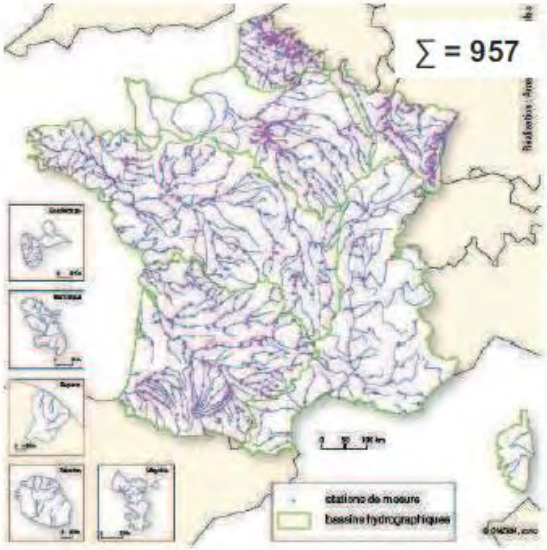
La Directive Cadre sur l'Eau (DCE) : une évolution majeure dans l'évaluation de la santé des écosystèmes aquatiques en Europe

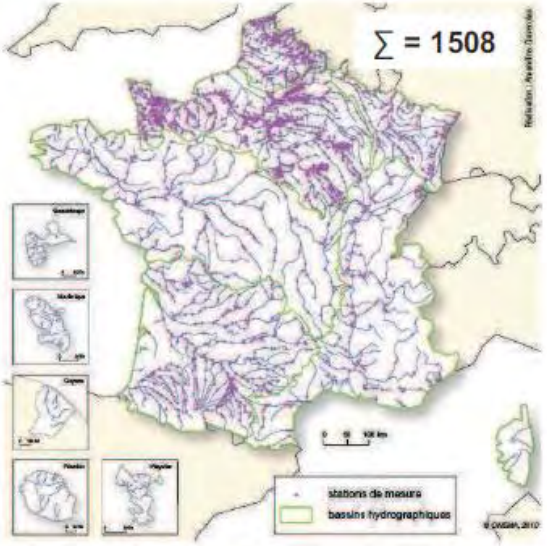
Yorick Reyjol (Onema) yorick.reyjol@onema.fr

Evolution des réseaux : des années 70 à la DCE

1971



1987 (RNB)



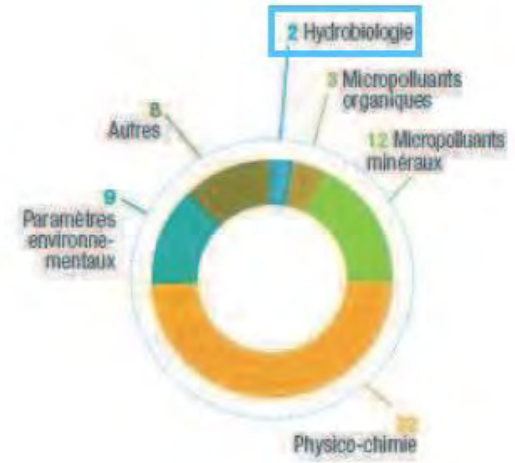
1992 (RNB)

RCS=1584
∑ > 3500

2007 (RCS, RCO, autres)

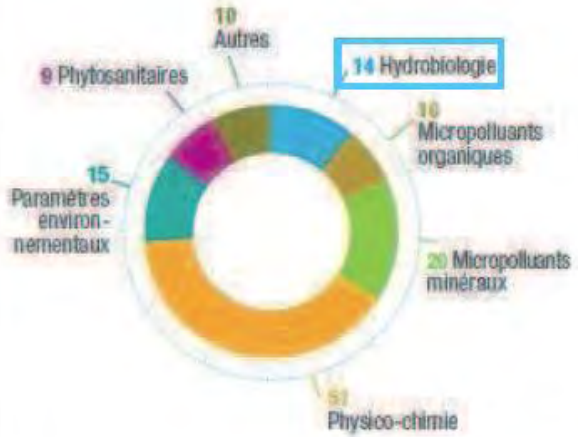
Evolution des mesures mises en œuvre :

1971



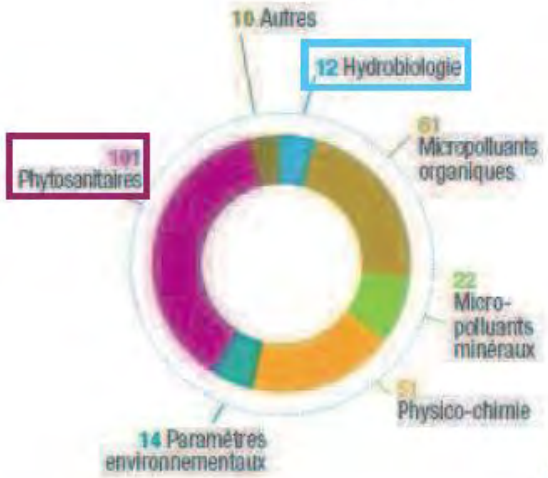
∑ = 66

1987 (RNB)



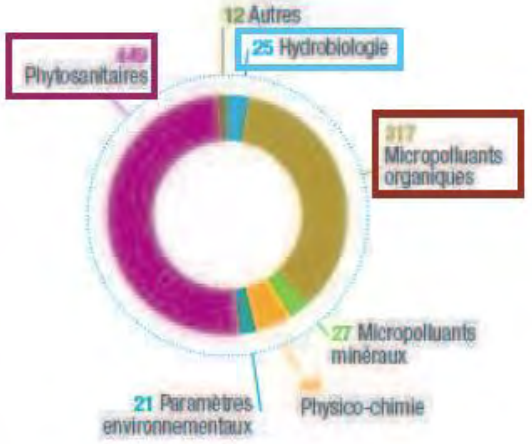
∑ = 129

1992 (RNB)



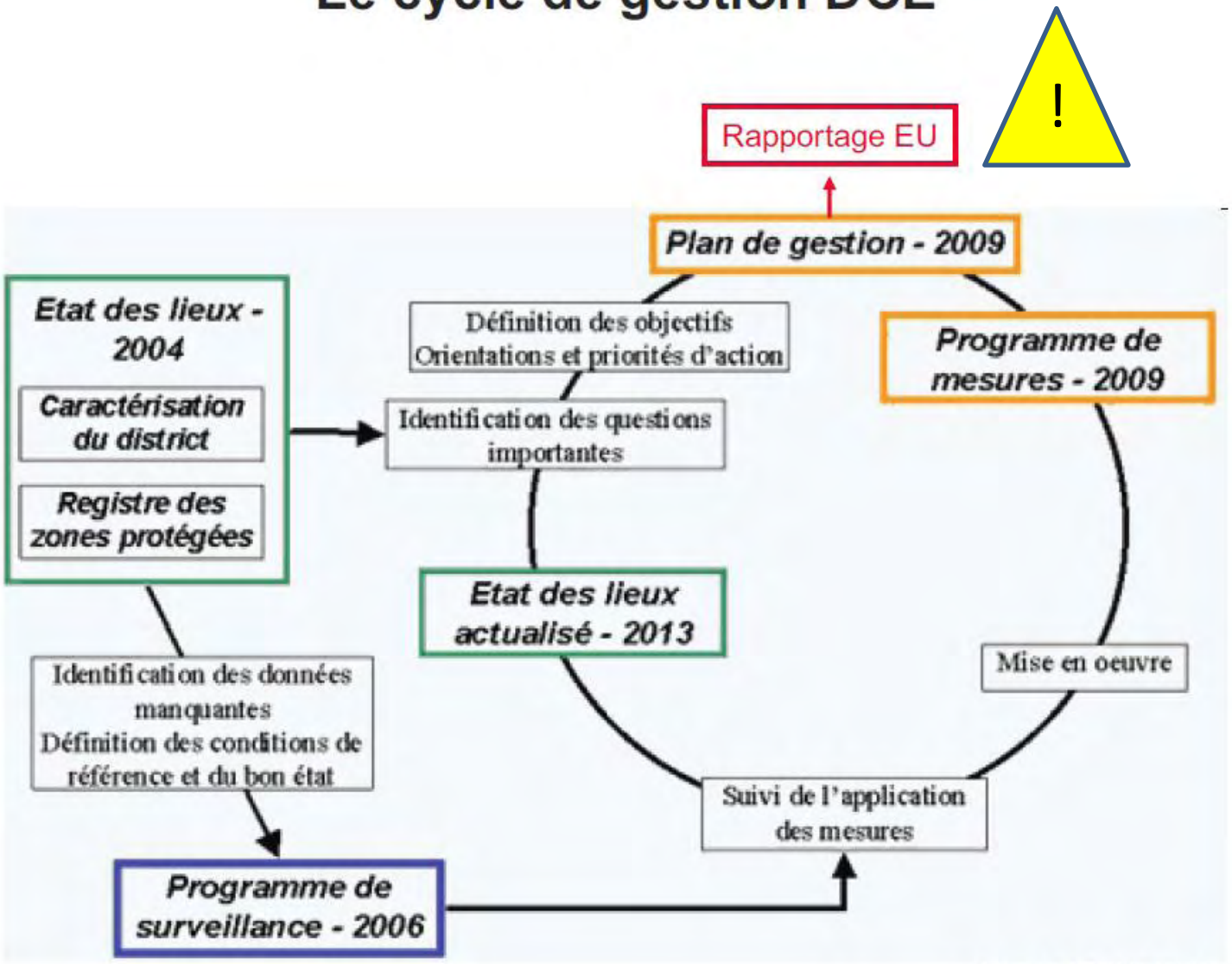
∑ = 271

2007 (RCS)



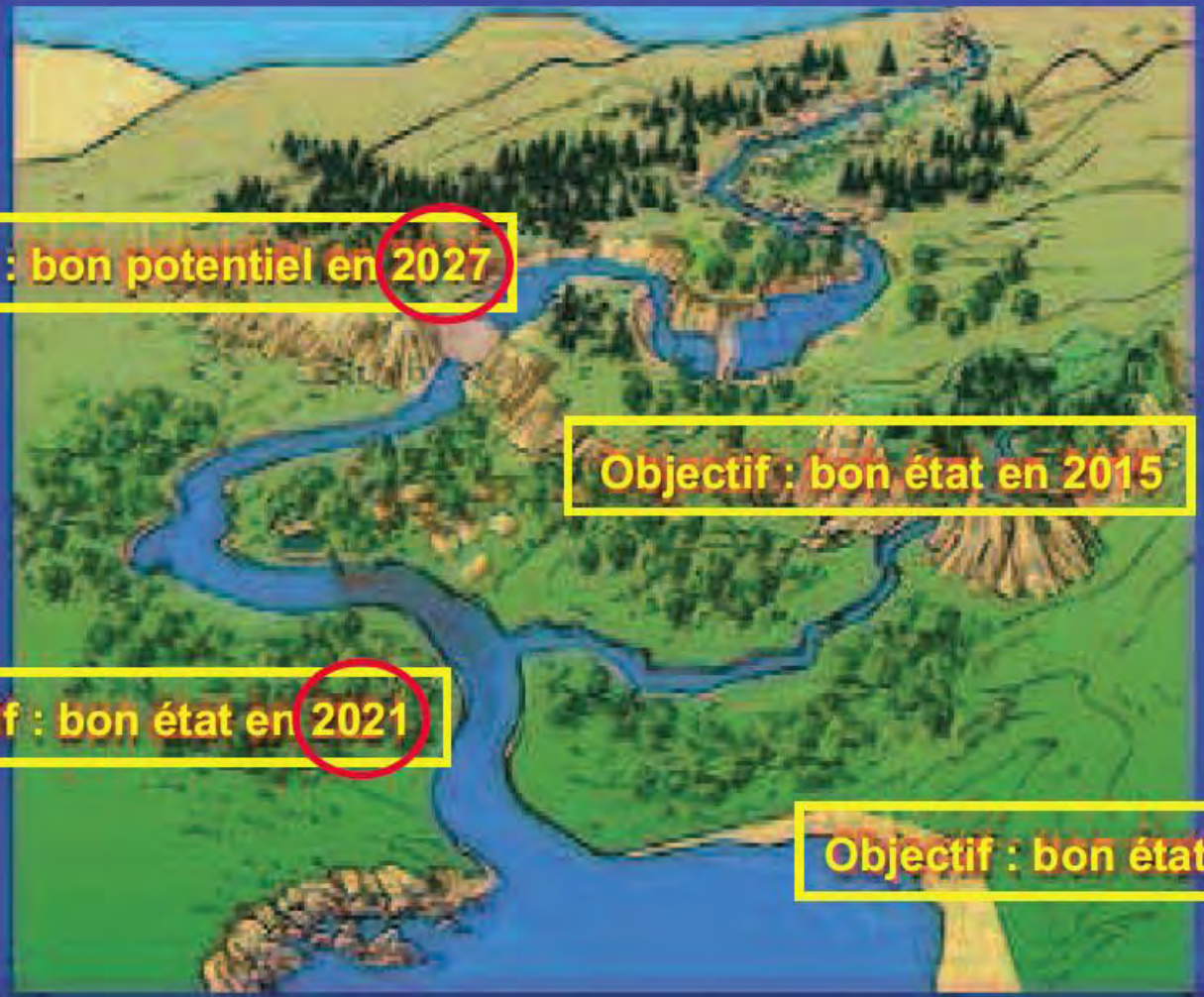
∑ = 895

Le cycle de gestion DCE



Source : AE Rhin-Meuse

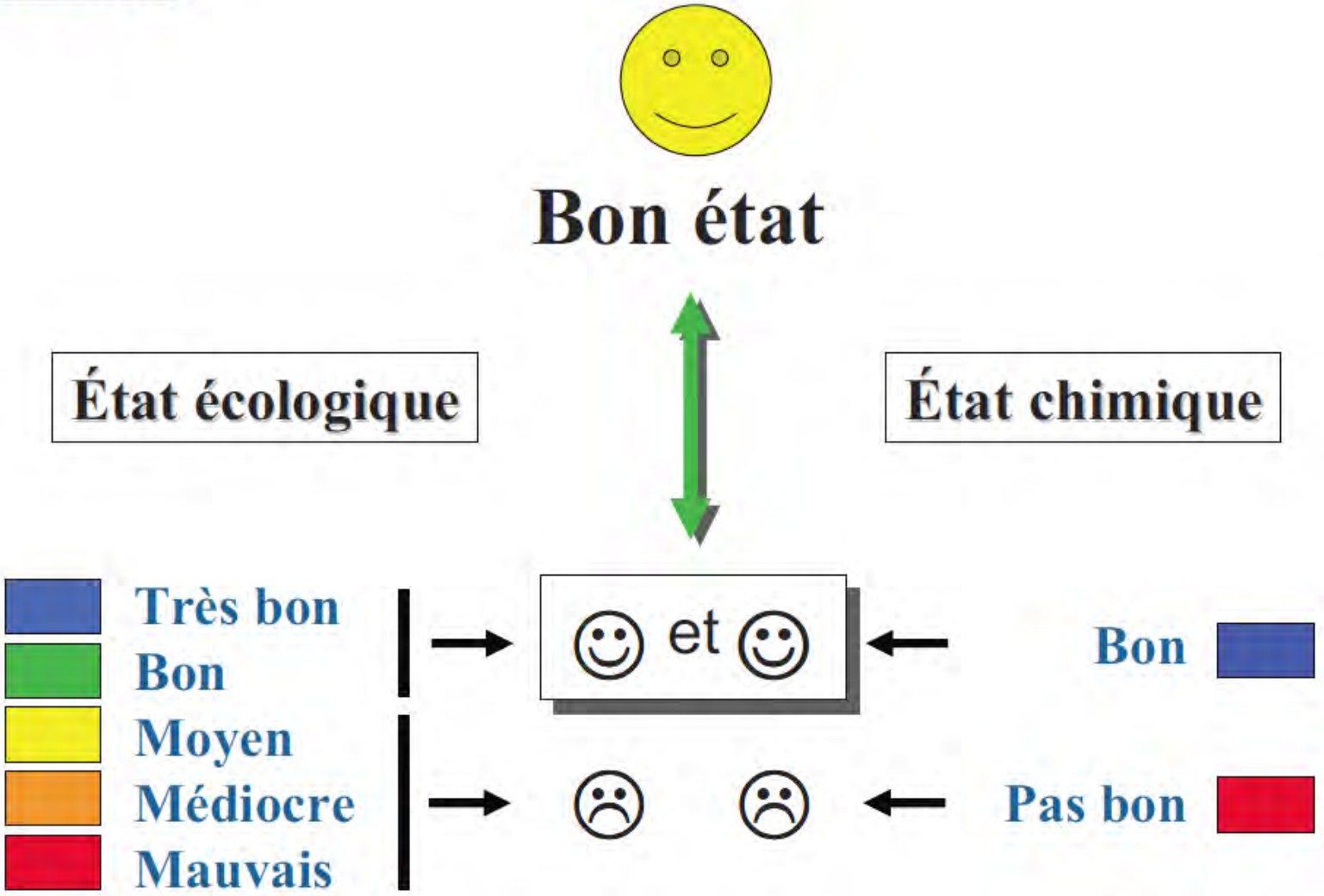
Du SDAGE au PDM…



des reports de délais 2015 à motiver sur des critères socio-économiques

Evaluation de l'état des masses d'eau selon la DCE

L'état des eaux de surface



« One out, all out »

Le bon état écologique :

1. Suppose la définition de **conditions de référence** (c'est-à-dire des 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.

Conditions de référence ⟺

Zone de tolérance
(Ecart à la référence)

Principe de l'élément déclassant

stop !

La notion de bioindicateurs

Un **bioindicateur** (au sens de la DCE) est une combinaison de différents paramètres de la communauté biologique présente (occurence, abondance, biomasse), 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.

Un outil de bioindication DCE-compatible permet d'appréhender l'effet de pressions anthropiques de différentes **natures** (chimique, hydromorphologique) et différentes **intensités** sur la structure des communautés.

« L'intégrité biotique » des milieux

Invertébrés benthiques

Diatomées

Poissons

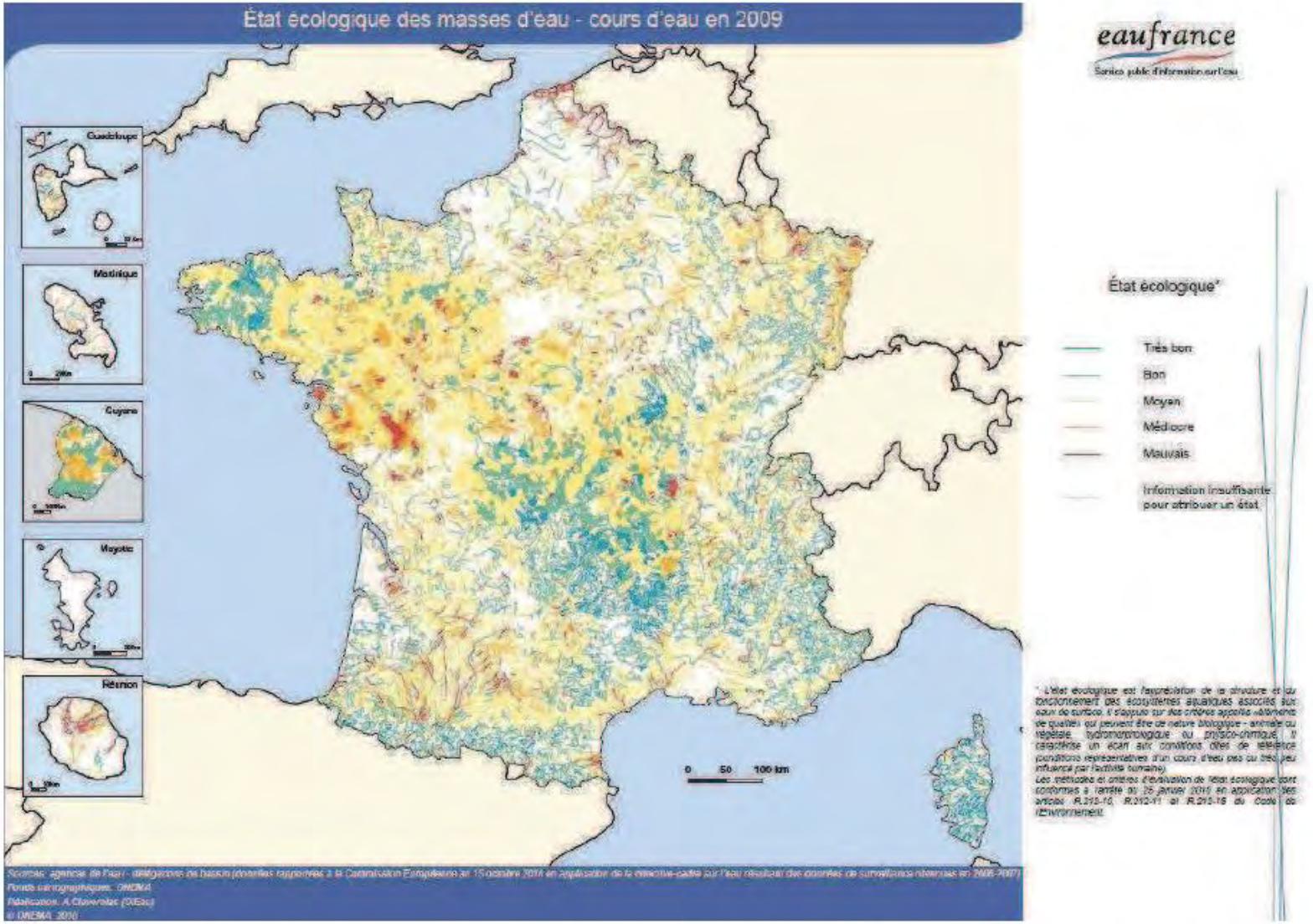
Macrophytes

« Check-up » de l'état de santé du milieu

Eléments de Qualité Biologique (EQB) de la DCE

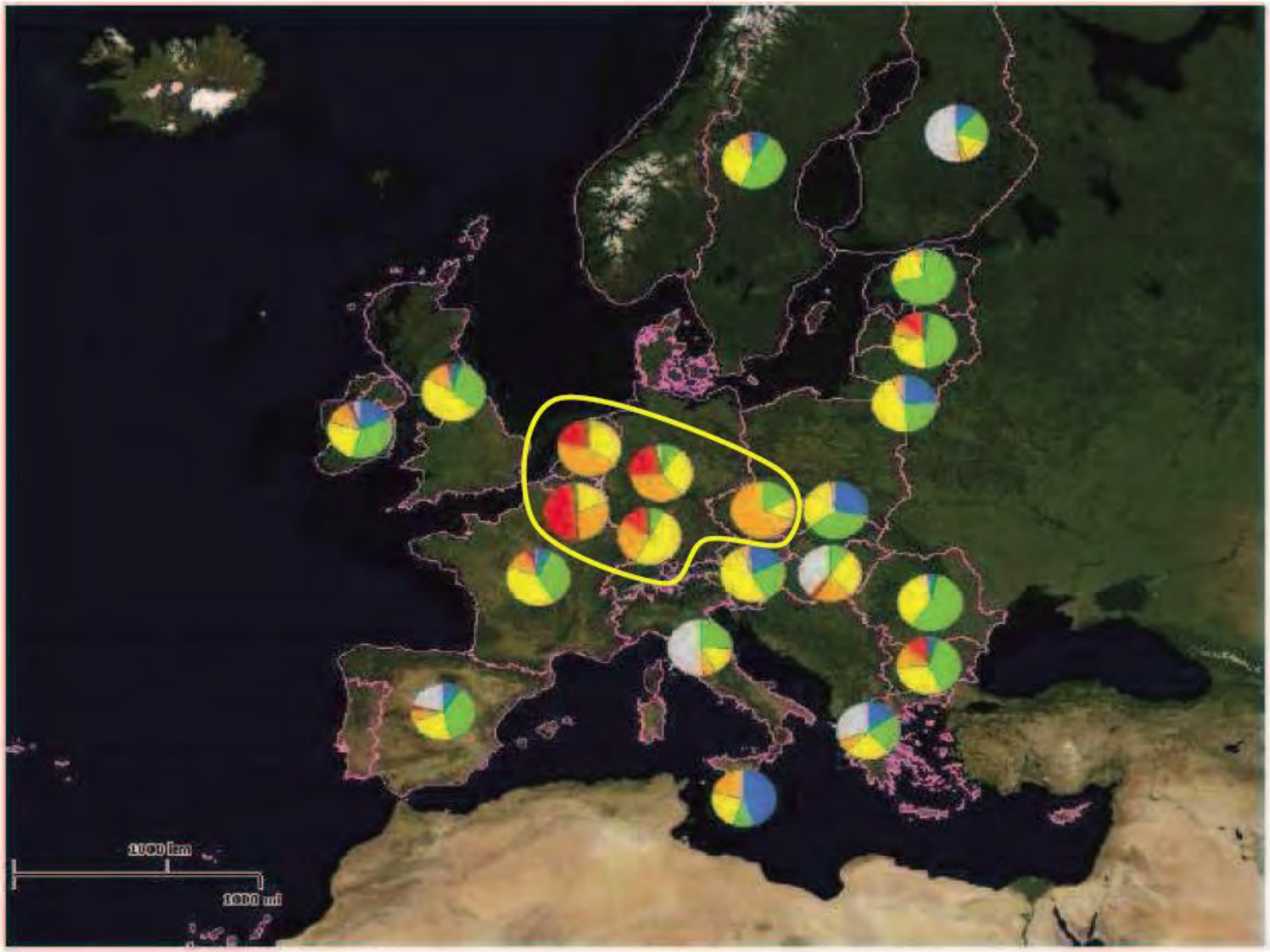
	CE	PE	Transition	Côtier
Phytoplancton	X	X	X	X
Macrophytes & phytobenthos	X	X		
Macroalgues & Angiospermes			X	X
Faune benthique	X	X	X	X
Poissons	X	X	X	

Eaux superficielles (cours d'eau) – Etat écologique



Toutes les cartes sur : http://www.eaufrance.fr/spip.php?rubrique188&id_article=869

Eaux de surface – Etat écologique



Principales étapes de développement d'un bioindicateur DCE-compatible

Principales étapes de développement d'un bioindicateur

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

Réseau de Contrôle et de Surveillance (RCS) – Cours d'eau

Source : Rapportage à la Commission européenne d'octobre 2010 préparé par ministère chargé de l'Environnement – Onema – agences et offices de l'Eau – DIREN/DEAL (Dom)

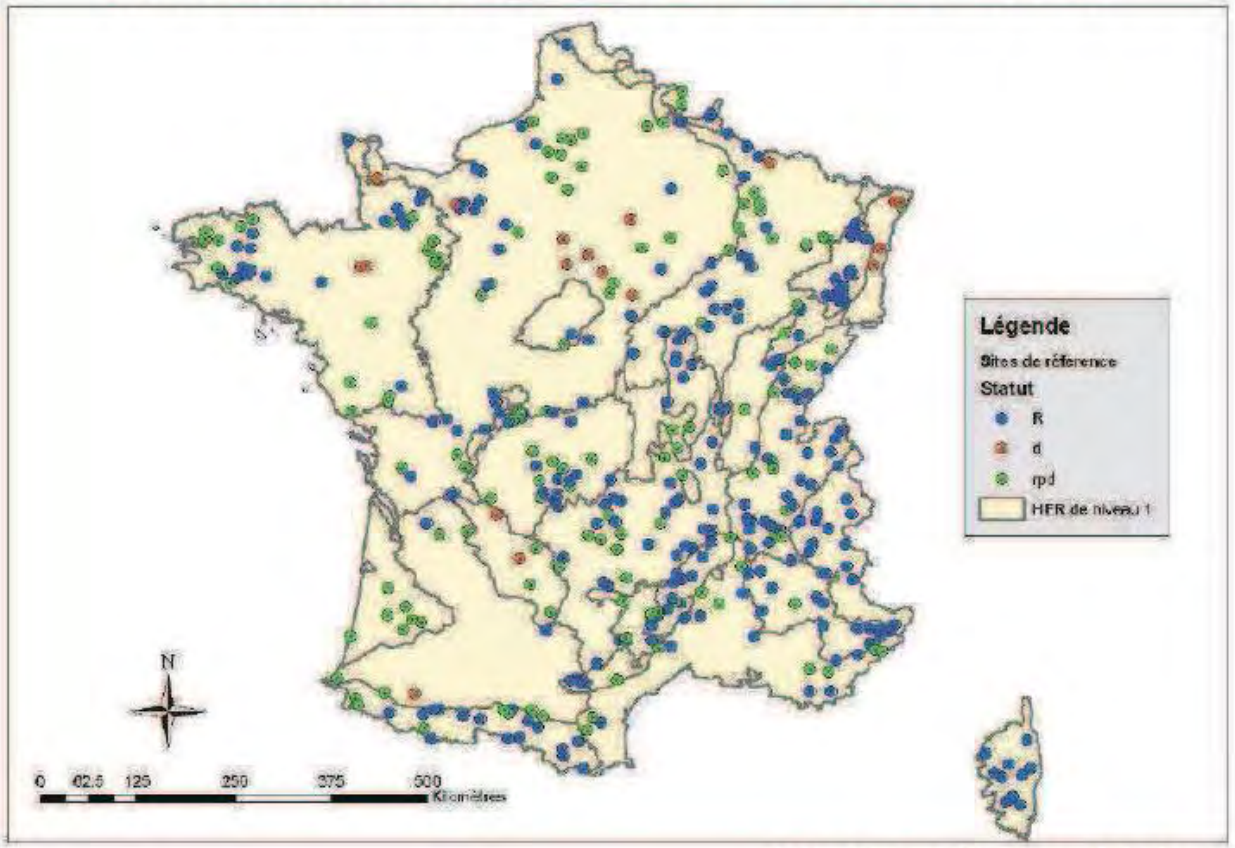
Note : Le rapportage ne comprenait pas le réseau de Mayotte

Principales étapes de développement d'un bioindicateur

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



Pôle Onema/Cemagref de Lyon

Principales étapes de développement d'un bioindicateur

3 – Collecte des données / Tri / Détermination

Principales étapes de développement d'un bioindicateur

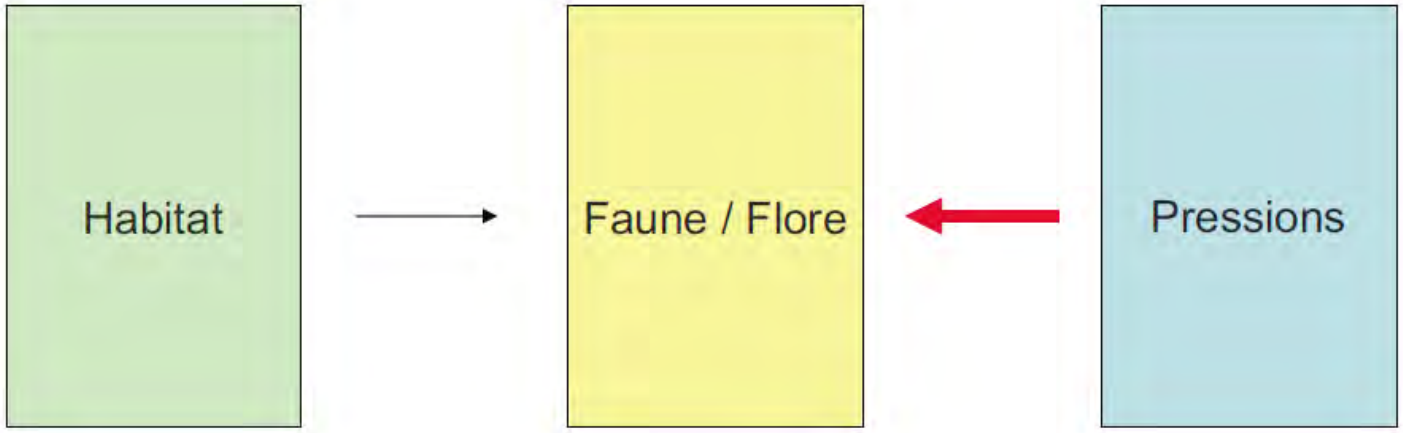
4 – Bancarisation des données

Sites

Habitat	Faune/Flore	Pressions
Profondeur, turbidité, substrat…	Espèce 1, Espèce 2, Espèce 3…	Chenalisation, nutriments…

Principales étapes de développement d'un bioindicateur

5 – Etude des relations pressions/impacts



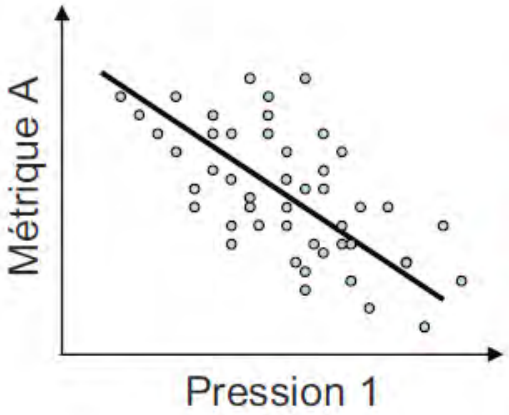
C'est l'étude du lien spécifique entre **pressions anthropiques** et **communautés biologiques** qui permet le développement d'outils de bioindication.

Nécessité incontournable de disposer de données « pressions » aussi précises que possible.

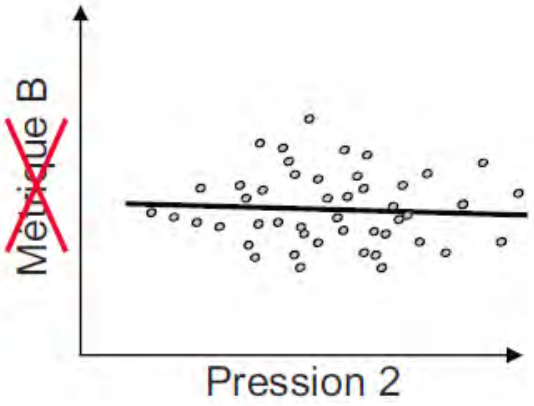
Principales étapes de développement d'un bioindicateur

5 – Etude des relations pressions/impacts (suite)

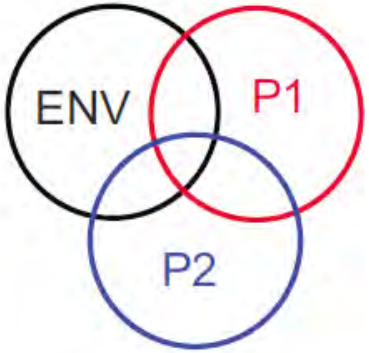
Test de sensibilité des métriques aux pressions (par rapport à un état de référence), en lien avec les conditions normatives de la DCE :



OUI



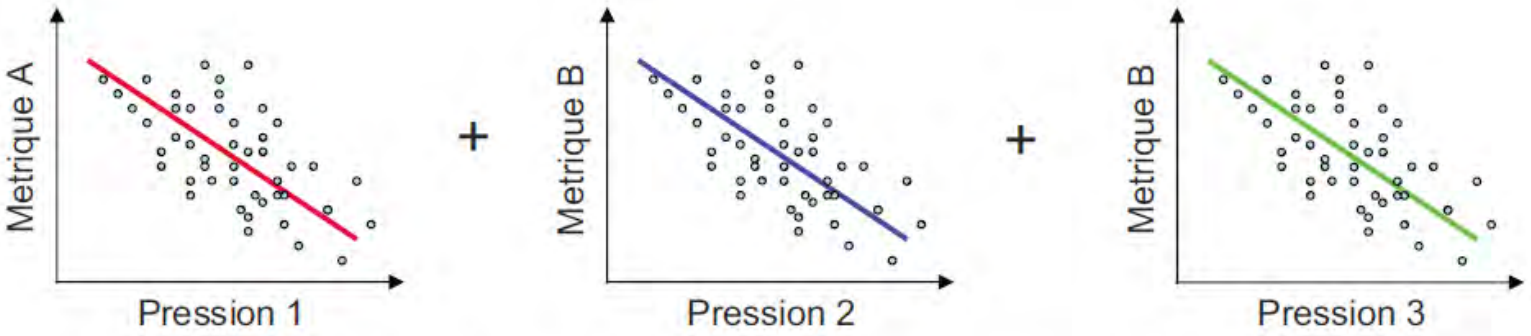
NON



⇨ Sélection des métriques **les plus sensibles** aux différents types de pressions, ou à des « cocktails » de pressions (ex : tous types de pressions hydromorphologiques confondues).

Principales étapes de développement d'un bioindicateur

6 – Agrégation des métriques



⇨ **Agrégation des métriques** en un indice (Métrique 1 + Métrique 2…+ Métrique N).

⇨ **Test et validation de l'indice**.

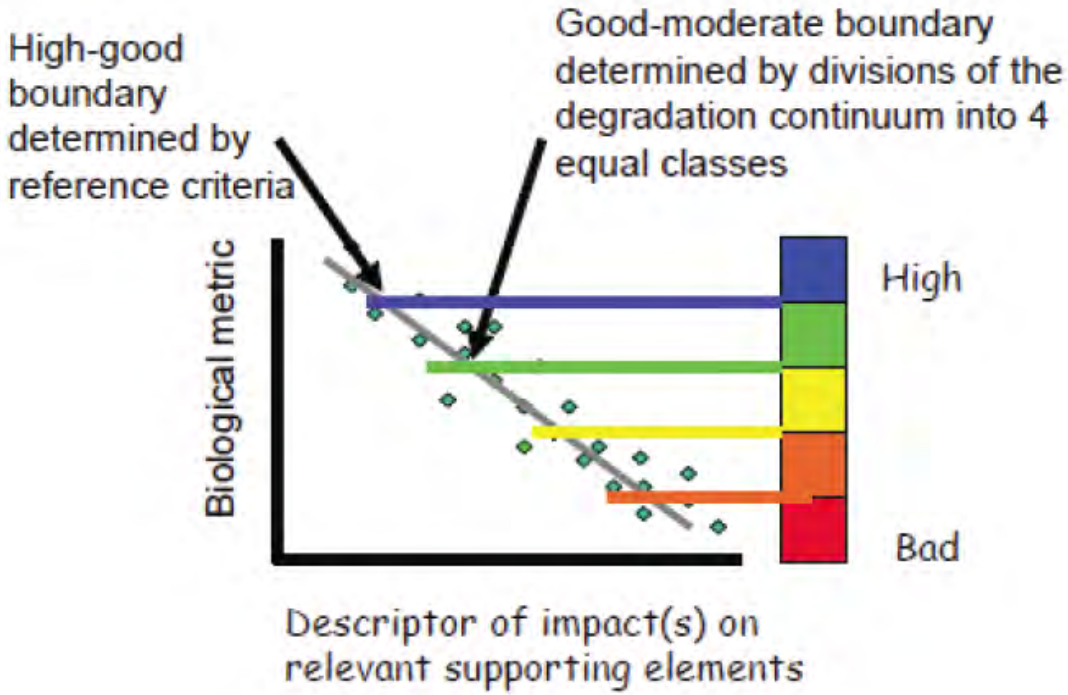
Limite : un EQB donné ne répond pas à tous les types de pressions

2 niveaux de complémentarité :

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

Principales étapes de développement d'un bioindicateur

7 – Identification des seuils de classe

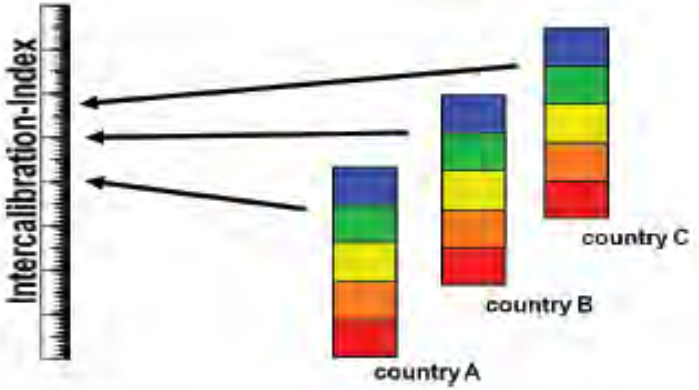


⇨ **Validation de l'indicateur sur un jeu de données indépendant**

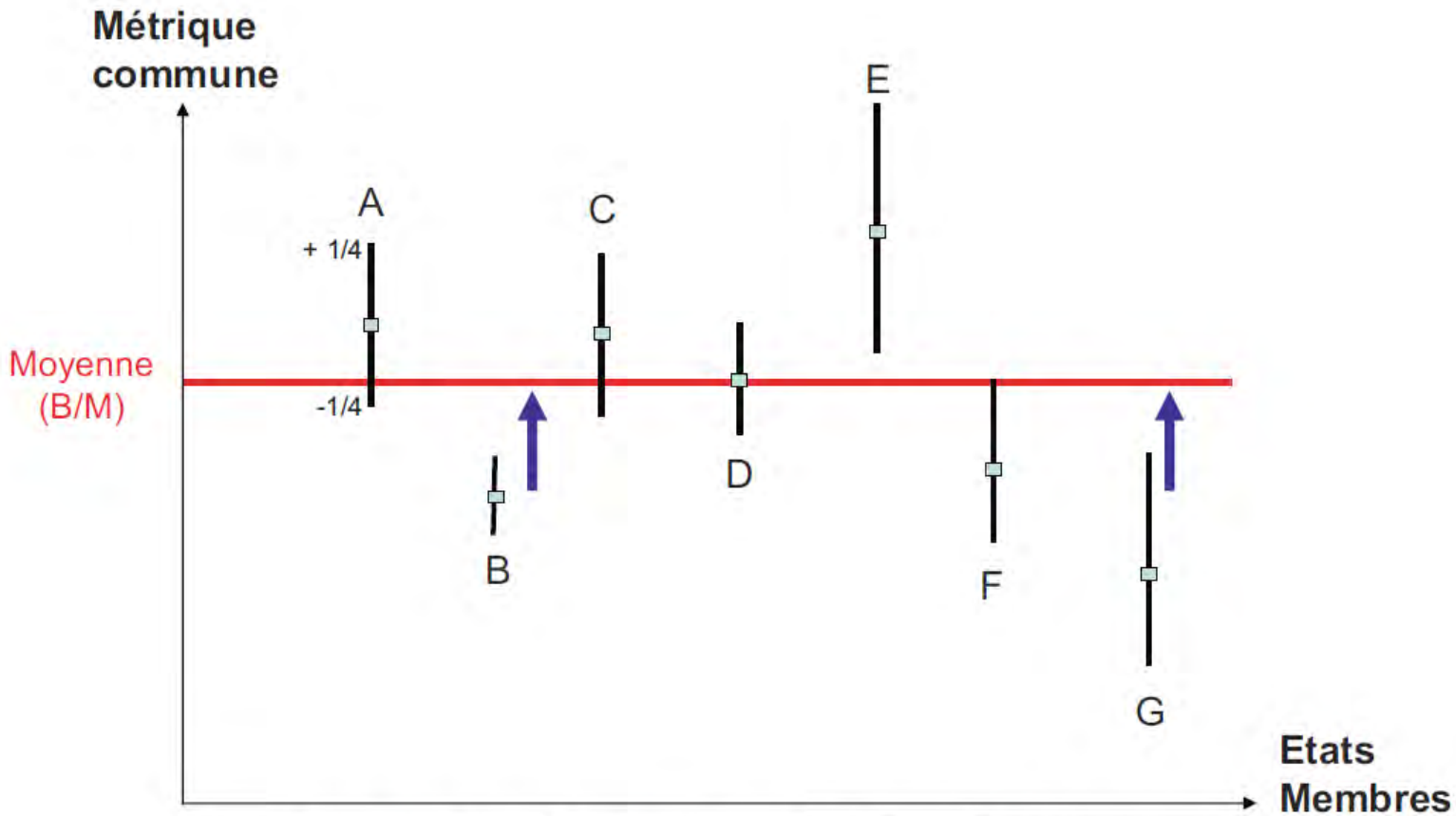
L'intercalibration européenne

Vérifier la **comparabilité des seuils de bon / très bon état** entre les états-membres.

⇨ **Niveau d'exigence similaire à travers l'Europe**



L'intercalibration européenne



La règle est que les méthodes nationales doivent être **au minimum juste au dessous** de la moyenne/médiane calculée sur la métrique commune.

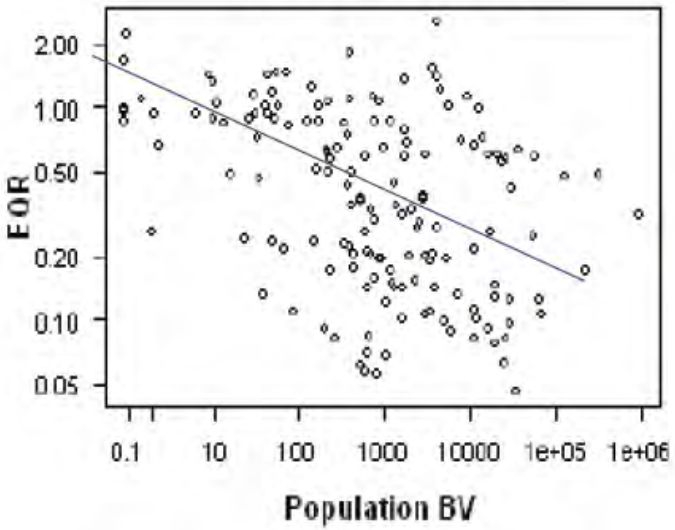
Les pays B et G doivent modifier leur seuil de bon état.
Cas du pays E : pas d'obligation règlementaire, choix national.

Quelques exemples de relations pressions-impacts connues

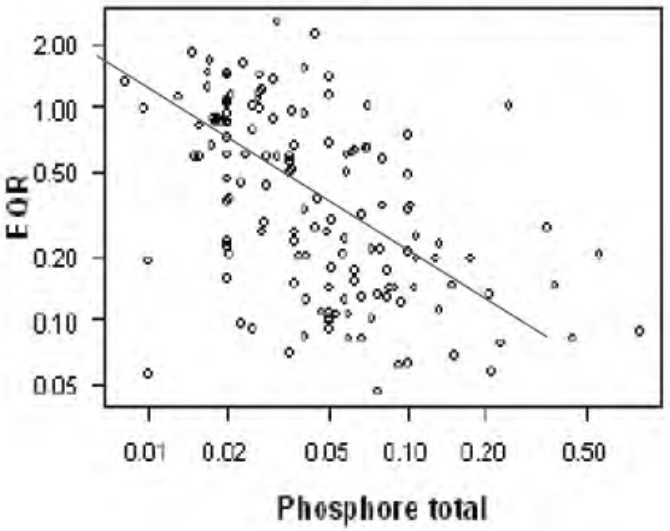
Ex 1 : Chl-A en lac

Lien entre densité de population et Chl-A (plans d'eau)
Lien entre Phosphore total et Chl A (plans d'eau)

Force motrice

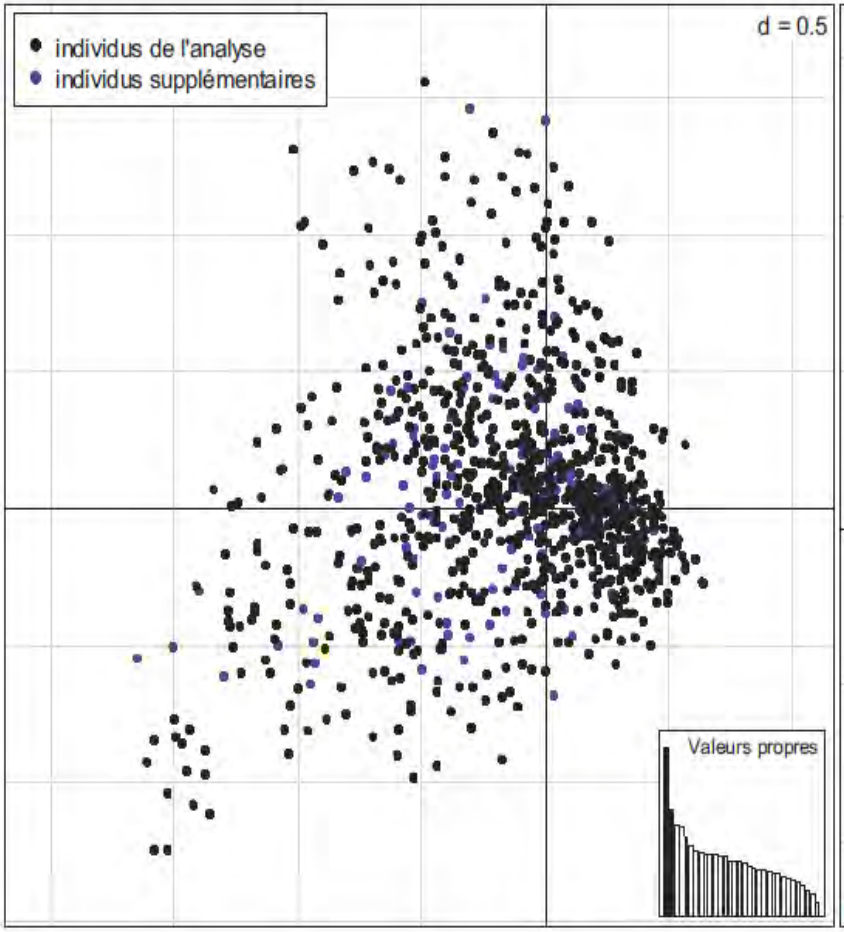


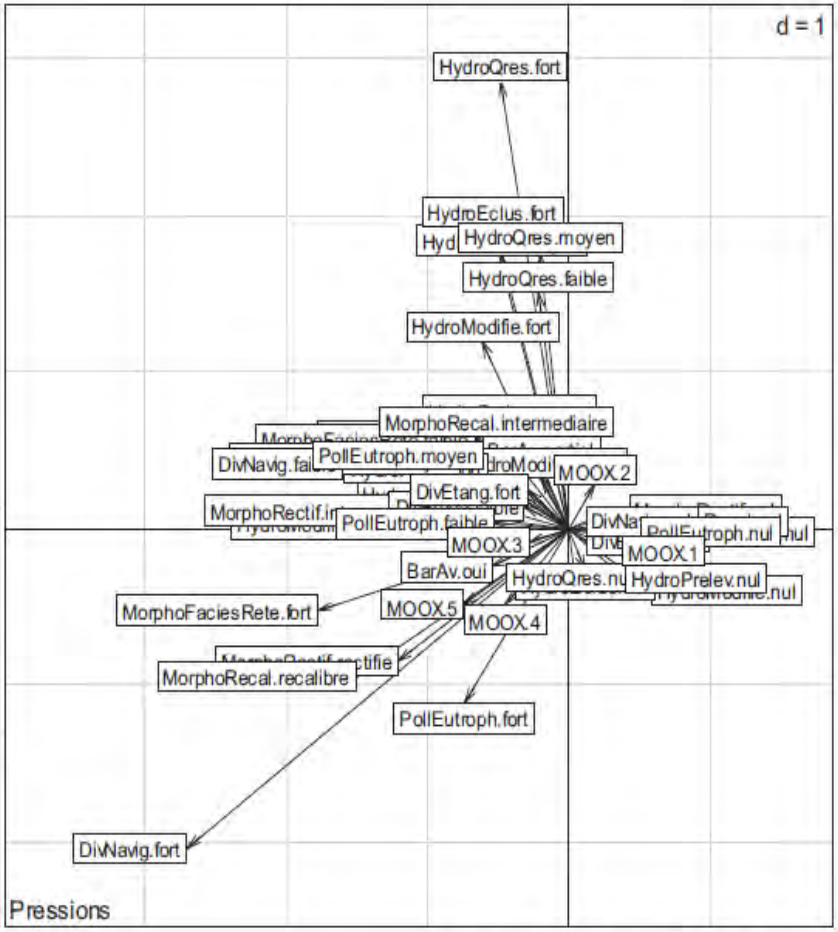
Pression



de Bortoli et al. 2010, Irstea

Le problème des « cocktails » de pressions :



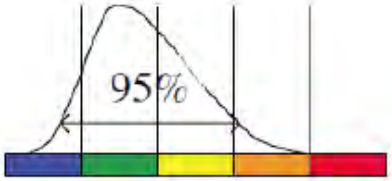


Delaigue et al. 2010, Irstea

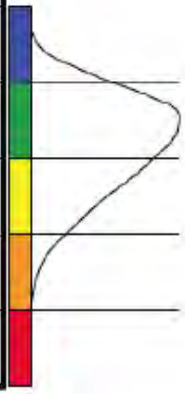
La question des incertitudes

Confiance et précision
Méthodes (1/2)
Intervalle de confiance

$$\mu \in [\bar{x} - p; \bar{x} + p]$$



Classe d'état	Probabilité de la classe
Très bon	10%
Bon	50%
Moyen	25%
Médiocre	10%
Mauvais	5%



Ifremer DYNECO / VIGIES / Nantes

D. Soudant, Aquaref, 3 et 4 juin 2008

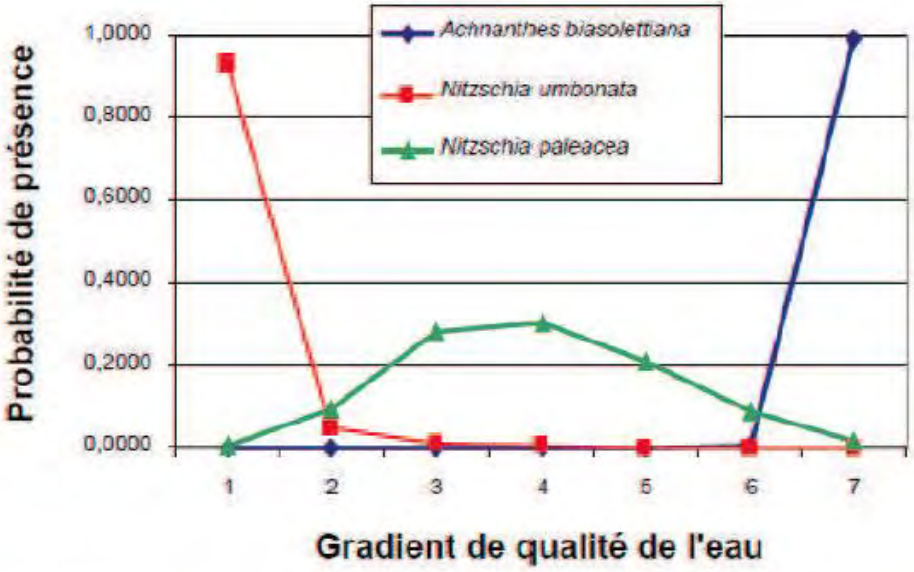
5

Objectif à moyen terme : disposer de ce genre d'outil pour tous les EQB.

Philosophie générale de l'IBD (Coste, 1992)

Utilisation de **1300 inventaires** biologiques :

=> Calcul des **profils écologiques** de 209 taxons = probabilités de présence en fonction des **caractéristiques physico-chimiques** de l'eau.



En fonction des **espèces présentes**, et des **abondances observées**, on en déduit une **note de qualité écologique** pour le milieu.

L'indice biologique macrophytique en rivière - IBMR

- Méthode proche de l'IBD
- Basée sur le peuplement macrophytique de la zone en eau
  - *Intégration de taxons polluorésistants, polluosensibles et banals*
  - *Adaptation à tout le réseau hydrographique* *(dont milieux profonds)*

- Indice spécifique (listes floristiques)
- Aspect qualitatif (autoécologie) :

  CS*i* – cote spécifique de niveau de trophie **E*i*** - coef sténoécie
- Aspect quantitatif (recouvrement) :

  K*i* – coef d'abondance

$$IBMR = \frac{\sum_i^n CS_i \,.\, E_i \,.\, K_i}{\sum_i^n E_i \,.\, K_i}$$

Moyenne des CS pondérée par les abondances

Protocole de prélèvement IBGN

Habitat dans le cadre IBGN = 1 combinaison d'un type de support (= substrat) donné et d'une gamme de vitesse de courant.

10 types de support définis, caractérisés par leur **« habitabilité »** :

Echantillonnage selon ordre décroissant d'habitabilité : du **+ biogène** au **- biogène**

Minéral

- [9] – blocs (∅ > 250mm)
- [4] – cailloux (∅ > 25-250 mm)
- [5] – gravier (∅ > 2,5-20 mm)
- [8] – sable (∅ > 0,1-2,5 mm)

Végétal

- [1] – bryophytes
- [2] – hydrophytes (immergés)
- [6] – helophytes (émergents)
- [10] – algues

Organique, sédimentaire

- [3] – litière, branches, racines
- [7] – vase

Calcul de la note IBGN

Etape 1 : Identification du **Groupe Faunistique Indicateur ou GFI** (pour un site donné)

GFI = 9 - Chloroperlidae (P); Perlidae (P); Perlodidae (P); Taeniopterygidae (P) ***(si n > 2)***

...

GFI = 5 - Hydroptilidae (T); Polymitarcidae (E); Potamanthidae (E); Heptageniidae (E) - *(si n > 2)*

...

GFI = 1 - Chironomidae (D), Asellidae (C), Achaeta *(si n > 2)* or Oligochaeta *(si n > 9)*

Etape 2 : Identification de la **Classe de Variété Taxonomique ou CVT** (= richesse taxonomique), selon **14 classes de variété.**

CVT = 1 ⇔ 1 à 3 taxons

...

CVT = 7 ⇔ 21 à 24 taxons

...

CVT = 14 ⇔ 50 taxons ou plus

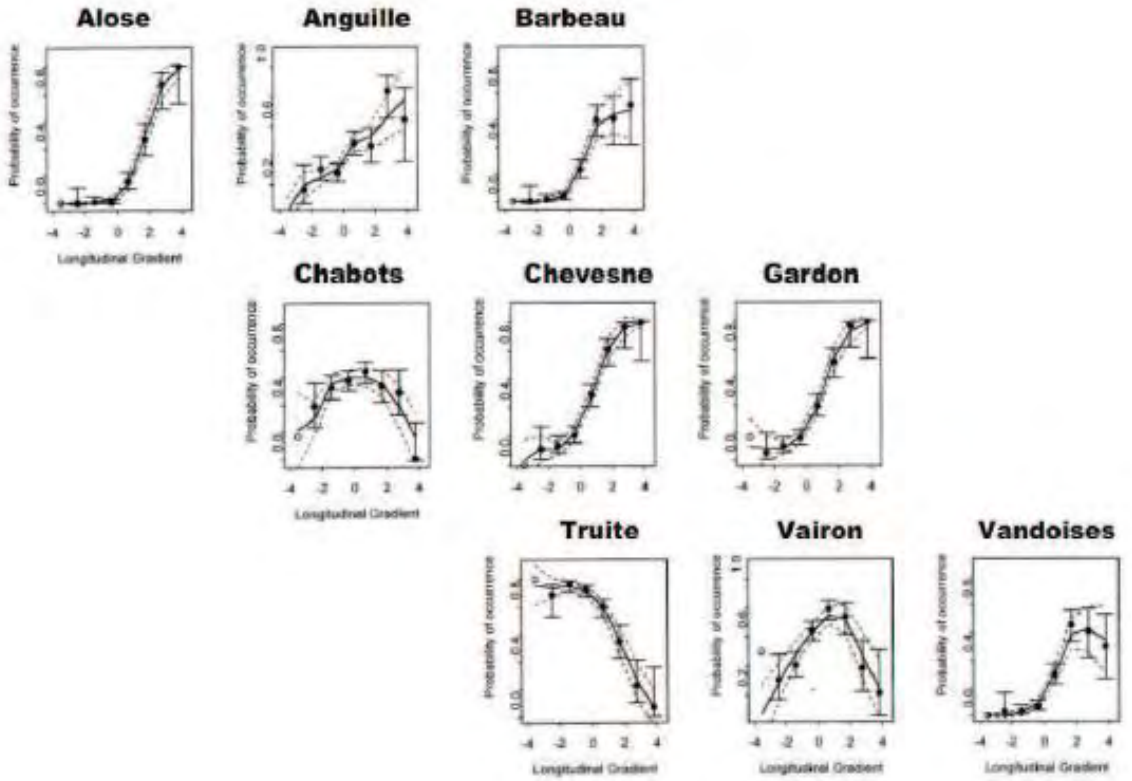
L'IPR : premier outil multimétrique en France

Prédiction des peuplements

Sélection de 650 stations pas ou peu perturbées

Unités hydrographiques : H1 : bassins Nord, H2 : bassin Seine, H3 : bassins Manche, H4 : bassins atlantiques, H5 : bassins Loire, H6 : bassin Garonne, H7 : bassin Rhône, H8 : bassins Méditerranée. Ces 8 ensembles ont été distingués sur la base de critères faunistiques. La limite entre les unités H3 (bassins Manche) et H4 (bassins atlantiques) se situe au niveau de la pointe de Penmarc'h. Les points indiquent l'emplacement des stations ayant servi à construire les modèles de référence.

Etablissement de modèles linéaires par espèce



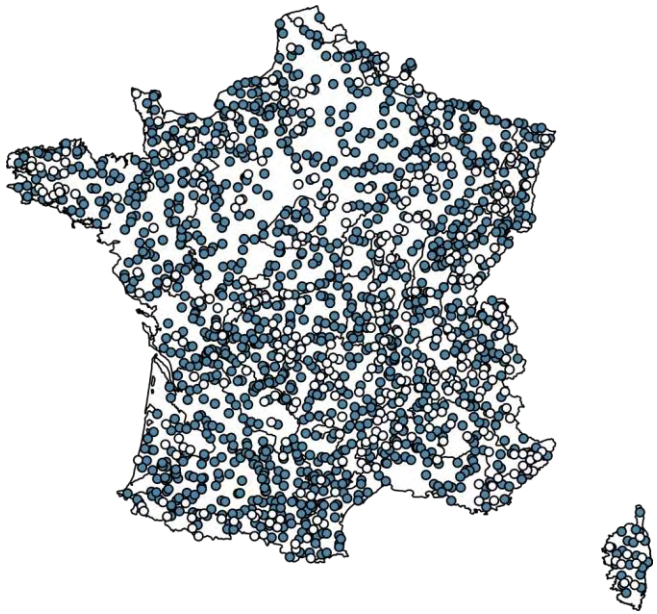
Prédiction du peuplement théorique sur un site donné en fonction des variables environnementales, puis calcul d'un **écart par rapport à au peuplement observé** ⇔ **note IPR** fonction de l'intensité des perturbations.

L'IPR, le premier outil multimétrique à l'échelle nationale

Liste des métriques intervenant dans le calcul de l'IPR

Métrique	Abréviation	Réponse à l'augmentation des pressions humaines
Nombre total d'espèces	NTE	↓ ou ↑
Nombre d'espèces rhéophiles	NER	↓
Nombre d'espèces lithophiles	NEL	↓
Densité d'individus tolérants	DIT	↑
Densité d'individus invertivores	DII	↓
Densité d'individus omnivores	DIO	↑
Densité totale d'individus	DTI	↓ ou ↑

L'I2M2 : un nouvel outil plus robuste



1894 stations

57 types de cours d'eau

> 6200 opérations de contrôle

Caractérisation environnementale :

Qualité de l'eau :
10 catégories de pression (Seq-Eau 2)
(MO, Matières azotées, Nitrates, Matières phosphorées, MES, Acidification, Métaux, Pesticides, HAP, Micropolluants organiques)

Hydromorphologie & Utilisation de l'espace :
7 catégories de pression
(Voies de communication, Ripisylve, Urbanisation (100m), Risque de colmatage, Instabilité hydrologique, Anthropisation BV, Rectification)

Données utilisées

Données faunistiques

2525 [métriques x échelle d'observation] testées

Échelles de calcul :

i) du bocal individuel (**B1** ou **B2** ou **B3**),

ii) de (**B1**+**B2**) = substrats les plus habitables

iii) de (**B2**+**B3**) = substrats dominants

iv) de (**B1**+**B2**+**B3**) = station

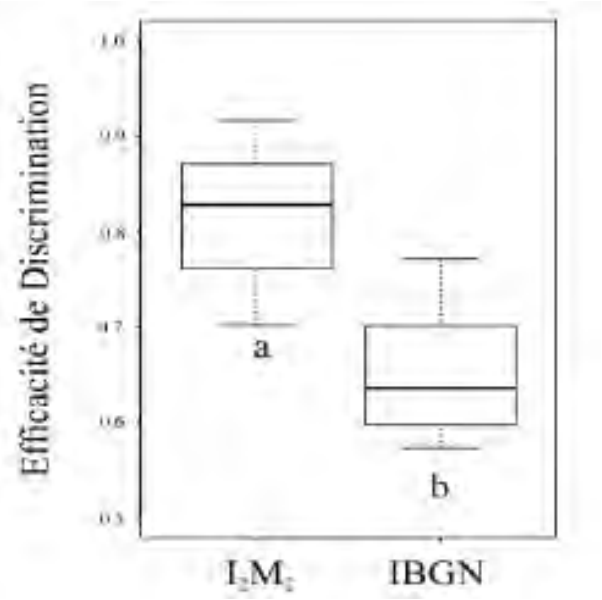
Exemples :

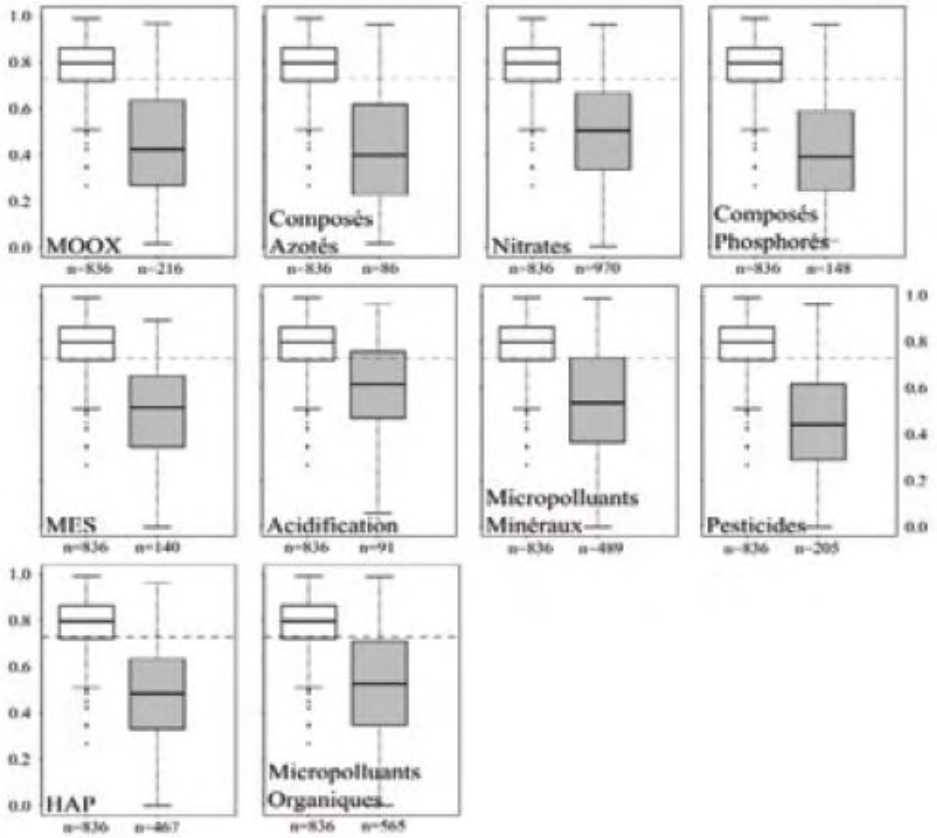
- des indices de structure taxonomique (e.g. S, H, J, λ)
- des indices (ou sous-indices) biotiques globaux, normalisés (UK, DK, B, I, F, etc)
- des indices biotiques spécialisés type « SPEAR » (« SPEcies At Risk » organic / metal / pesticide)
- des indices d'abondance (taxonomique) relative de groupes ou combinaisons de groupes taxonomiques
- les fréquences relatives d'utilisation de 63 mod. de 11 traits biologiques et 55 mod. de 11 tr. écologiques
- des indices de diversité fonctionnelle
- l'adaptation d'indices de recouvrement ou de spécialisation de niche aux traits bio/écologiques
- Q ou S de groupes fonctionnels homogènes, définis sur la base d'une combinaison de caractéristiques (i) biologiques, (ii) écologiques ou (iii) biologiques et écologiques

Exemples de sensibilité de l'I2M2 aux pressions chimiques

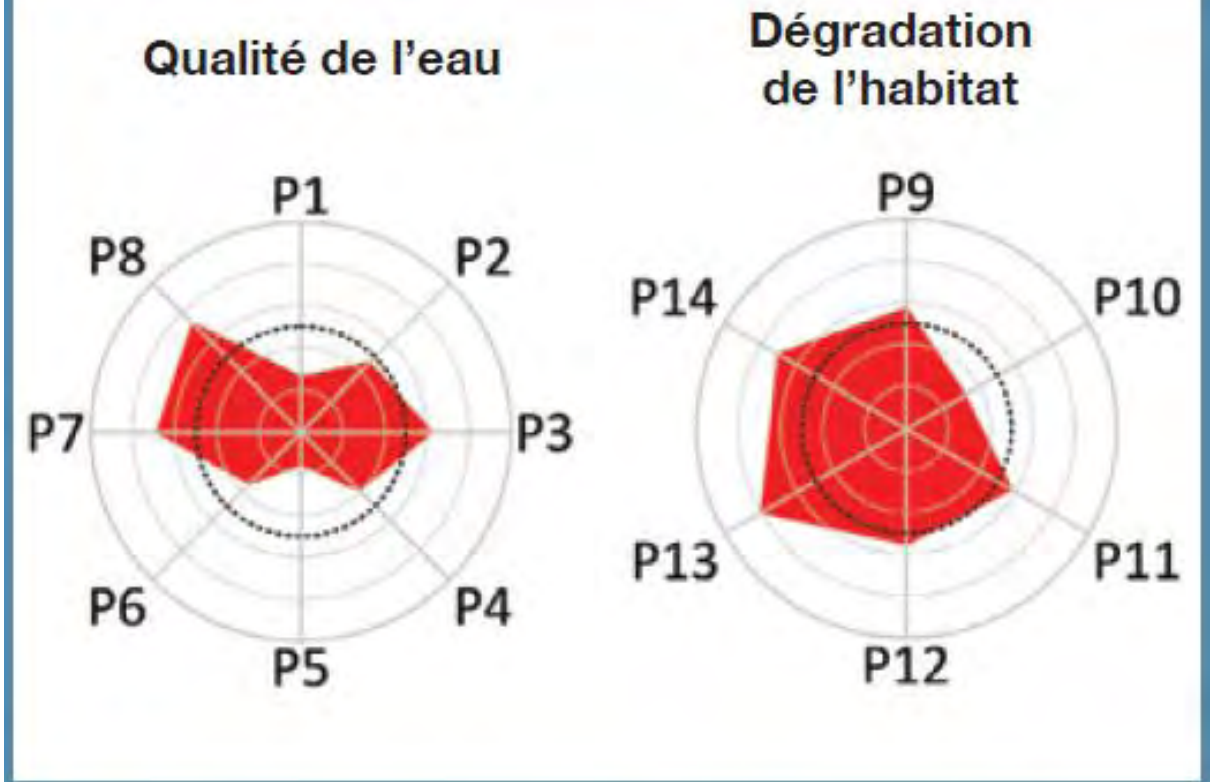
5 Métriques sélectionnées :

- L'indice de diversité de Shannon
- La valeur de l'ASPT
- La fréquence relative des espèces polyvoltines
- La fréquence relative des espèces ovovivipares
- La richesse taxonomique





L'outil de diagnostic I2M2



P1 = Matières organiques et oxydables ; P2 = Matières azotées (hors nitrates) ; P3 = Nitrates ; P4 = Matières phosphorées ; P5 = Micro-polluants minéraux ; P6 = Pesticides ; P7 = HAP ; P8 = Micro-polluants organiques ; P9 = Voies de communication ; P10 = Ripisylve (corridor 30m) ; P11 = Urbanisation (rayon de 100m) ; P12 = Risque de colmatage ; P13 = Risque d'instabilité hydrologique ; P14 = Rectification.
Source : C. Mondy et P. Usseglio-Polatera (2011).