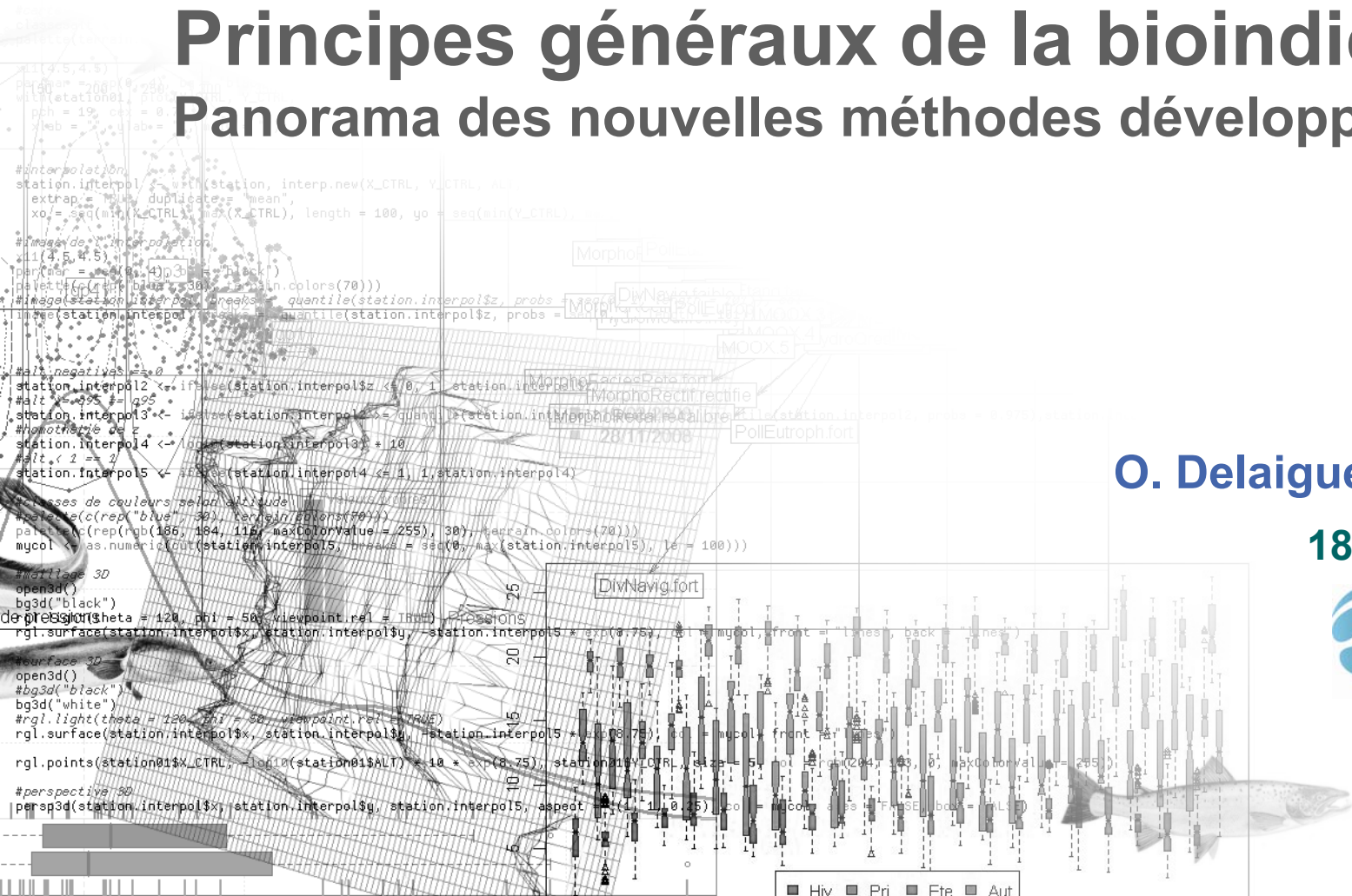
L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Principes généraux de la bioindication

Panorama des nouvelles méthodes développées

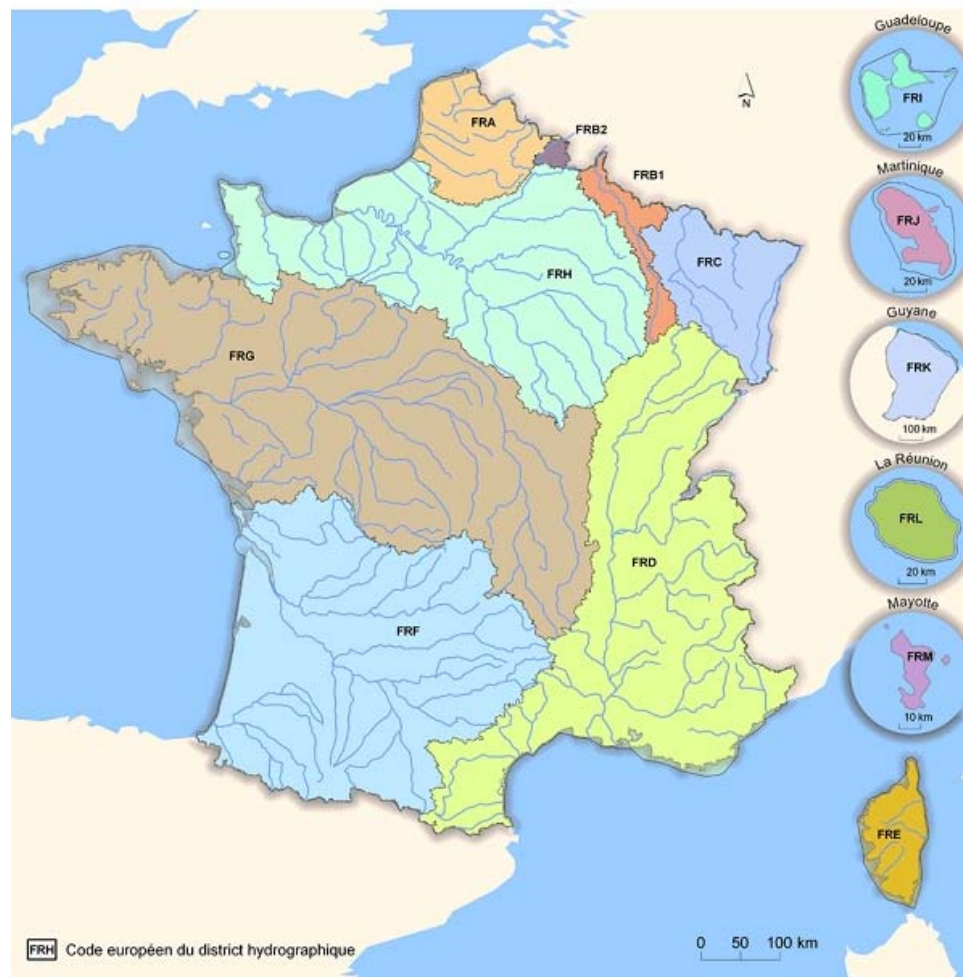
O. Delaigue & Y. Reyjol

18 octobre 2012

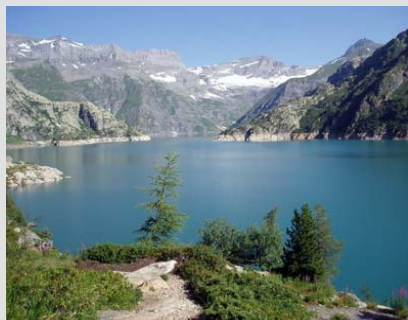


- Directive-cadre sur l'eau (DCE) 2000/60/CE a été adoptée le 23 octobre 2000 au niveau européen
- Impose aux différents états membres de maintenir ou restaurer le **bon état des écosystèmes aquatiques superficiels et souterrains d'ici 2015** (dérogation ultime : 2027)
 - ⇒ Bon état des **eaux superficielles** (cours d'eau, plans d'eau, eaux de transition, eaux littorales) est défini en fonction d'un **état chimique** d'une part et d'un **état écologique** d'autre part
 - ⇒ Bon état des **eaux souterraines** (nappes) est défini en fonction d'un **état chimique** d'une part, et d'un **état quantitatif** d'autre part (pas de considération directe de l'**état écologique**)

- Préconise de travailler à l'échelle de **districts hydrographiques** (incluant les DOM)



- La mise en œuvre de la directive-cadre sur l'eau (DCE) a donné lieu en 2004 à une première caractérisation des « masses d'eau » dans chaque bassin hydrographique
- La masse d'eau est le découpage territorial élémentaire des milieux aquatiques, destinée à être l'**unité de gestion de la DCE**
- Cette caractérisation a été affinée et selon la dernière mise à jour publiée en novembre 2011 on compte **10 971 masses d'eau en France métropolitaine** et **1 179 dans les DOM** (≈ 90 % sont des masses d'eau cours d'eau)
 - ⇒ Volume d'eau à caractéristiques physiques **homogènes** et sur lequel les pressions urbaines, agricoles et industrielles sont **identiques**
 - ⇒ Chaque masse d'eau se voit assigner un **objectif d'état**



Eaux souterraines → Nappes



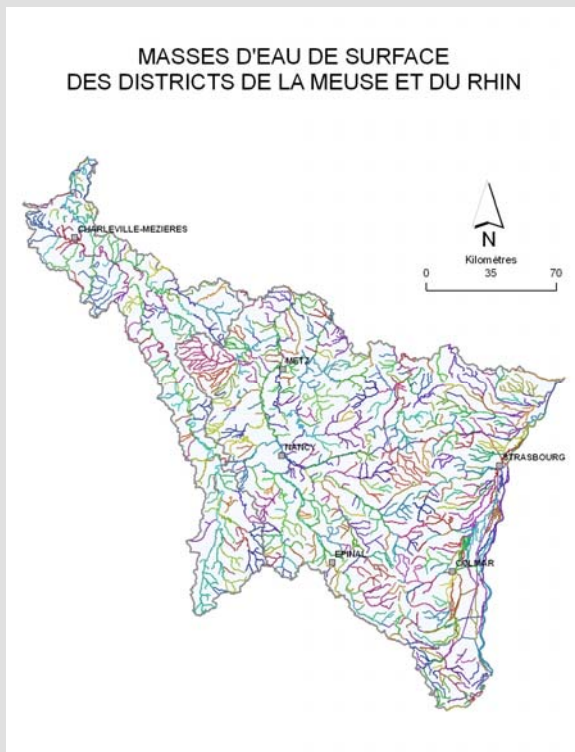
Eaux de surface continentales → Cours d'eau
Eaux de surface continentales → Plans d'eau



Eaux littorales → Eaux de transition (lagunes & estuaires)
Eaux littorales → Eaux côtières



■ Exemples de délimitation des masses d'eau



Cours d'eau
1 tronçon de rivière
ou
1 ensemble appartenant à un même
sous-bassin

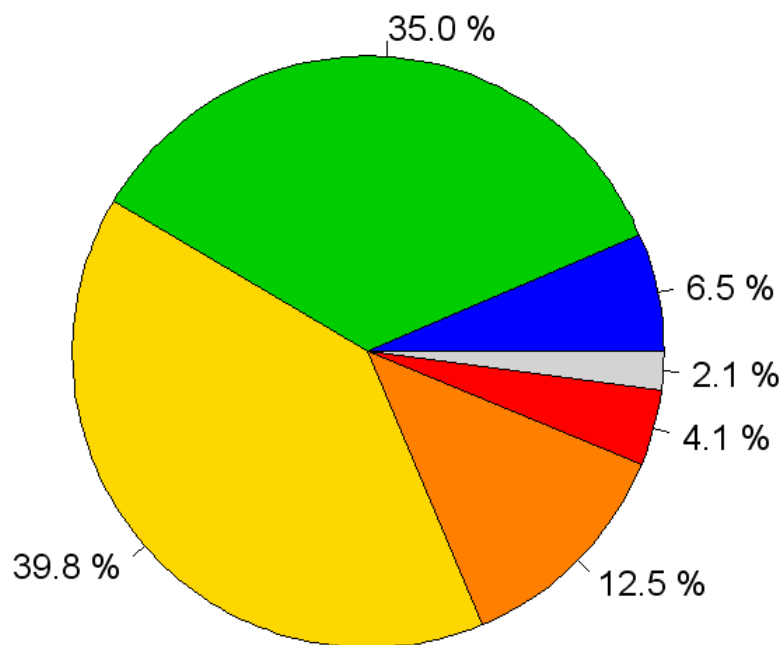


Plans d'eau
1 lac > 50 ha



Eaux littorales
1 portion de littoral ou d'estuaire

Masses d'eau de surface tous types confondus



Rapportage de l'évaluation Indicateurs biologiques

- Très bon état
- Bon état ou bon potentiel
- État ou potentiel moyen
- État ou potentiel médiocre
- État ou potentiel mauvais
- État indéterminé

Sources : agences de l'eau, directions régionales de l'environnement (DOM), ONEMA, ministère en charge de l'environnement, 2010

Traitements : SOeS, sur la base des éléments rapportés à la Commission européenne en octobre 2010, qui ne comprenaient pas Mayotte


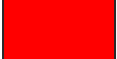


Bon état

État écologique

État chimique



-  **Très bon**
-  **Bon**
-  **Moyen**
-  **Médiocre**
-  **Mauvais**

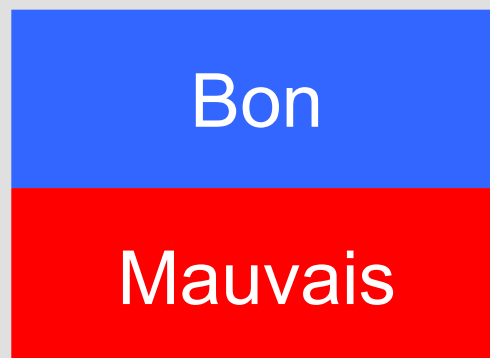


Bon



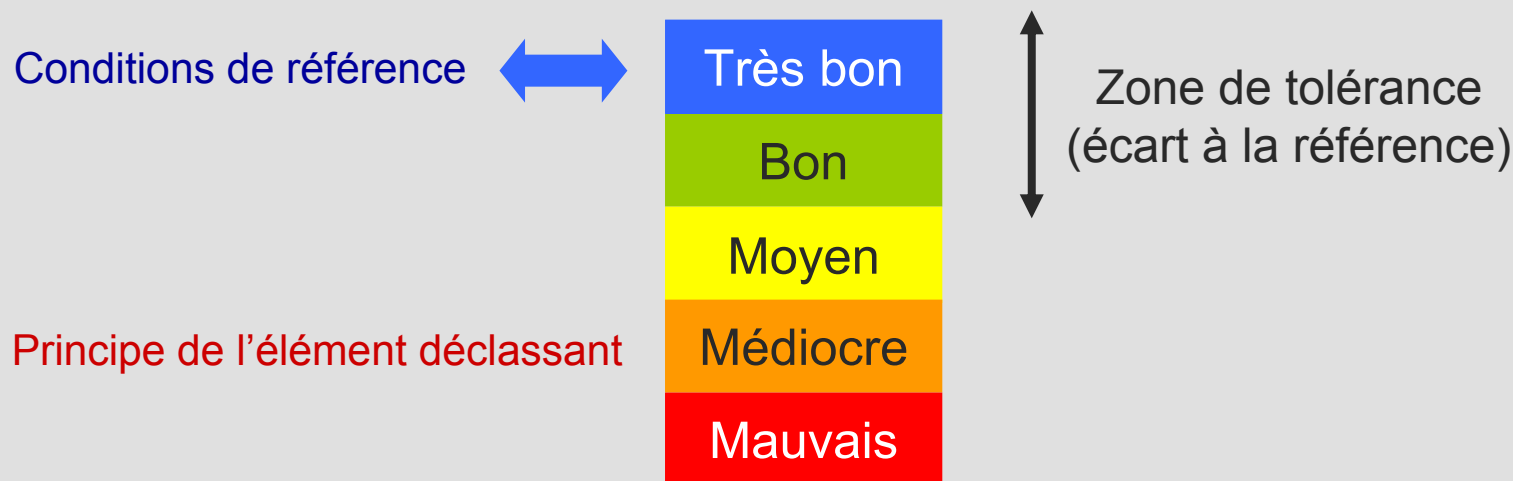
Pas bon





- Défini à partir de normes concernant 41 substances prioritaires (liste révisée tous les 4 ans)
- Support à prélever : eau ou sédiments selon les substances
- **Principe de l'élément déclassant** : si un seul paramètre dépasse les valeurs « seuil », il y a non-respect du bon état chimique

1. Suppose la définition de **conditions de référence** (conditions en absence de perturbations humaines, ou en présence de très faibles perturbations)
2. Se base sur **différents éléments de qualité biologique** (algues, macrophytes, invertébrés, poissons), pour les différentes catégories de masses d'eau (cours d'eau, plans d'eau, eaux de transition, eaux littorales)
3. Se base aussi sur la **physico-chimie** et l'**hydromorphologie**, dans la mesure où ces paramètres soutiennent la biologie



■ Bioindicateur (au sens de la DCE) :

- ➔ combinaison de différents paramètres de la communauté biologique (occurrence, abondance, biomasse, etc.)
- ➔ prenant en compte soit les espèces en elles-mêmes, soit leurs caractéristiques en termes de traits biologiques, et qui renseigne sur l'état écologique du milieu





**Invertébrés
benthiques**



Diatomées



Poissons



Macrophytes

**Check-up
de l'état de santé du milieu**

Bioindicateur opère une **triple intégration**

■ Intégration dans le **temps** de la variabilité du milieu

- Ex : la structure en classes de taille de populations de poissons peut refléter un dysfonctionnement du système se traduisant par des problèmes démographiques

■ Intégration dans l'**espace** de la variabilité du milieu

- Ex : la présence de certaines guildes trophiques d'invertébrés ou de cortèges algaux peuvent refléter un dysfonctionnement du milieu dans des zones localisées bien en amont

■ Intégration de **différentes pressions anthropiques** du milieu

- Ex : les poissons sont susceptibles de refléter des dysfonctionnements tant sur le plan chimique (enrichissement en matière organique) que sur le plan hydromorphologique

Éléments de qualité biologique (EQB-DCE)

Cours d'eau	Plans d'eau	Eaux de transition	Eaux côtières
Phytoplancton	Phytoplancton	Phytoplancton	Phytoplancton
Macrophytes et phytobenthos	Macrophytes et phytobenthos	Algues macroscopiques	Algues macroscopiques
		Angiospermes	Angiospermes
Faune benthique invertébrée	Faune benthique invertébrée	Faune benthique invertébrée	Faune benthique invertébrée
Ichtyofaune	Ichtyofaune	Ichtyofaune	

Différents indicateurs biologiques

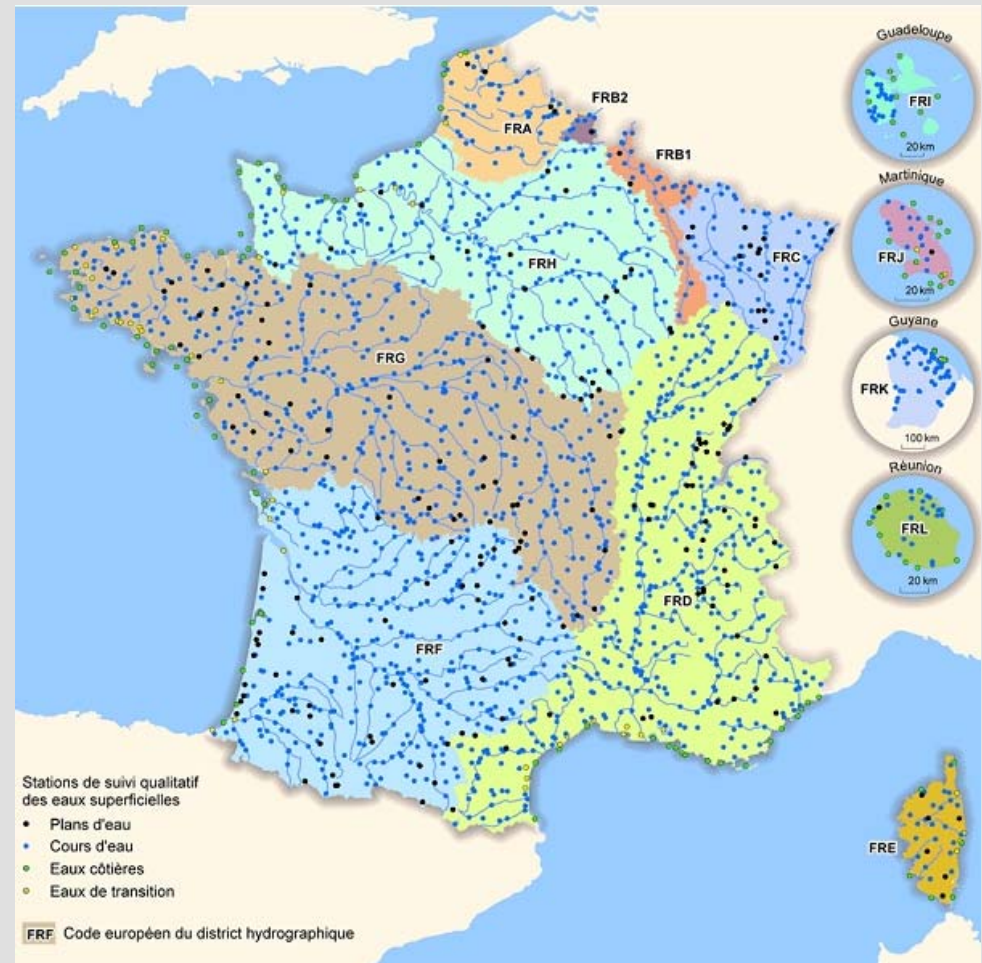
	Cours d'eau		Plans d'eau	
	ancien	nouveau	ancien	nouveau
Phytoplancton	-	En développement	IPL ^{1,2,3}	IPLAC
Phytobenthos	IBD2007	IBD2007	-	En développement
Macrophytes	IBMR ^{1,2}	IBMR calé sur REF	-	IBML
Invertébrés	IBGN ^{1,2,3,4}	I2M2	IMOL ^{1,2,3,4} IOBL ^{1,2,3,4}	En développement
Poissons	IPR ^{1,2}	IPR+	-	IIL + ELFI

1. Pas de test de sensibilité aux pressions
2. Pas de calage par rapport à des références hydro-écorégionales
3. Paramètres manquants
4. Protocole d'échantillonnage inadéquat

1. Mise en place d'un réseau d'échantillonnage

Réseau de Contrôle
et de surveillance (RCS)

Cours d'eau

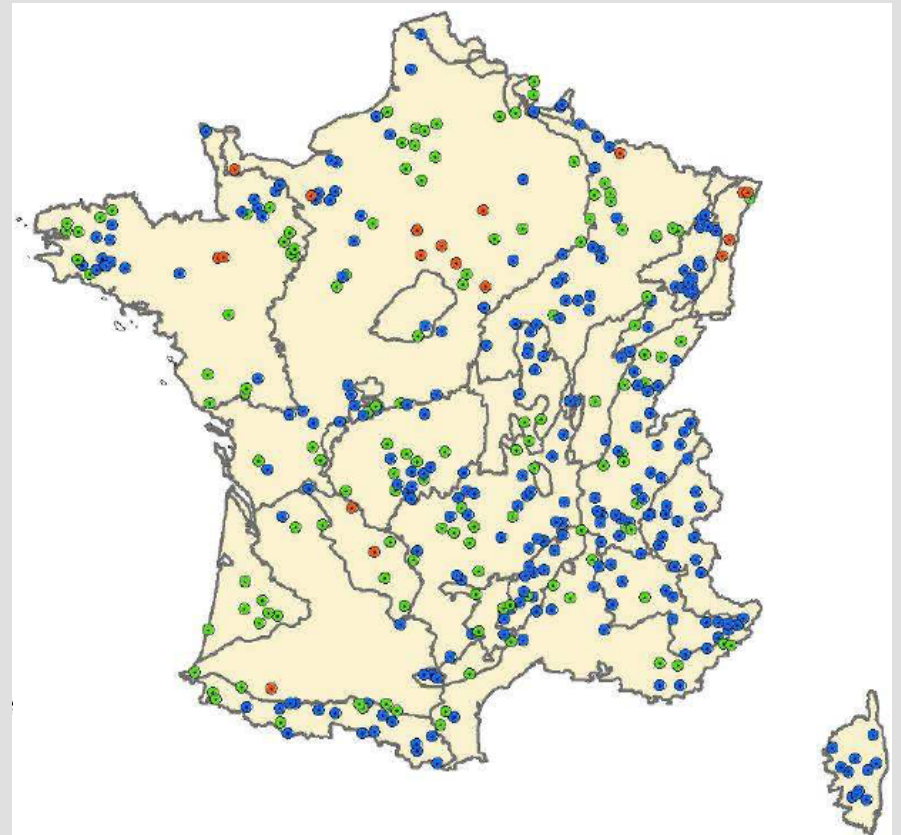


2. Identification de sites de référence à l'échelle nationale

Sites non perturbés ou très faiblement perturbés

Réseau de sites
de référence

Cours d'eau



3. Collecte des données / Tri / Détermination



4. Bancarisation des données

Sites

Habitat



Profondeur, turbidité, substrat...

**Faune
ou
Flore**



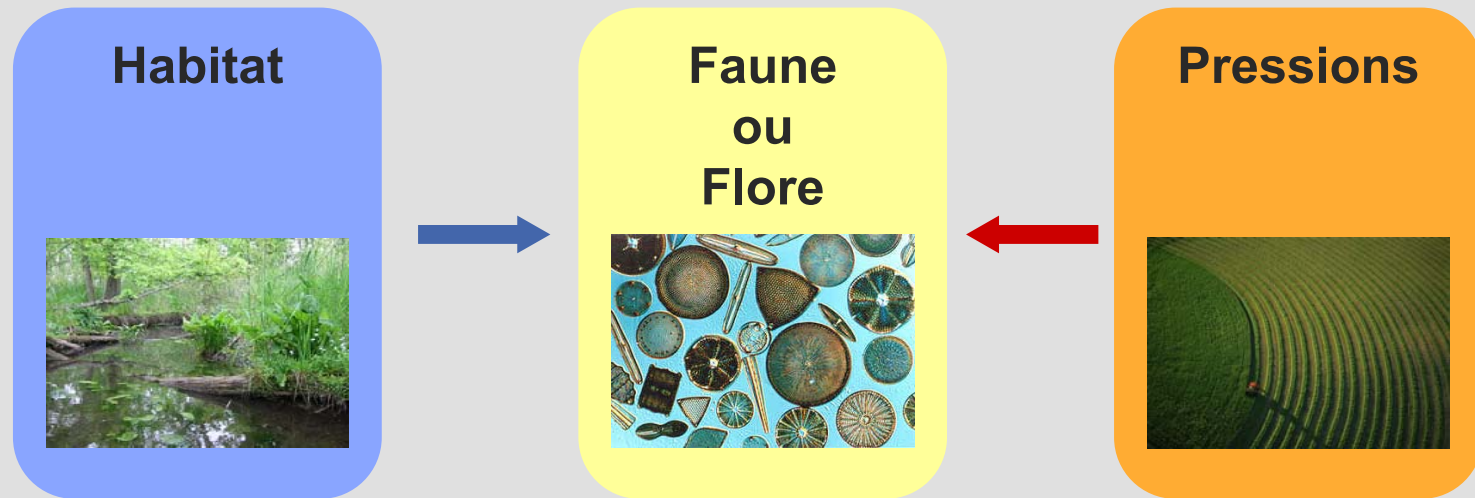
Espèce 1, espèce 2, espèce 3...

Pressions



Chenalisation, nutriments...

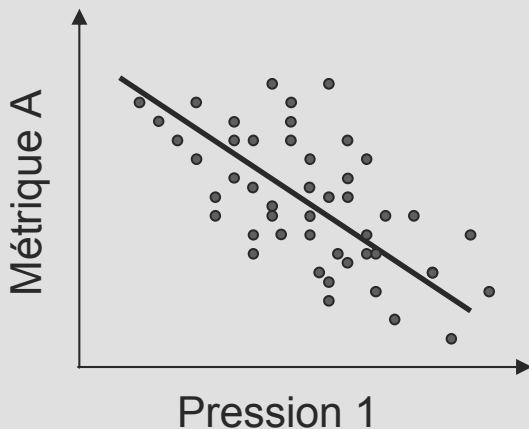
5. Étude des relations pressions-impacts



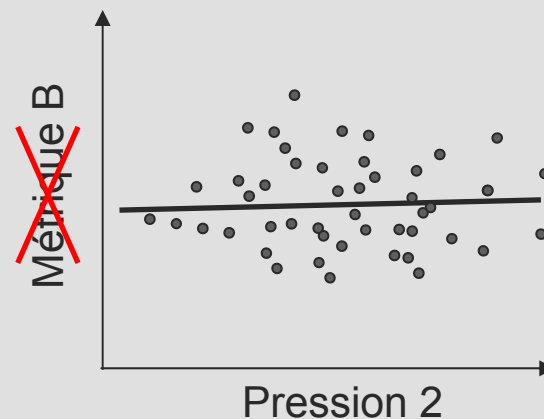
- ⇒ C'est l'étude du lien spécifique entre **pressions anthropiques** et **communautés biologiques** qui permet le développement d'outils de bioindication
- ⇒ **Nécessité incontournable** de disposer de données « pressions »

5. Étude des relations pressions-impacts (suite)

Test de sensibilité des métriques aux pressions (par rapport à un état de référence), en lien avec les conditions normatives de la DCE :



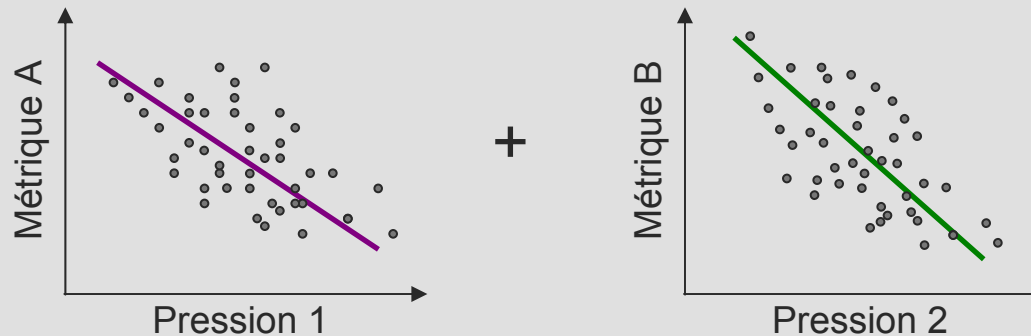
OUI



NON

Sélection des métriques **les plus sensibles** aux différents types de pressions, ou à des combinaisons de pressions (ex : tous types de pressions hydromorphologiques confondues)

6. Agrégation des métriques



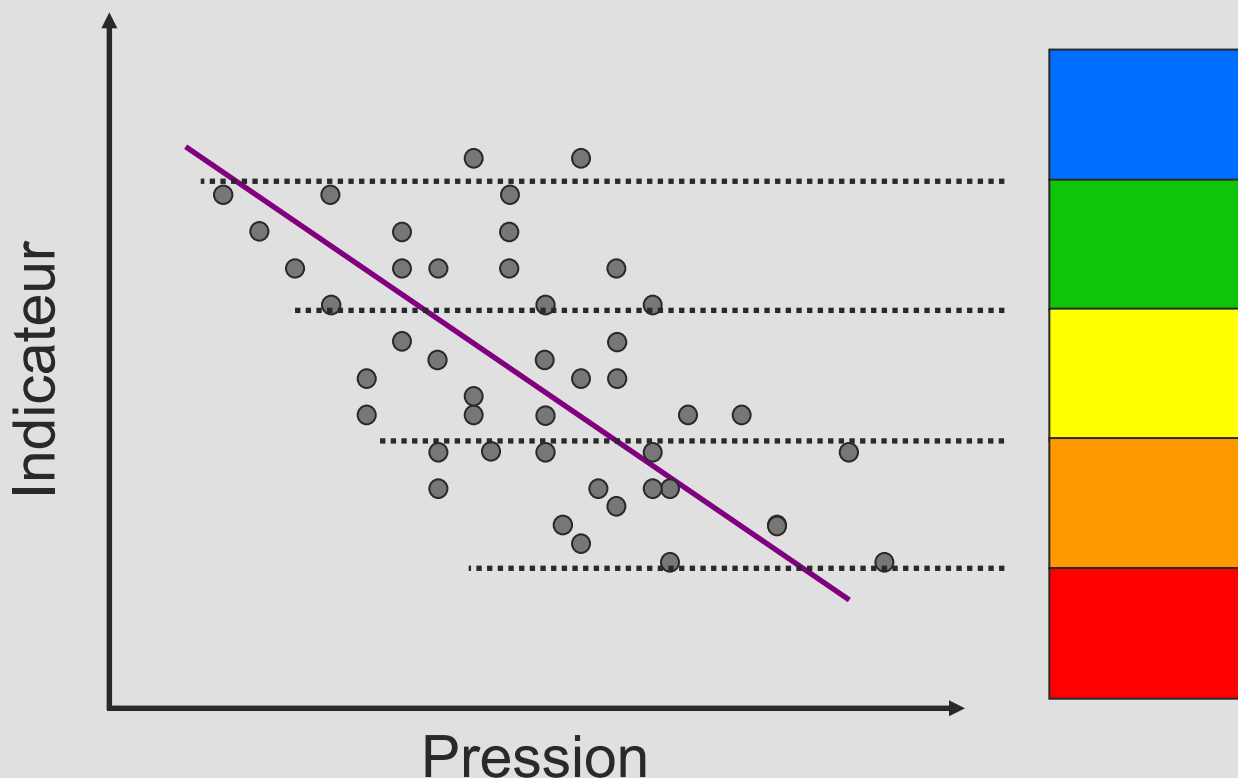
- Agrégation des métriques en un indice (Métrique 1 + Métrique 2 + ... + Métrique N)
- Tests et validation de l'indice

Limite : un EQB donné ne répond pas à tous les types de pressions

■ 2 niveaux de complémentarité :

- Entre métriques (ex : métrique lithophiles / métrique omnivores dans IPR)
- Entre différents EQB (ex : poisson - hydromorphologie ; diatomées - chimie)

7. Élaboration des classes de qualité

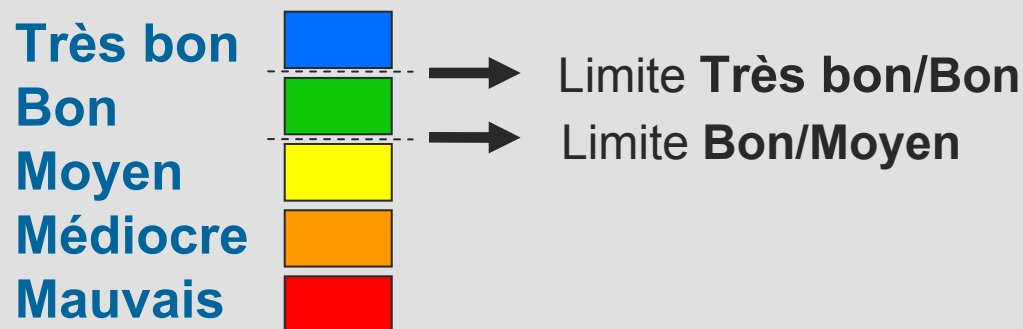


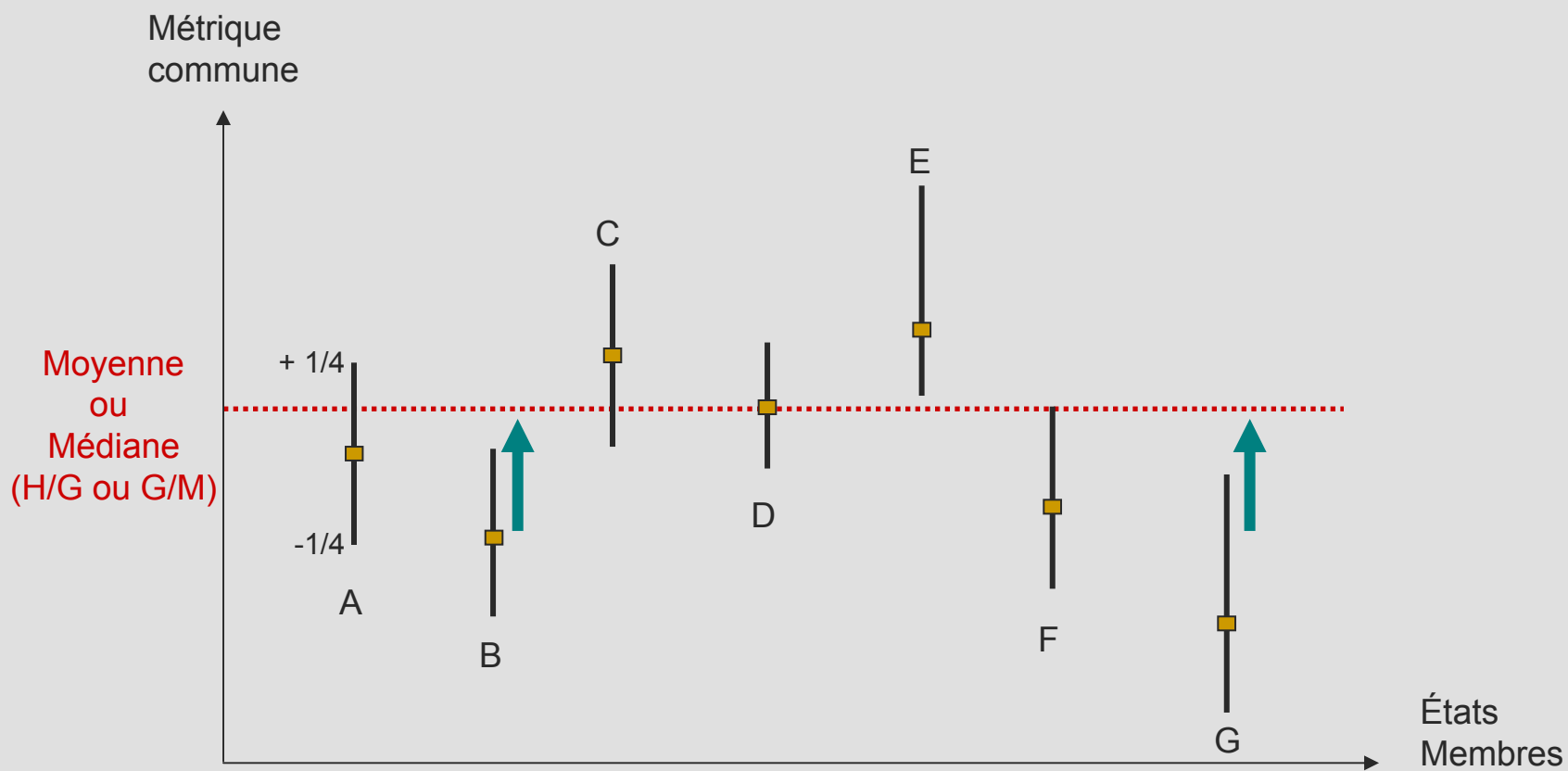
■ Objectifs des travaux d'intercalibration :

- ➔ s'assurer des **conditions normatives de la DCE** pour les outils de bioindication, pour tous les EQB et toutes les catégories de masses d'eau
 - **conditions de référence comparables** (sites peu ou pas perturbés)
 - existence d'une **réponse de l'indicateur aux pressions**
- ➔ vérifier la **comparabilité de ces limites entre les états-membres**

Niveau d'exigence similaire à travers l'Europe

Comparer le niveau de bon et très bon état d'un pays à l'autre





- Méthodes nationales doivent être au minimum juste au dessus de la moyenne/médiane calculée sur la métrique commune

→ Méthodes B et G doivent modifier leurs bornes

■ Pourquoi un nouvel indicateur poisson ?

- ⇒ Meilleure définition des pressions
 - Meilleur choix des sites de référence
 - Sélection des métriques les plus sensibles aux différents types de pressions
- ⇒ Plus grand nombre de sites d'études
- ⇒ Méthodes statistiques plus robustes (meilleure prise en compte des problèmes liés à l'échantillonnage)
- ⇒ Incorporation d'une métrique classe de taille (truite) pour améliorer la sensibilité (altérations hydrologiques) de l'indicateur dans les zones amont
- ⇒ Incorporation d'une métrique « grand migrateurs » servant à évaluer la connectivité (seul EQB le permettant)
- ⇒ Évaluation de l'incertitude (notamment à la limite bon/moyen)

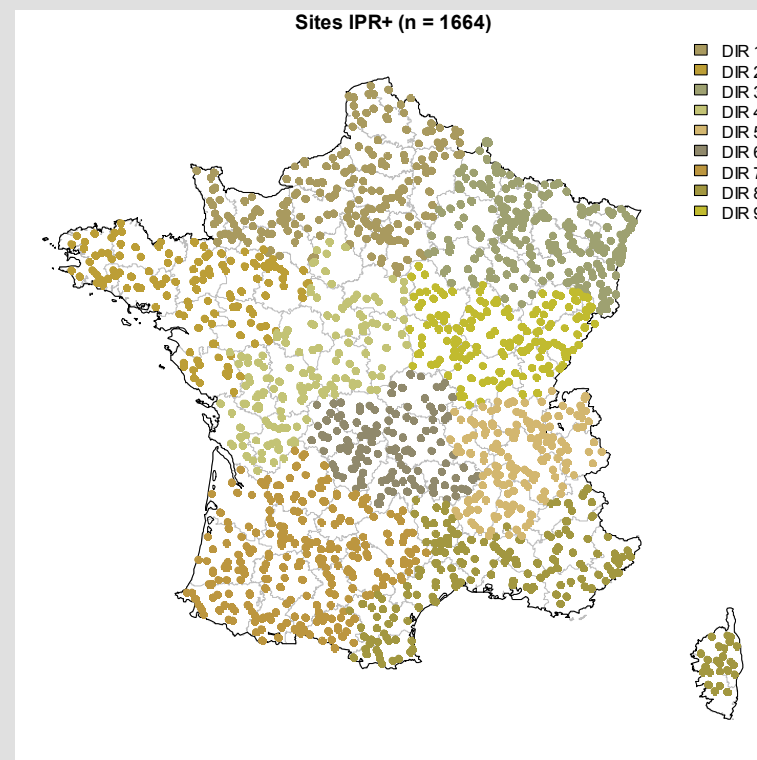
IPR+ a été développé par l'IRSTEA (équipe HEF, UR HBAN, Antony Pont D., Delaigue O., Belliard J., Marzin A. & Logez M.



1. Mise en place d'un réseau d'échantillonnage

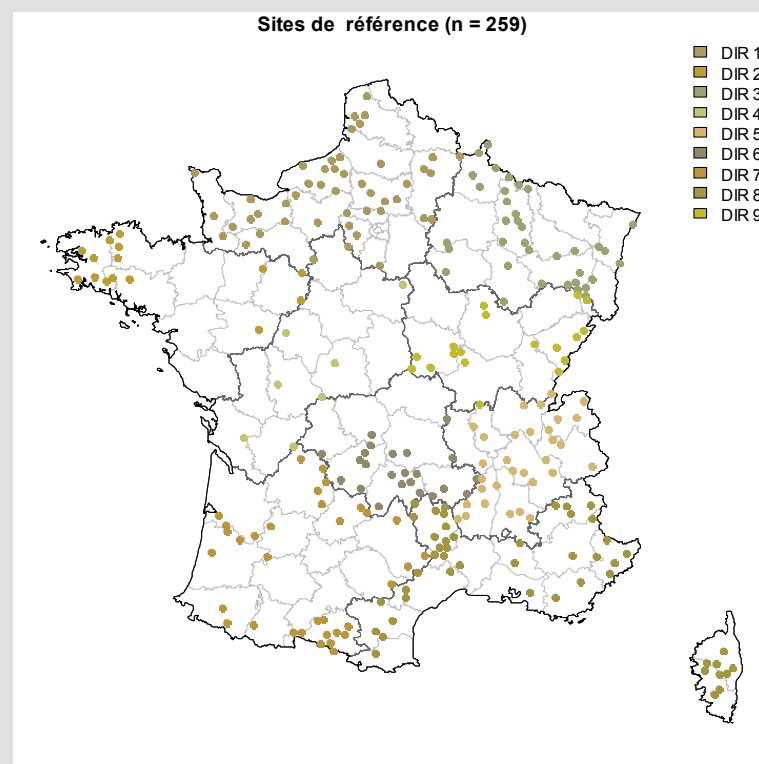
■ Réseaux

- ⇒ de contrôle et de surveillance (RCS)
- ⇒ hydrobiologique et piscicole (RHP)
- ⇒ de contrôle opérationnel (RCO)
- ⇒ de référence



2. Identification de sites de référence

Variable	Modalité 1	Modalité 2	Modalité 3	Modalité 4	Modalité 5
BarAv	oui	partiel	non		
HydroModifie	fort	moyen	faible	nul	
HydroEclus	fort	moyen	faible	nul	
HydroQres	fort	moyen	faible	nul	
HydroPrelev	fort	moyen	faible	nul	
MorphoFaciesRete	fort	moyen	faible	nul	
MorphoRectif	rectifie	intermediaire	nul		
MorphoRecal	recalibre	intermediaire	nul		
DivEtang	fort	faible	nul		
DivNavig	fort	faible	nul		
iMOOX	5	4	3	2	1
CL_MOOX	5	4	3	2	1
PollEutroph effectif	fort	moyen	faible	nul	
SURF	< 30	≥ 30			
	< 100	≥ 100			



3. Collecte des données

- ➔ période 1998-2007
- ➔ 1 664 stations
- ➔ 7 579 opérations de pêche



4. Bancarisation des données

Sites

Habitat

Température de l'air
Précipitations sur le BV
Pente du lit
Taille du BV
Régime hydrologique
Géologie dominante
etc.

Poissons

67 espèces classifiées
selon 37 traits bio-écologiques :

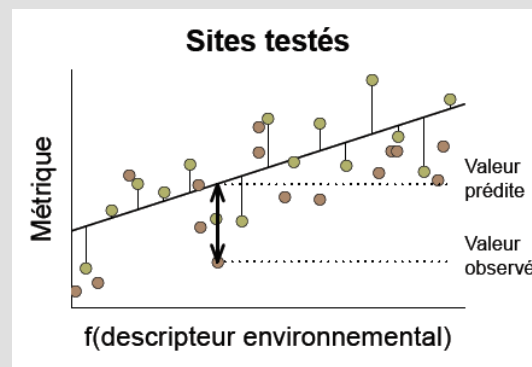
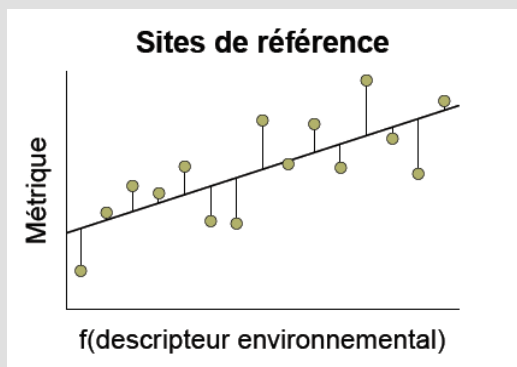
Tolérance à la qualité de l'eau
Tolérance à la déplétion en oxygène
Tolérance à la température
Régime alimentaire
Mode de reproduction
Habitat de reproduction
Habitat d'alimentation
Soin aux jeunes
etc.

Pressions

Débit réservé
Présence d'un seuil
Chenalisation
Navigation
Sédimentation
Dégradation de la ripisylve
Eutrophisation
Risque toxique
etc.

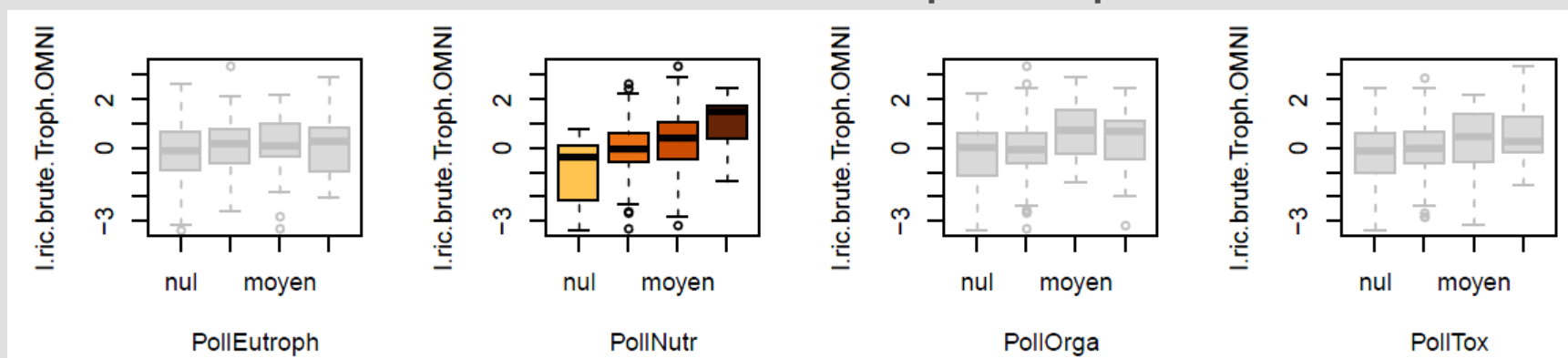
5. Étude des relations pressions-impacts

- Modélisation statistique des métriques fonctionnelles en fonction de l'environnement peu ou pas perturbé (sites de référence)
- Richesse, abondance, densité, biomasse, classes de tailles



672 métriques modélisées

- Sélection → Test de sensibilité des métriques aux pressions



6. Agrégation des métriques

■ Abondance « relative » des espèces

- ⇒ juvéniles de truites (zones ombre et truite)
- ⇒ oxyphiles
- ⇒ habitat intolérantes
- ⇒ à habitat de reproduction lotique

Moyenne
des 2 métriques
les plus sensibles

■ Richesse absolue des espèces

- ⇒ à tolérance générale
- ⇒ sténothermes
- ⇒ à habitat de reproduction lentique
- ⇒ omnivores

Moyenne
des 4 métriques
les plus sensibles

■ Richesse « relative » des espèces

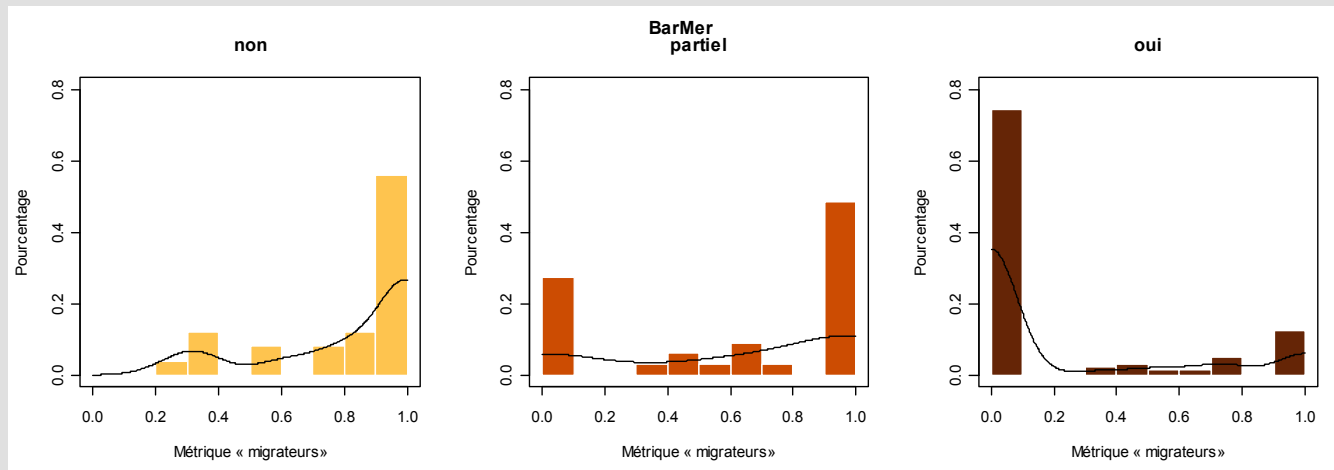
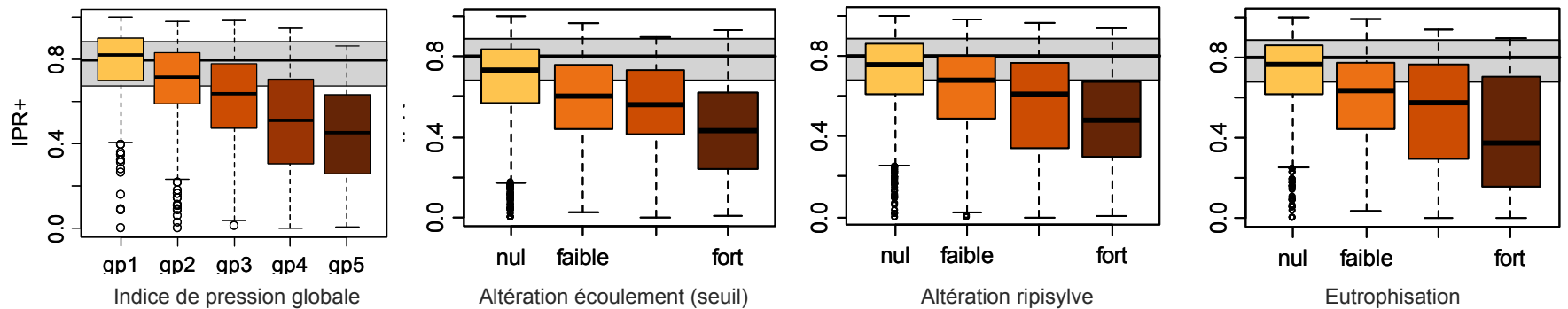
- ⇒ à intolérance générale
- ⇒ oxyphiles
- ⇒ limnophiles

IPR+ = (Moyenne métriques abondance + Moyenne métriques richesse) / 2

(6 métriques sélectionnées par site)

6. Agrégation des métriques

➤ Réponse de l'IPR+ aux pressions anthropiques

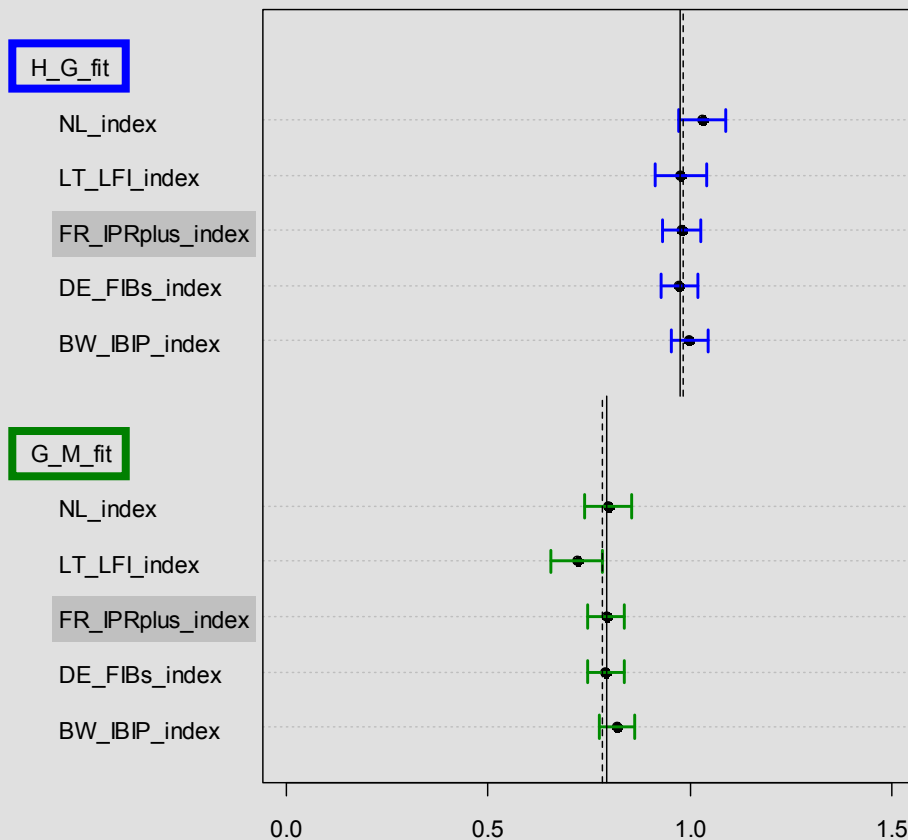


7. Élaboration des classes de qualité

⇒ Intercalibration européenne

→ *Valeurs possibles* des bornes 1-2 et 2-3

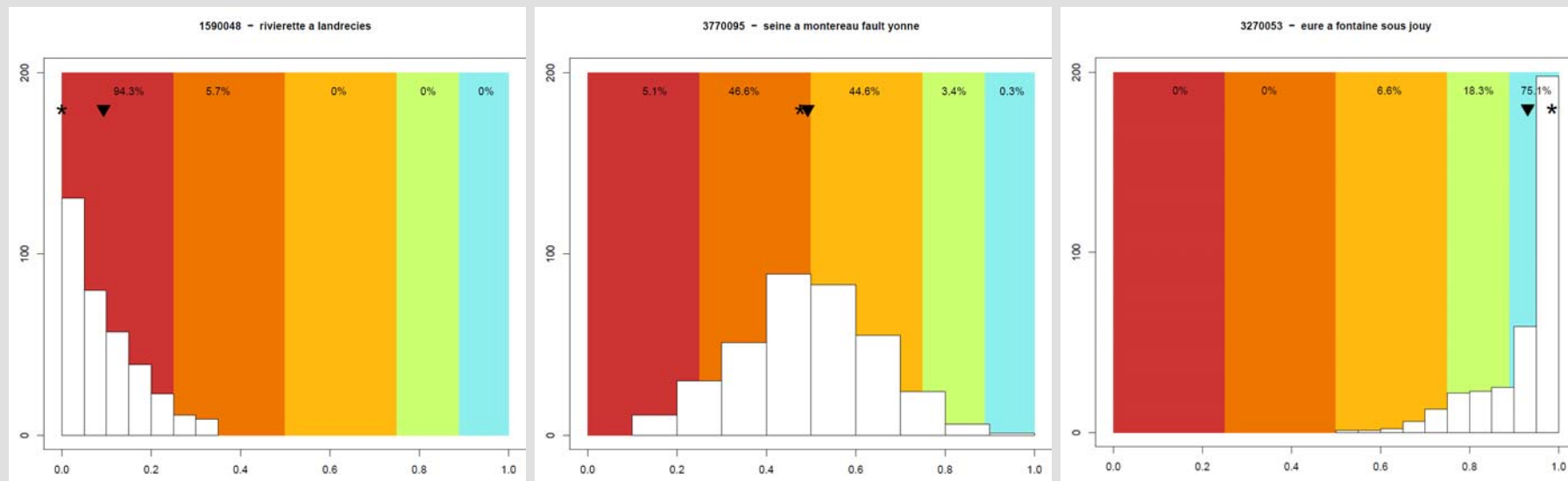
Common metrics



Base de donnée officielle avec conditions de référence comparables

Calage des bornes 1-2 et 2-3 sur les médianes (ou $\pm 1/4$ de classe) des autres indices européens (avec l'IPR pour la France)

8. Évaluation de l'incertitude de l'indice



Distribution de notes (10 000 itérations) pour une seule opération de pêche

→ Probabilité d'appartenir à une classe d'état