

## De nouveaux indicateurs de suivi en rivières :

### L'I2M2 et l'IPR+

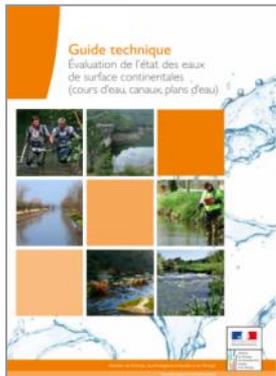
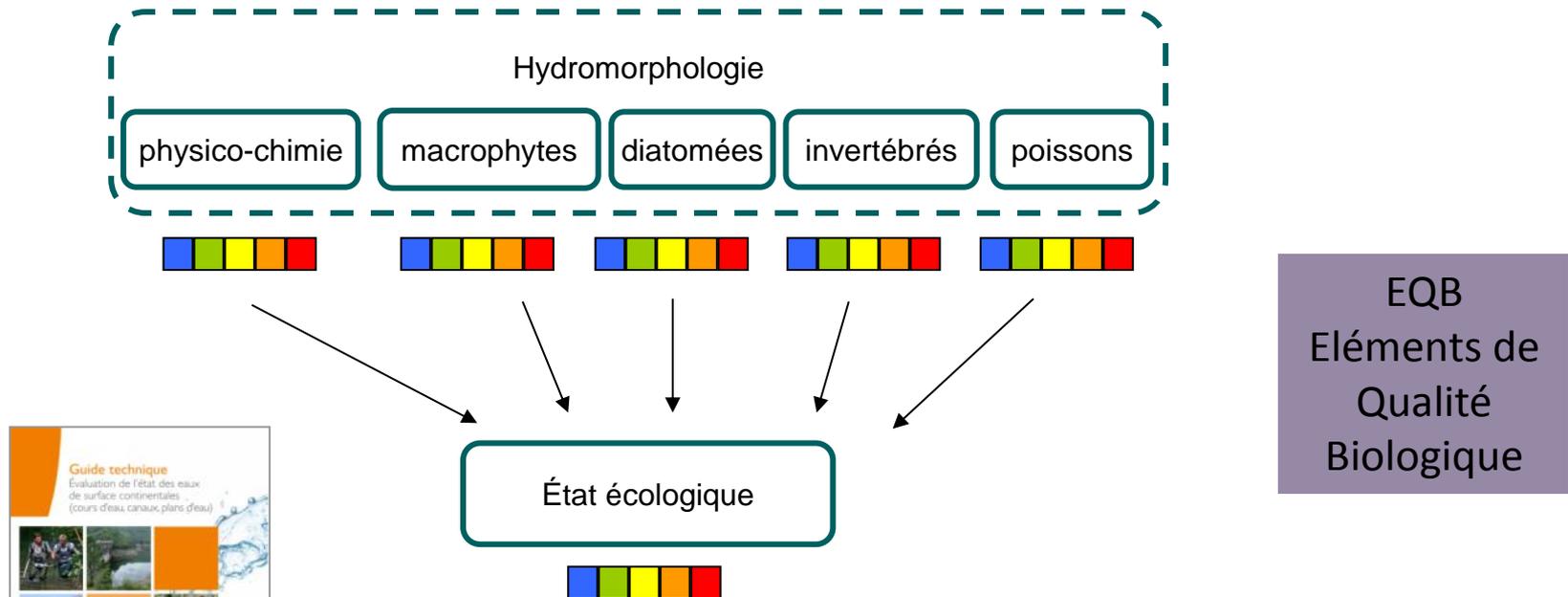
Bénédicte DUROZOI (ONEMA Délégation interrégionale Centre Poitou-Charentes)  
Sylvain MANGOT (DREAL Centre Val de Loire)

*CPIE Val de Gartempe, Lathus 03 novembre 2016*



# Rappel du contexte de la DCE et Evaluation de l'état des eaux

## Principe de l'évaluation de l'état écologique des masses d'eau



Mars 2009

- ❖ Annexe V de la DCE : impose de mettre au point pour chaque catégorie de masse d'eau superficielle un outil de bioindication pour chacun des EQB.

# Rappel du contexte de la DCE et Evaluation de l'état des eaux

## ❖ Annexe V de la DCE

- développement des méthodes des bioindication
- exigences pour la construction des indices (DCE compatibles)
  - indices exprimés en EQR : ratios de qualités écologiques (Ecological Quality ratios) - mesure d'un écart à la référence
  - intercalibré selon les différents pays européens
  - prise en compte des abondances, de la richesse, etc.

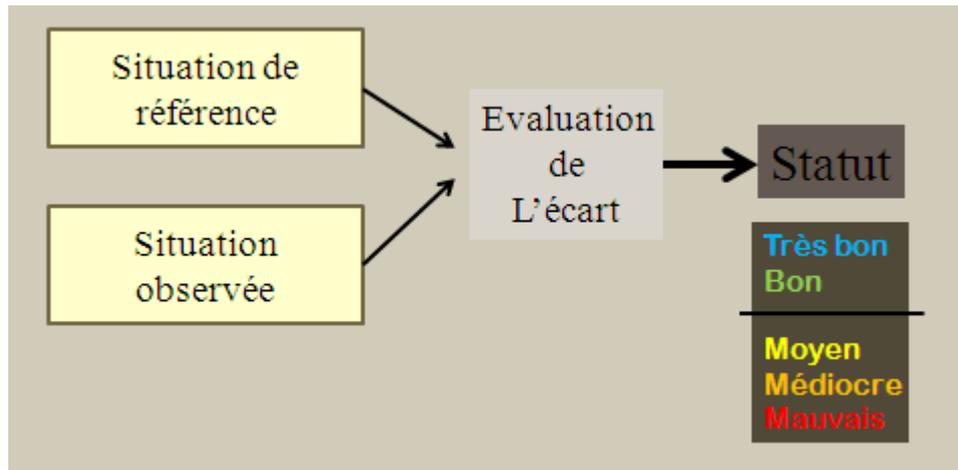


## ❖ Amélioration des indices IBGN et IPR pour le deuxième cycle de gestion

- Prise en compte des nouveaux indices I2M2 et IPR+ pour le bilan à mi-parcours des PDM (2018) et pour l'EDL 2019
- Puis pour l'évaluation de l'état des eaux de fin du deuxième cycle
- Pour le troisième cycle de gestion 2021-2027

# Principales étapes communes des méthodes de bioindication

DCE : Quantifier l'écart entre une situation de référence et une situation observée



- Mise en place d'un réseau d'échantillonnage
- Définition des conditions de référence
- Identification des pressions sur les stations du réseau d'échantillonnage
- Sélection des métriques : étude des relations pressions / impacts
- Agrégation des métriques et valeur de l'indice en EQR



# Bioévaluation des cours d'eau peu profonds basée sur le compartiment des macroinvertébrés benthiques : $I_2M_2$ et outil diagnostique

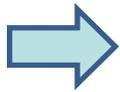
Réalisé par : Philippe Usseglio-Polatera, Romain Coulaud, Floriane  
Larras, Elise Billoir

Laboratoire Interdisciplinaire des Environnements Continentaux  
CNRS UMR 7360

Présentation: Sylvain MANGOT DREAL Centre Val de Loire



## Contexte



### Faiblesses de l'IBGN vis-à-vis de la DCE



- (i) Pas de notion de **ratio** (Observé/Théorique) ou d'**écart à la référence**
- (ii) **Non prise en compte de la typologie** des cours d'eau
- (iii) Non prise en compte explicite de l'**abondance**, la **diversité** et du **ratio [taxons sensibles/taxons résistants]**
- (iv) **Faible sensibilité** à certaines catégories de pression anthropique
- (v) **Philosophie différente des méthodes européennes** actuelles (i.e. type AQEM): « potentiel biogène » vs « image moyenne »



Vers un nouvel indice: **l'Indice Invertébrés Multi-Métrique (I<sub>2</sub>M<sub>2</sub>)**

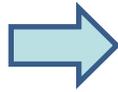




# Contexte pratique



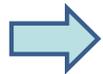
I<sub>2</sub>M<sub>2</sub>



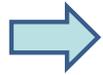
Etabli sur la base d'un protocole d'échantillonnage et de traitement des échantillons normalisé

Norme AFNOR NF T90-333 (Sept. 2016 - prélèvements)

Norme AFNOR XP T90-388 (Juin 2010 – Traitement en laboratoire)

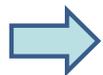


Identifier sur le terrain les supports dominants ( $\geq 5\%$ ) et marginiaux ( $< 5\%$ )



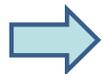
Réaliser un 1<sup>er</sup> groupe de 4 prélèvements sur les supports marginaux suivant l'ordre d'habitabilité

= « Phase A »



Réaliser un 2<sup>ème</sup> groupe de 4 prélèvements sur les supports dominants suivant l'ordre d'habitabilité

= « Phase B »

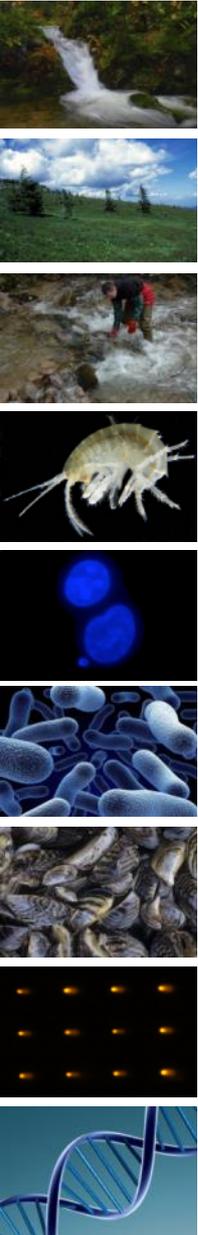


Réaliser un 3<sup>ème</sup> groupe de 4 prélèvements sur les supports dominants en privilégiant la représentativité des habitats

= « Phase C »

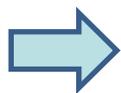


Equivalent - IBGN





# Données utilisées pour créer l'I2M2

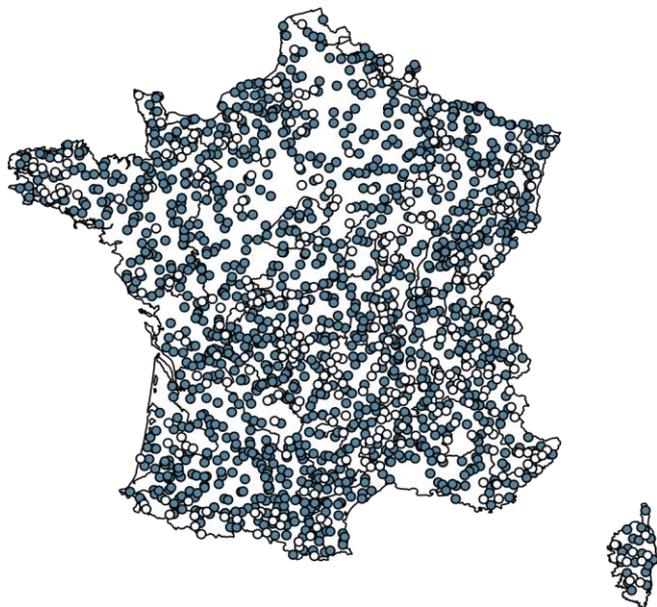


## Données environnementales

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)

**1912 stations**

**66 types de cours d'eau**

**> 10300 opérations de contrôle**

(Réseau de référence et RCS)

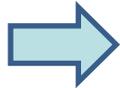
RSR (391) ○

RCS (1521) ●





# Données utilisées pour créer l'I2M2



## Définition des situations relevant du « Bon état »

### Qualité de l'eau :

#### 10 catégories de pression (Seq-Eau 2)

(MO, Matières azotées, Nitrates, Matières phosphorées, MES, Acidification, Métaux, Pesticides, HAP, Micropolluants organiques)

**Au maximum : 3 catégories de pression**

**moyen**

~~**médiocre**~~

~~**mauvais**~~

**et**

### Hydromorphologie

#### & Utilisation de l'espace :

#### 7 catégories de pression

(Voies de communication, Ripisylve, Urbanisation (100m), Risque de colmatage, Instabilité hydrologique, Anthropisation BV, Rectification)

**Au maximum 1 catégorie de pression**

**médiocre**

**Les autres catégories de pression :**

**très bon**

ou

**bon**

ou

**moyen**

**Les autres catégories de pression :**

**très bon**

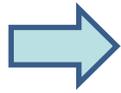
ou

**bon**





# Données utilisées pour créer l'I2M2



## Données faunistiques

400 métriques candidates  
testées à 4 échelles de calcul

= 2525 [métriques x échelle  
d'observation] testées

### Exemples :

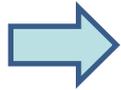
- des indices de structure taxonomique (e.g. indice de diversité de Shannon)
- des indices (ou sous-indices) biotiques globaux, normalisés (GB, DK, B, I, F, etc) IBGN par exemple
- des indices d'abondance (taxonomique) relative de groupes ou combinaisons de groupes taxonomiques  
% de plécoptères, % de trichoptères, % d'EPT

### Échelles de calcul :

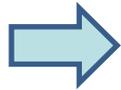
- de la phase (A ou B ou C),
- de (A+B) = substrats les plus habitables
- de (B+C) = substrats dominants
- de (A+B+C) = station



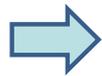
# Sélection des métriques de l'I2M2



1) Exprimer les métriques en EQR (écart à la valeur de référence)

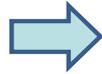


2) Sélectionner les métriques



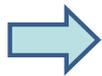
**1 - Caractère généraliste :**

Doivent réagir à un maximum de catégories de pression



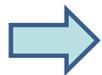
**2 – Efficacité de discrimination :**

Doivent être capable de discerner pour chaque pression :  
les cas où elle est impactante  
les cas où elle n'est pas impactante



**3 – Stabilité en conditions de «non perturbation» :**

Doivent avoir des résultats stables pour des sites en bon état

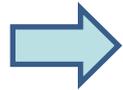


**4 - Non redondance :**

Ne doivent pas exprimer des résultats pour un même critère



# Construction de l'indice



## 3) Composition de l'indice final (I<sub>2</sub>M<sub>2</sub> varie de 0 à 1)

(i) L'indice de diversité de Shannon-Weaver calculé à l'échelle de la combinaison des phases « **A+B** » (*habitats biogènes*),

(ii) La valeur de l'ASPT (Average Score Per Taxon) calculé à l'échelle de la combinaison des phases « **B+C** » (*habitats dominants*),

(iii) la fréquence relative des espèces polyvoltines dans l'assemblage faunistique constitué par la combinaison des phases « **A+B+C** »,

(iv) la fréquence relative des espèces ovovivipares dans l'assemblage faunistique constitué par la combinaison des phases « **A+B+C** »,

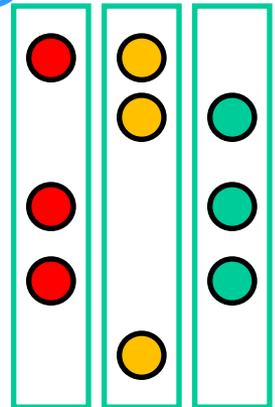
(v) la richesse taxonomique calculée à l'échelle du point de prélèvement (i.e. combinaison des phases « **A+B+C** »)

### DCE compatibilité

- Abondance
- Diversité
- Sensibilité à la pollution

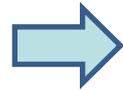
I<sub>2</sub>M<sub>2</sub>

Diversité Shannon  
 ASPT  
 Polyvoltinisme  
 Ovoviviparité  
 Richesse taxo.





# Interprétation des métriques



## 4) Réponses attendues des métriques élémentaires de l'I<sub>2</sub>M<sub>2</sub>

Réponse à l'augmentation des pressions anthropiques



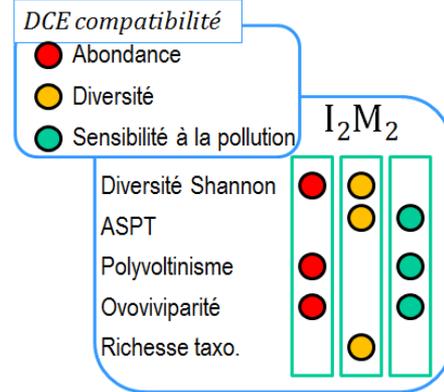
(i) L'indice de diversité de Shannon-Weaver [phases « A+B »]

H ↓



Stabilité du peuplement

Complexité/Hétérogénéité du milieu



(ii) l'ASPT (Average Score Per Taxon) [phases « B+C »]

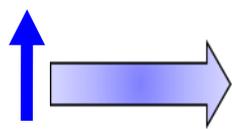
ASPT ↓



Taxons les plus stenotopes ou les plus polluosensibles

(iii) la fréquence relative des espèces polyvoltines [phases « A+B+C »]

%Polyvoltins  
(taxons à cycle vital court)



Stabilité du peuplement





# Interprétation des métriques



➔ Réponse à l'augmentation des pressions anthropiques

(iv) la fréquence relative des espèces ovovivipares [phases « A+B+C »]

**%Ovovivipares** (taxons qui portent leurs œufs)

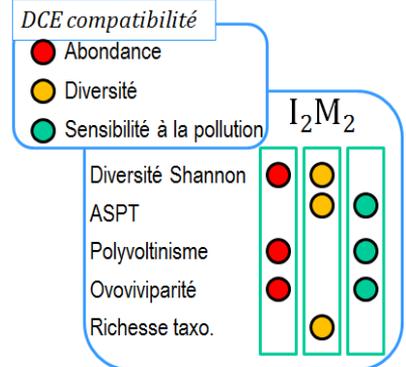
➔ **Qualité physico-chimique de l'eau**

(v) la richesse taxonomique calculée à l'échelle du « point de prélèvement » [phases « A+B+C »]

**S**

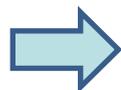
**Taxons les plus stenotopes ou les plus polluosensibles**

**Hétérogénéité de l'habitat**





# Exemple illustratif



## exemple : opération de contrôle n° 122



(TP22, rang 2, alt. 124 m, surface du BV : 17 km<sup>2</sup>, largeur « inconnue » ;  
date d'échantillonnage : 29/06/2005)

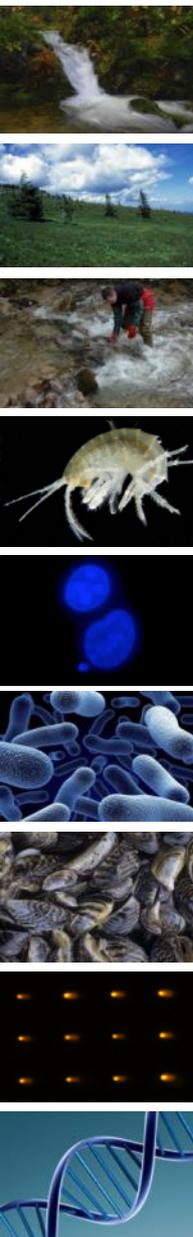
### Valeurs de l'I<sub>2</sub>M<sub>2</sub> et des métriques élémentaires :

		Shannon (B1B2)	ASPT (B2B3)	Polyvoltinism (B1B2B3)	Ovoviviparity (B1B2B3)	Richness (B1B2B3)
I2M2	val. brutes	2,0994	5,8333	0,3064	0,0925	23
<b>0,4455</b>	<b>EQR</b>	<b>0,1930</b>	<b>0,4940</b>	<b>0,5485</b>	<b>0,7315</b>	<b>0,0381</b>



## Quel diagnostic ?

- L'I<sub>2</sub>M<sub>2</sub> (0,4455) révèle un état écologique « moyen » (limite « bon/moyen à 0,5164).
- Présence de pressions significatives.
- Les valeurs des métriques (en EQR) de polluo-sensibilité (ASPT, fréquences des ovovivipares et polyvoltins) sont nettement plus élevées (0,4940 , 0,5485, 0,7315) que les indices de structure taxonomique (i.e. H = 0,1930 et S = 0,0381).





# Conclusions sur l'I2M2



L' I<sub>2</sub>M<sub>2</sub>:

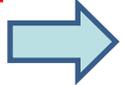
1. Prend en compte la **typologie** des cours d'eau
2. Prend en compte les **conditions de référence**
3. Prend en compte l'**abondance**, la **diversité** et la **polluosensibilité** des taxons
4. Améliore significativement l'identification des sites perturbés
5. A été conçu pour **prendre en compte les relations pression/impact** pour un large nombre de catégories de pression
6. Est basé à la fois sur les **caractéristiques taxonomiques** et **bio/écologiques** des communautés de macroinvertébrés benthiques
7. Ne **donne pas une information spécifique sur la nature des principales pressions impliquées** dans la dégradation du statut écologique

EQR

Métriques sélectionnées



Exigences DCE



*Outil diagnostique pour l'évaluation des risques d'altération sous scénario de pressions multiples*



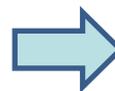
# Outil diagnostique



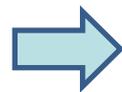
Outil : basé sur l'analyse des modifications des traits biologiques sélectionnés et de stratégies écologiques utilisées par les communautés d'invertébrés benthiques en réponse aux caractéristiques de leur habitat



0 100 200 300 km



Données environnementales



Données faunistiques

**216 [métriques] testées (à partir des traits biologiques et écologiques du Tachet)**

1724 stations  
(Réseau de référence et RCS)

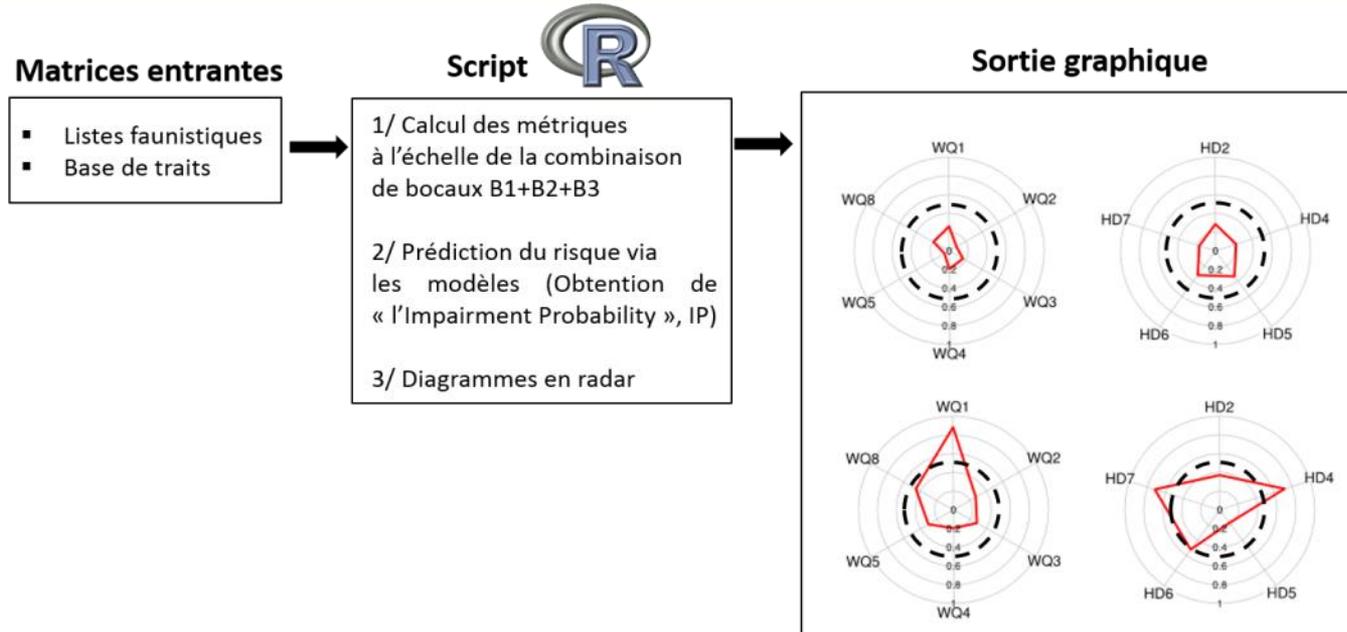
RCS

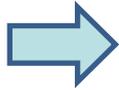
RSR

Lorsque une ou plusieurs « Opérations de Contrôle » sont testées, la procédure consiste à :

- 1 - calculer les profils bio-écologiques des assemblages d'invertébrés
- 2 - réaliser, pour chaque catégorie de pression, des prédictions en utilisant le modèle construit sous Script R.

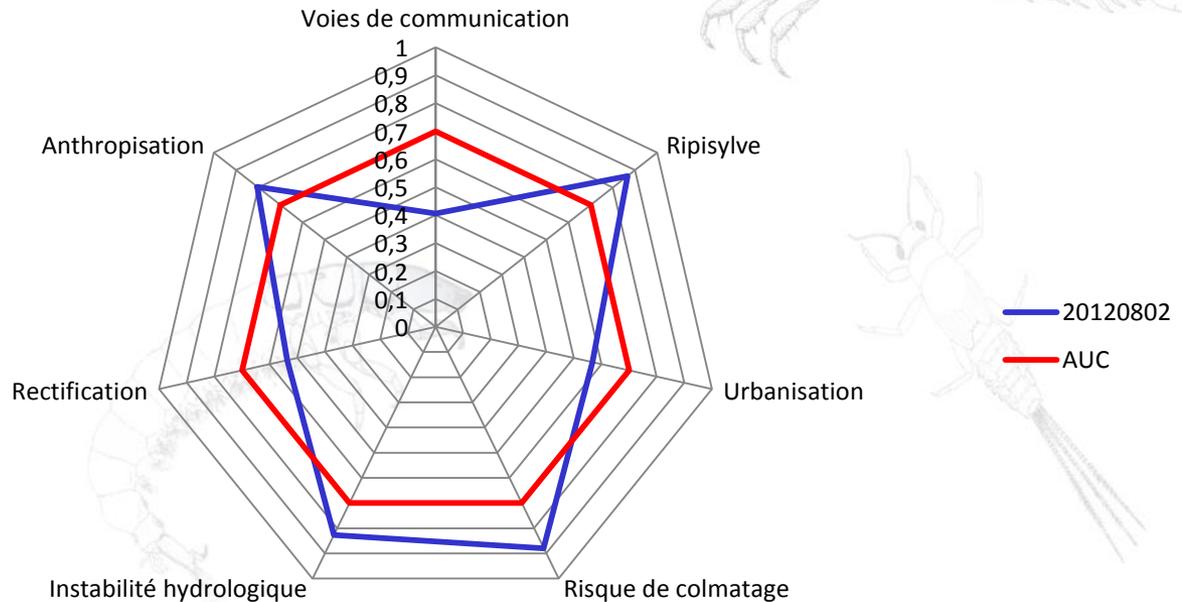
Pour chaque catégorie de pression, le risque (exprimé en fréquence relative) que le site testé soit perturbé est obtenu.





## exemple : opération de contrôle n° 136 pressions hydromorphologiques

(TP20, rang 3, alt. 115 m, surface du BV : 87 km<sup>2</sup>, largeur 5m; date d'échantillonnage : 02/08/2012)



*AUC : limite du test en dessous de laquelle la prédiction du risque n'est pas fiable (valeur inférieure à 0,7)*

*Pour l'opération contrôlée, risque élevée d'absence de ripisylve, de colmatage d'instabilité hydrologique et d'anthropisation*

## l'IPR+ : l'Indice Poisson Rivière

Bénédicte DUROZOI (ONEMA Délégation interrégionale Centre Poitou-Charentes)

*CPIE Val de Gartempe, Lathus 03 novembre 2016*



# L'Indice Poisson Rivière : IPR+

## De l'IPR à l'IPR+ : Limites de l'IPR



- Jeux de données définis sans établissement de listes de critères définissant les pressions et leur intensité
- Pas de métriques basées sur des classes d'âge et de taille (Obligation DCE)
- Les métriques de richesse ne concernent pas toutes les espèces
- Sensibilité faible dans les cours d'eau à faible diversité (Zone à truite).
- Sensibilité faible à certaines pressions (hydrologie, qualité d'eau).
- Certains descripteurs utilisés dans la modélisation des conditions de référence sont fortement influencés par les aménagements (ex: largeur et la profondeur)
- Très forte sensibilité à l'échantillonnage de l'IPR (forte variabilité temporelle)

# Construction de l'IPR+

❖ développement de l'IPR+ : convention ONEMA – IRSTEA 2008 -2014

- Période : 1998-2007
- 1664 stations
- 7579 opérations de pêche

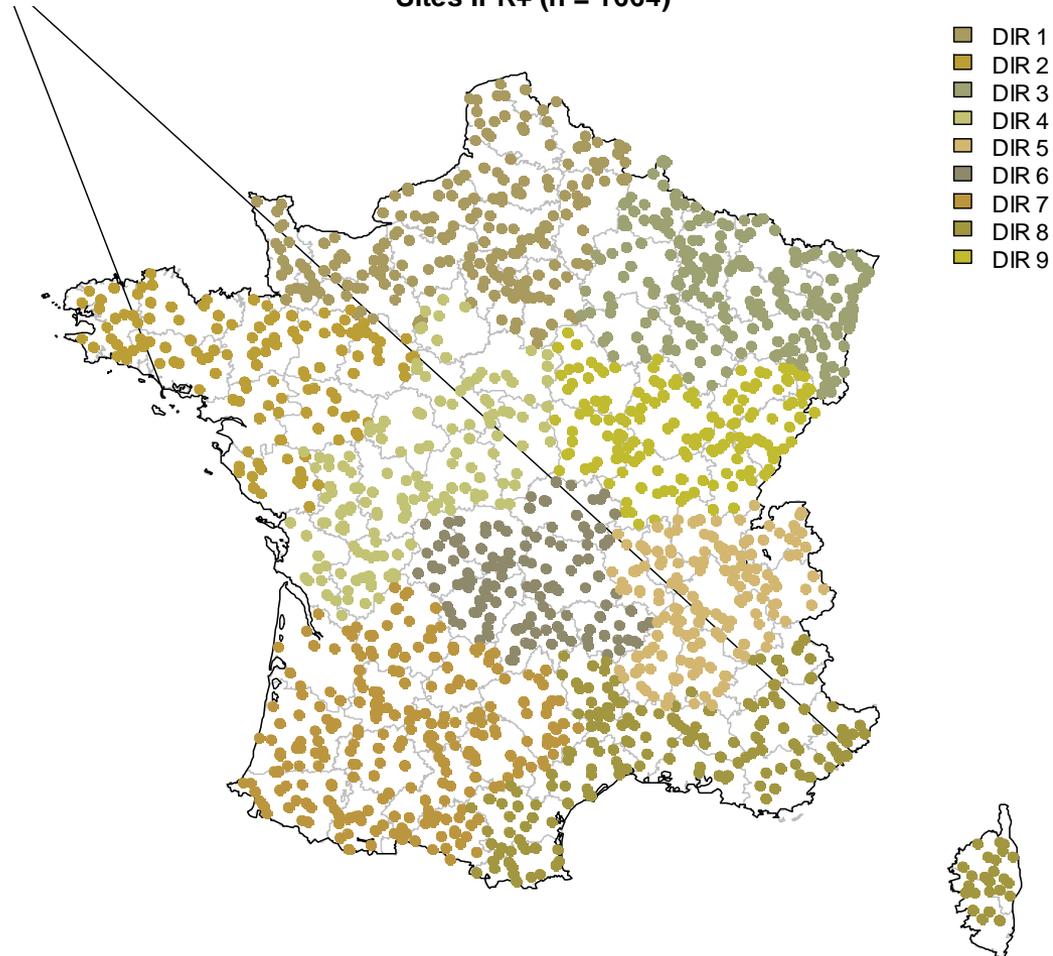


Données piscicoles

Variables  
environnementales

Expertise des  
pressions

Sites IPR+ (n = 1664)



# Construction de l'IPR+

## Objectif indice : Quantifier l'écart à l'état de référence

- ❖ Cas d'un site soumis à des pressions anthropiques

Bioindicateur = f (conditions environnementales naturelles + impacts anthropiques)

- ❖ Cas d'un site non perturbé – site de référence

Bioindicateur = f ( conditions environnementales naturelles)

## 1 - Définir l'état de référence

- Constituer le jeu de données de référence – sélectionner les stations de calibration sur les 1664 prises en compte



Connaître les pressions sur l'ensemble des stations

# Construction de l'IPR+

## ❖ Caractérisation des pressions sur la station

BarMer	Présence d'obstacle (non naturel) à la migration à l'aval de la station jusqu'à la mer	obstacles
BarAmt	Présence d'obstacle (non naturel) dans le tronçon à l'amont de la station	
BarAv	Présence d'obstacle (non naturel) dans le tronçon à l'aval de la station	
NbAmt	Nombre d'obstacles dans le tronçon à l'amont de la station	
NbAv	Nombre d'obstacles dans le tronçon à l'aval de la station	
HydroRegimModif	Le régime des débits est modifié	hydrologie
HydroEclus	La station est soumise à des variations du débit dues à des barrages	
HydroQres	La station est en situation de débit réservé	
HydroPrelev	Importance des prélèvements	
MorphoFaciesRete	Retenue, mise en bief	morphologie
MorphoFaciesAccel	Banalisation des faciès d'écoulement caractérisée par un accroissement de vitesse due à une réduction de largeur par endiguement, rectification (réduction de la sinuosité) ou en aval immédiat d'un barrage	
MorphoBerge	Degré d'artificialisation des berges sur le tronçon	
MorphoRipisyl	Effets d'un entretien excessif de la végétation ou de l'artificialisation des rives	
MorphoColmat	Évaluation de l'importance du colmatage sur la station pêchée	
MorphoRectif	Modification globale du tracé du cours d'eau	
MorphoRecal	Chenalisation/recalibrage	
MorphoAutre	Autres altérations réduisant la diversité des habitats	
MorphoTransSolid	Altération du transport solide	
MorphoDigMaj	Altération de la connectivité latérale	
ThermModif	Modification du régime thermique	modif régime thermique
PollTox	Déversement de substances dangereuses	qualité eau
PollOrga	Existence de rejets à forte teneur en matière organique insuffisamment épurés	
PollNutr	Enrichissement en azote et en phosphore	
PollEutroph	Évaluation synthétique de l'impact des deux paramètres précédents	
PollAcid	Acidification des eaux d'origine anthropique	
PollSalin	Apports salins d'origine anthropique	
DivEtang	Présence d'étangs ou de retenue collinaire à proximité de la station	impacts divers
DivNavig	Évaluation de l'intensité de la navigation à grand gabarit	
DivLois	Niveau de la fréquentation liée aux loisirs nautiques	
DivHalieut	Évaluation qualitative de l'impact potentiel de la gestion halieutique	

# Construction de l'IPR+

## 1 - Définir l'état de référence

Sur l'ensemble des stations (1664)



Filtre sur 12 pressions prioritaires

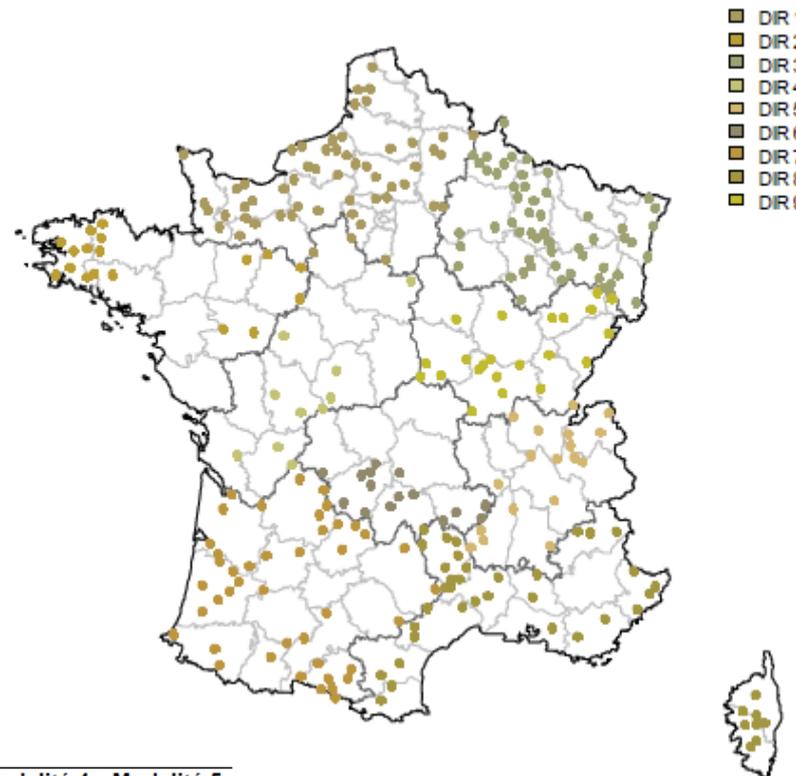


278 stations sélectionnées



Jeu de calibration

Sites de calibration (n = 278)



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		
iMOOX	5	4	3	2	1
CL_MOOX	5	4	3	2	1
PollEutroph	fort	moyen	faible	nul	

# Construction de l'IPR+

## 1 - Définir l'état de référence

**L'IPR+ : spécificité de la méthode**

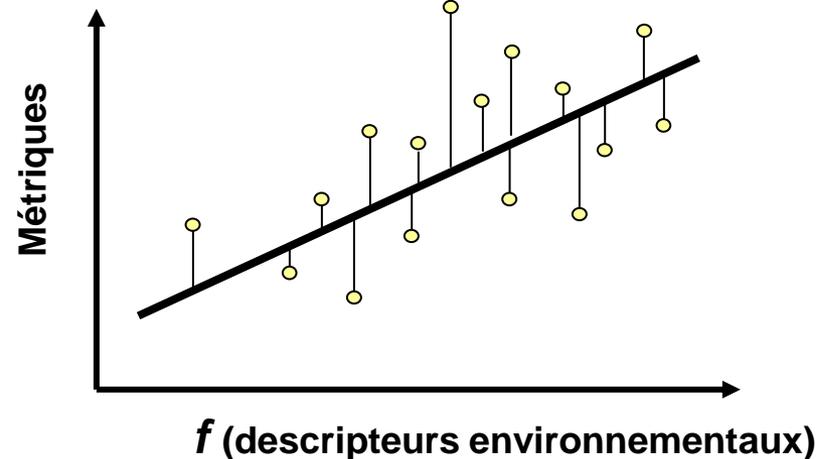
La modélisation des conditions de référence par site

**Calcul des métriques théoriques  
(sur le jeu de données de calibration)  
(état de référence)**



Modélisation à partir  
de descripteurs de  
l'environnement

**Sites de calibration**



# Construction de l'IPR+

## 1 - Définir l'état de référence

### Modélisation de l'état de référence: 6 descripteurs de l'environnement

- 1 Températures moyenne annuelle de l'air à la station (10 ans précédant la pêche)
- 2 Amplitude thermique moyenne de l'air à la station (10 ans précédant la pêche)
  - Précipitations moyennes sur le bassin versant (10 ans)
  - Températures moyennes sur le bassin versant (10 ans)
  - Pente du lit
- 3
- 4 - Taille du BV
- 5 - Régime hydrologique
- 6 - Géologie dominante

Le choix des descripteurs s'est porté vers les paramètres les moins influencés par les pressions anthropiques (altération de l'état hydro-morphologique)

L'objectif est de modéliser les valeurs des métriques dans les conditions de référence

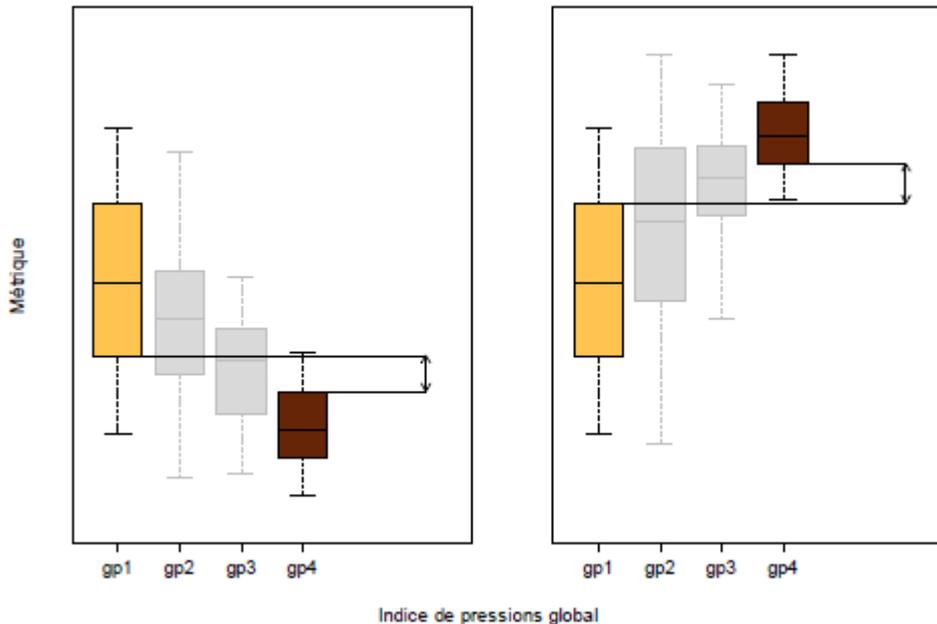
# Construction de l'IPR+

## 2 – Sélection des métriques

172 métriques testées



- qualité des modèles statistiques
- sensibilité aux pressions (globale ou spécifiques)
- élimination des plus corrélées
- prise en compte de la typologie de Huet



11 métriques  
basées sur les  
traits fonctionnels  
retenues

# Construction de l'IPR+

## 2 – Sélection des métriques

- Abondance « relative » des espèces
  - juvéniles de truites (zones ombre et truite)
  - oxyphiles
  - habitat intolérantes
  - à habitat de reproduction lotique
- Richesse absolue des espèces
  - à tolérance générale
  - sténothermes
  - à habitat de reproduction lentique
  - omnivores
- Richesse « relative » des espèces
  - à intolérance générale
  - oxyphiles
  - limnophiles

# Construction de l'IPR+

## 3 – Données piscicoles (métriques observées)

- Effectifs et la taille des espèces piscicoles échantillonnées
- Toutes les espèces prises en compte sauf :
  - ✓ espèces exotiques qui ne se reproduisent pas
  - ✓ Hybrides
  - ✓ espèces marines et estuariennes
- Regroupement de certaines espèces



❖ Classification de 72 espèces selon 12 traits biologiques

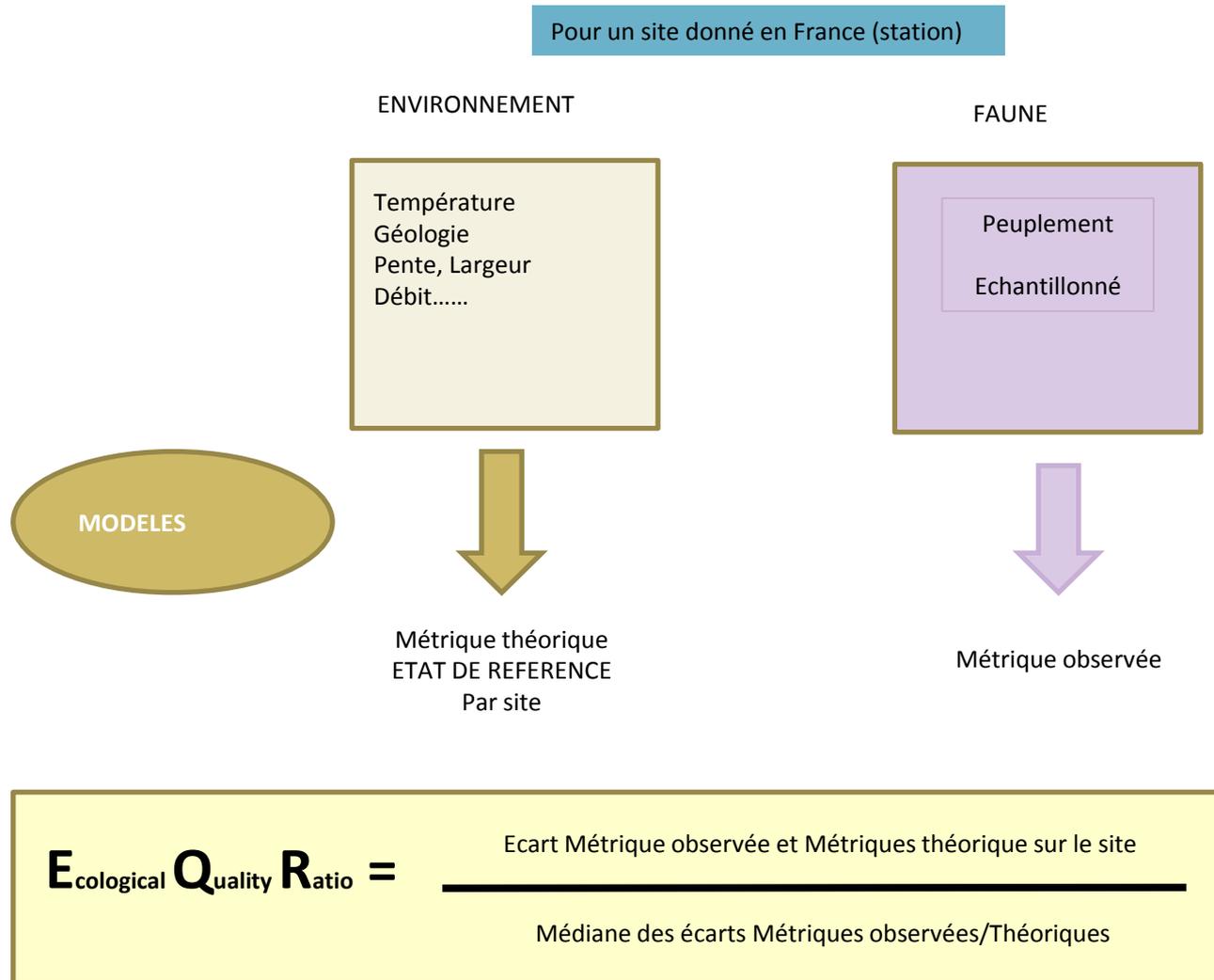
Tableau 55 – Guildes « fonctionnelles » et traits biologiques associés considérés pour la modélisation.

Trait	Modalité 1	Modalité 2	Modalité 3	Modalité 4	Modalité 5	Modalité 6
EauGeneral	INTOL	IM	TOL			
EauO2	O2INTOL	O2IM	O2TOL			
EauTemp	EUTHER	STTHER				
HabGlob	HINTOL	HIM	HTOL			
HabRepro	EUPAR	LIPAR	RHPAR			
HabRheo	EURY	LIMNO	RH			
HabTroph	B	WC				
Migration	POTAD	RESID				
PC	NOP	PROT				
Repro	LITH	OSTR	PHLI	PHYT	VIVI	
ReproB	FR	PRO	SIN			
Troph	DETR	HERB	PLAN	INSV	PISC	OMNI

Pont et al.,  
2013

# Construction de l'IPR+

## 4 - Transformation des métriques en EQR



# L'Indice Poisson Rivière : IPR+

## 5 - Agrégation des métriques et valeur de l'indice

**3-4 Métriques d'abondance**  
(en EQR)



Moyenne des 2 métriques  
les plus déclassantes

**7 Métriques de richesse**  
(en EQR)



Moyenne des 4 métriques  
les plus déclassantes

$$\text{IPR+} = (\text{Moyenne métriques abondance} + \text{Moyenne métriques richesse}) / 2$$

Classe de qualité	Limite
1-très_bon	0.855
2-bon	0.700
3-moyen	0.467
4-médiocre	0.233
5-mauvais	

**L'indicateur s'exprime en EQR: il varie de 0 à 1**

Plus on est proche de 1, plus on est proche des conditions de référence

# L'Indice Poisson Rivière : IPR+

## Calcul de l'incertitude

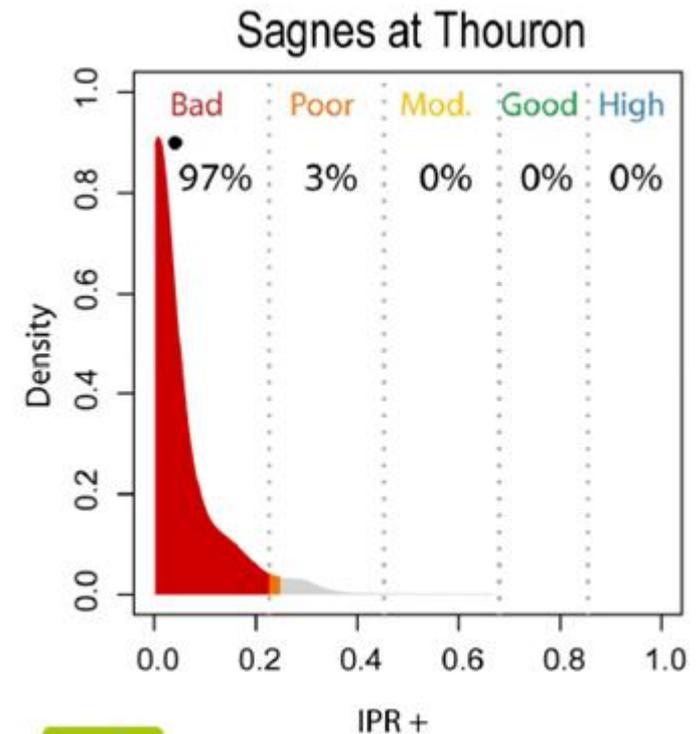
- A l'indicateur est associé une incertitude sous forme d'un écart type
- A la classe de qualité est attribuée une probabilité pour l'indicateur d'appartenir aux cinq classes de qualité

❖ Incertitude liée à la modélisation des métriques prédites = incertitude sur l'état de référence

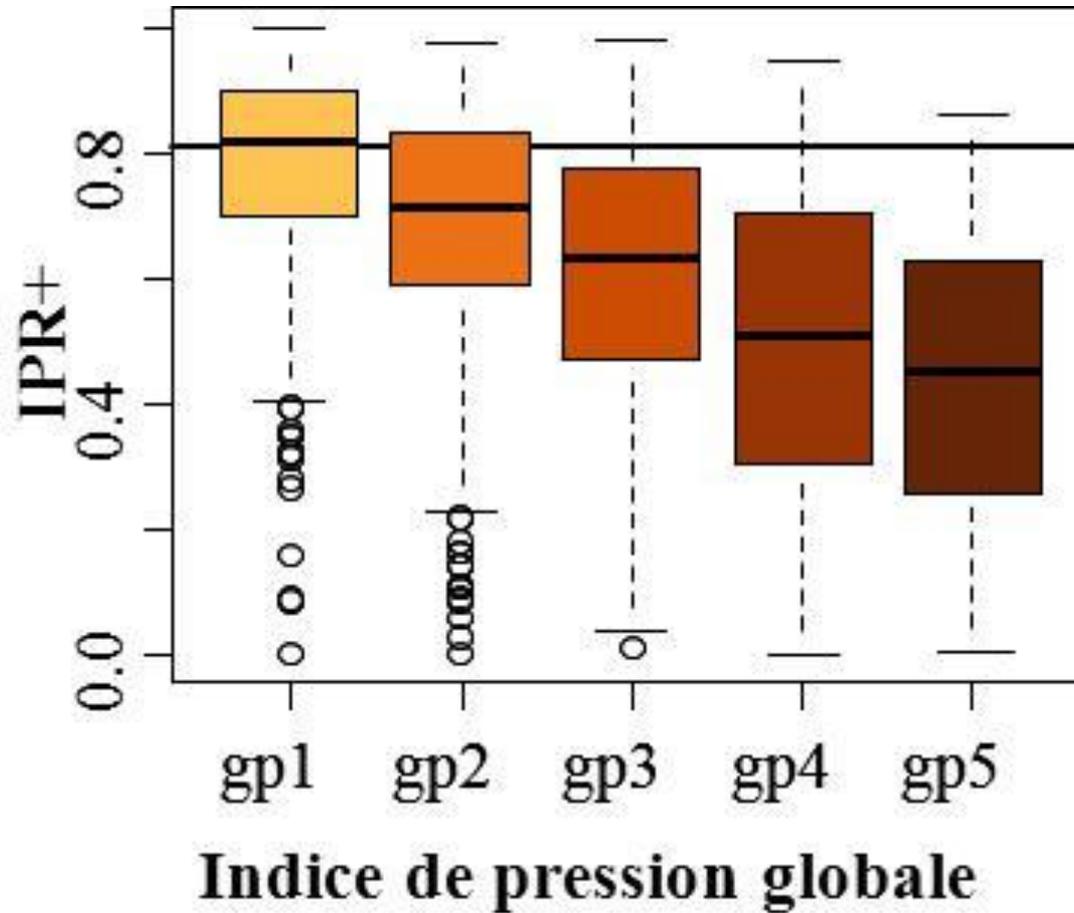
↳ modèles implémentés dans un cadre bayésien  
10 000 itérations = 10 000 valeurs des métriques  
Valeur métrique théorique : moyenne de ces 10 000 itérations

↪ estimation d'un écart type

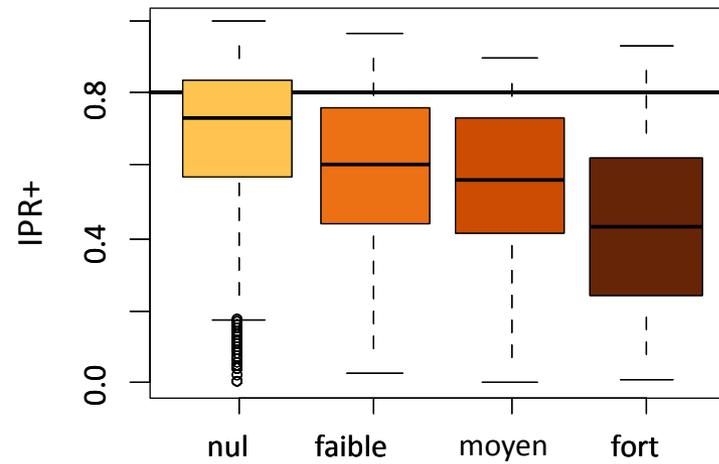
↳ En utilisant l'ensemble des 10 000 valeurs obtenues pour l'indicateur, on peut calculer la probabilité d'appartenance de l'IPR+ à chacune des cinq classes d'état écologique.



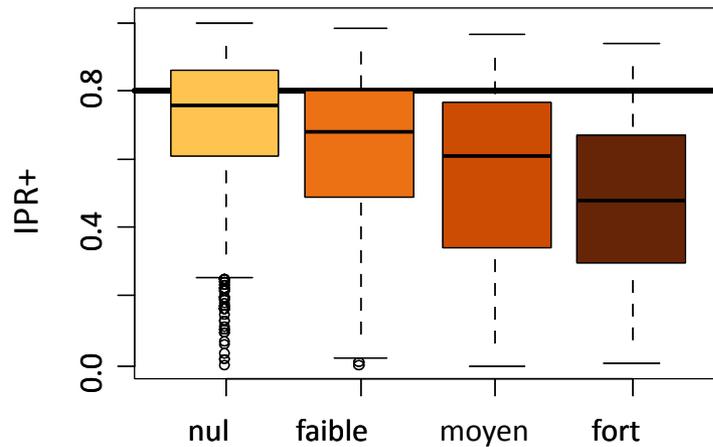
## L'Indice Poisson Rivière IPR+ : réponse aux pressions



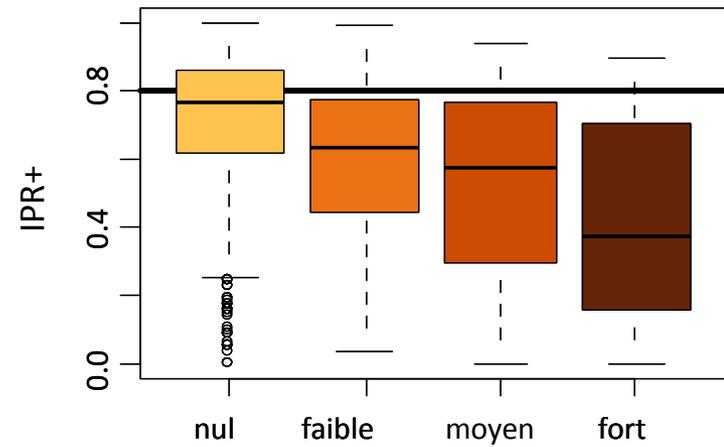
# L'Indice Poisson Rivière IPR+ : réponse aux pressions



Altération écoulement (seuil)



Altération de la ripisylve



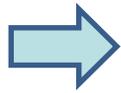
Eutrophication



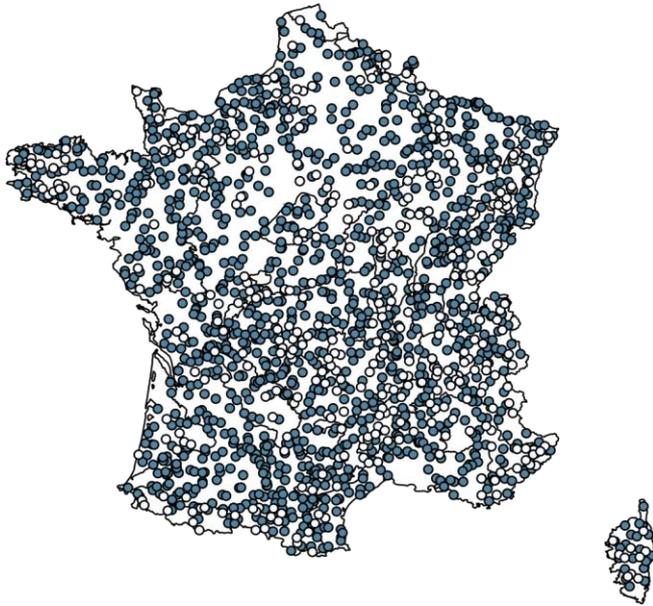
**Merci de votre attention**



# Données utilisées pour créer l'I2M2



## Données environnementales



1912 stations

66 types de cours d'eau

> 10300 opérations de contrôle

(Réseau de référence et RCS)

RSR (391) ○

RCS (1521) ●

Caractérisation environnementale :

### Qualité de l'eau :

#### 10 catégories de pression (Seq-Eau 2)

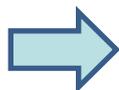
(MO, Matières azotées, Nitrates, Matières phosphorées, MES, Acidification, Métaux, Pesticides, HAP, Micropolluants organiques)

- 173 paramètres
- Moyenne sur les 6 mois précédant la date d'échantillonnage faunistique ( $4,2 \pm 2,1$  valeurs disponibles)
- Principe du paramètre le plus dégradant

Paramètre		Unité	Borne « bon » / « moyen »
<b>Matières organiques(WQ1)</b>			
1	Oxygène dissous	mg O <sub>2</sub> / L	6
2	O <sub>2</sub> saturation	%	70
3	BOD5	mg O <sub>2</sub> / L	6
4	Demande Chimique en Oxygène (DCO)	mg O <sub>2</sub> / L	30
5	Azote Kjeldahl	mg N / L	2
6	Ammonium	mg NH <sub>4</sub> / L	1,5
7	Carbone organique	mg C / L	7



# Exemple illustratif



## exemple : opération de contrôle n° 122

Valeurs moyennes des paramètres physico-chimiques sur les 6 mois précédant l'échantillonnage :

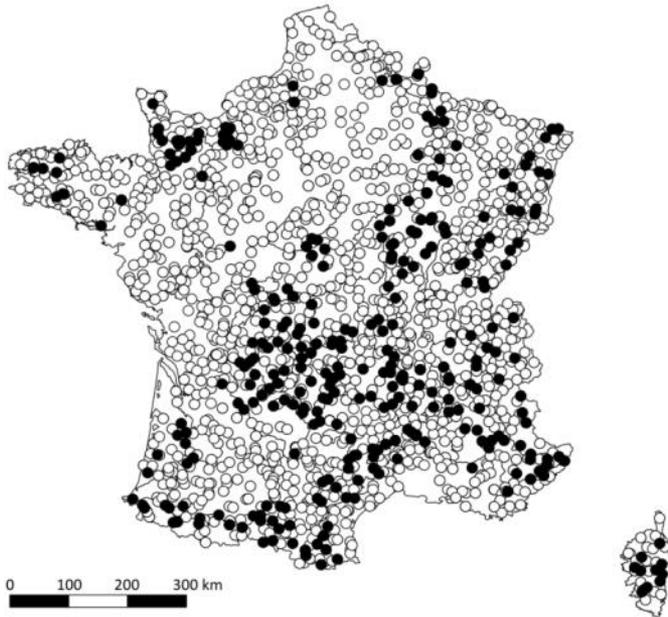
op. contrôle	Matières organiques et oxydables	Matières azotées (hors nitrates)	Nitrates	Matières phosphorées	MES	Acidification	Micro-polluants minéraux	Pesticides	HAP	Autres micro-polluants organiques
122	High	High	High	Good	High	Bad	Good	Good	Good	Good
op. contrôle	Voies de communication	Ripisylve	Urbanisation (100m)	Risque de colmatage	Instabilité hydrologique	Anthropisation BV	Rectification			
122	Good	Good	Intermediate	High	Poor	Good	High			



- L'examen des caractéristiques physico-chimiques moyennes montrent qu'il n'y a **pas de problème important de qualité d'eau** (la plupart des éléments chimiques étant identifiés à des concentrations qui relèvent du « B » ou très bon « TB » état.
- Un **risque majeur d'acidification**, aux conséquences particulièrement sévères pour des organismes à **respiration branchiale** (e.g. les Ephéméroptères) ou développant des **structures riches en calcium** (e.g. Gastéropodes et Bivalves, Crustacés), dans un milieu faiblement minéralisé.
- Certains taxons (P, T) considérés comme polluo-sensibles **résistent à l'acidification**
- Effet drastique de l'acidification sur « S » (faible diversité des ressources trophiques, faible production primaire) (Ruisseau des Manises à Fumay (08), code site : 02122040)

## Données utilisées pour l'outil diagnostique

### ➔ Données environnementales



**1724 stations**  
*(Réseau de  
référence et  
RCS)*

RCS

RSR

### Caractérisation environnementale :

#### Qualité de l'eau :

**9 catégories de pression (Seq-Eau 2)**  
*(MO, Matières azotées, Nitrates,  
Matières phosphorées, PES,  
Acidification, Métaux, Pesticides,  
Micropolluants organiques)*

#### Hydromorphologie & Utilisation de l'espace :

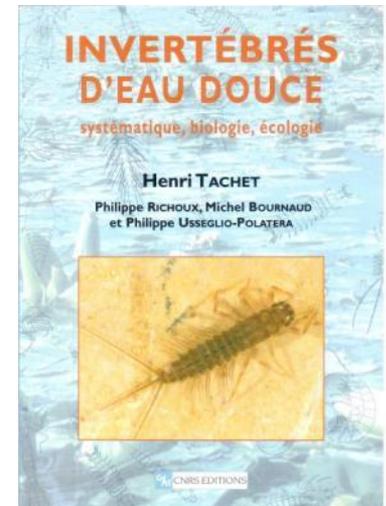
**7 catégories de pression**  
*(Voies de communication, Ripisylve,  
Urbanisation (100m), Risque de  
colmatage, Instabilité hydrologique,  
Anthropisation BV, Rectification)*

## Données utilisées pour l'outil diagnostique

### ➔ Données faunistiques

**216 [métriques] testées (à partir des traits biologiques et écologiques du Tachet)**

Échelle de calcul : 1  
(phases **A+B+C**) = station



*(voir Tachet et al. 2010, pour détail des catégories de trait)*



## Données utilisées pour l'outil diagnostique

### ➔ 11 traits biologiques :

Caractéristiques morphologiques, physiologiques ou comportementales (décrivant l'histoire de vie) d'un taxon

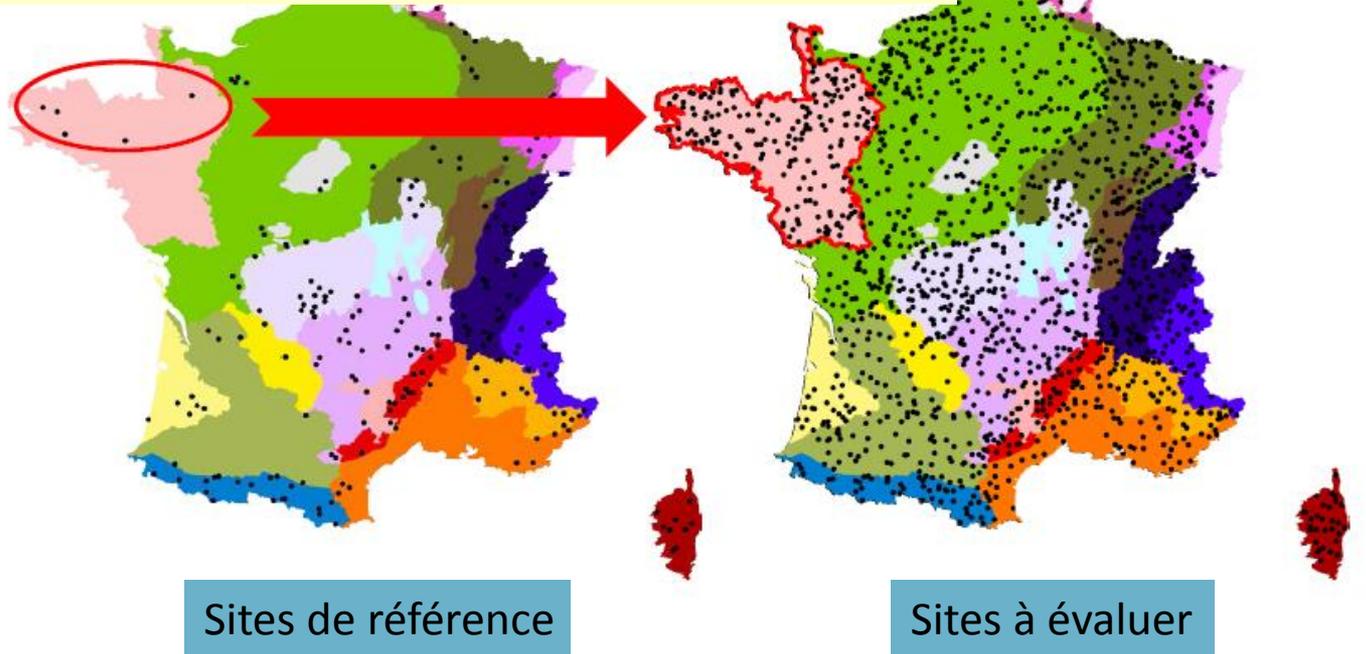
### ➔ 10 traits écologiques :

Affinités d'un taxon pour (ou sensibilité à) certaines caractéristiques de l'habitat à différentes échelles d'observation.

## 1ere solution: Approche typologique

Régions avec conditions environnementales homogènes

Ex: les Hydroécorégions (HER, France)



**Avantages**  
Particularismes  
Régionaux

**Inconvénients**  
Découpage svt  
arbitraire

Rareté des sites  
de référence

Standardisation  
À large échelle  
difficile

$$\text{EQR} = \frac{\text{Indicateur sur le site à évaluer}}{\text{Médiane des sites de référence dans la HER considérée}}$$

## 2eme solution: Approche par modélisation

Pour un site donné en France

ENVIRONNEMENT

Température  
Géologie  
Pente, Largeur  
Débit.....

FAUNE

Peuplement  
Echantillonné

MODELES

Métrique théorique  
ETAT DE REFERENCE

Métrique observée

**Avantages**  
Applicable à  
large échelle  
Meilleur  
standardisation

**Inconvénients**  
Plus générale  
mais  
perte de  
sensibilité  
possible

$$\text{EQR} = \frac{\text{Ecart Métrique observée et Métriques théorique sur le site}}{\text{Médiane des écarts Métriques observées/Théoriques de tous les sites de référence}}$$

## Probabilité d'appartenir à une classe de qualité

On obtient ainsi une distribution de valeurs de l'indicateur.

La note finale de l'IPR+ est la moyenne de ces 10 000 itérations et son incertitude est décrite par l'écart-type des mêmes 10 000 itérations.

Enfin, en utilisant l'ensemble des 10 000 valeurs obtenues pour l'indicateur, on peut calculer la probabilité d'appartenance de l'IPR+ à chacune des cinq classes d'état écologique.

	Site 1	Site 2	Site 3	Site 4	Site 5	Site 6
EQRIndice	0.710	0.517	0.699	0.524	0.715	0.359
EQRIndice_Erreur Standart	0.112	0.133	0.113	0.129	0.139	0.121
EQRIndice_Classe	2-bon	3-moyen	3-moyen	3-moyen	2-bon	4-médiocre
Proba classe 1	0.10	0.01	0.09	0.01	0.16	0.00
Proba classe 2	0.43	0.08	0.41	0.09	0.38	0.00
Proba classe 3	0.46	0.55	0.48	0.57	0.42	0.19
Proba classe 4	0.01	0.35	0.02	0.33	0.04	0.65
Proba classe 5	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.16

## Effacité IPR+: Classement des sites « de référence »

Sélection de sites caractérisés par l'absence des pressions considérées

Indices	1-très bon	2-bon	3-moyen	4-médiocre	5-mauvais
IPR+	0.51	0.37	0.10	0.02	0.00
IPR	0.17	0.66	0.16	0.02	0.00

L'IPR+ est un plus efficace pour classer en bon état les sites sans pressions déclarées avec 88% des sites classés en bon état contre 83% pour l'IPR.

Surtout, 51% sont classés en très bon état contre 17% par l'IPR.

## Réponse globale aux pressions

Nb de sites avec pressions	Pourcentage de sites classés en mauvais état		Gain de sensibilité IPR+ en %
	IPR	IPR+	
603	51.5%	60.2%	16.9%

## Réponse au cumul de pressions

### Types de pression

Hydrologiques  
 Seuils, Barrage  
 Altération Habitat  
 Chennalisation/ rectification  
 Régime thermique  
 qualité de l'Eau  
 Etangs colinéaires

Nombre de types de pressions	Nbre de Sites	Pourcentage de sites classés en mauvais état		Gain de sensibilité
		IPR	IPR+	IPR+ en %
1	305	46 %	52 %	14.4 %
2	151	52 %	62 %	19.2 %
3	81	56 %	69 %	24.4 %
>=4	66	70 %	83 %	19.6 %

*Valeurs des indicateurs IPR+ et IPR en fonction du nombre de pressions cumulées.*

## Réponse dans la zone à truite (amont des cours d'eau)

Nombre de types de pressions	Nbre de Sites	Pourcentage de sites classés en mauvais état		Gain de sensibilité IPR+ en %
		IPR	IPR+	
1	64	0.34	0.44	27.27
>=2	41	0.37	0.51	40

## Réponse aux types de pressions

Pressions	Nbre de sites	Pourcentage de sites classés en mauvais état		Gain de sensibilité
		IPR	IPR+	IPR+ %
Hydrologiques	107	0.43	0.6	39.1
Seuils, Barrage	80	0.57	0.65	13
Altération Habitat	82	0.59	0.68	16.7
Chennalisation/ rectification	74	0.62	0.62	0
Régime thermique	71	0.46	0.62	33.3
qualité de l'Eau	45	0.69	0.78	12.9
Etangs colinéaires	31	0.58	0.68	16.7