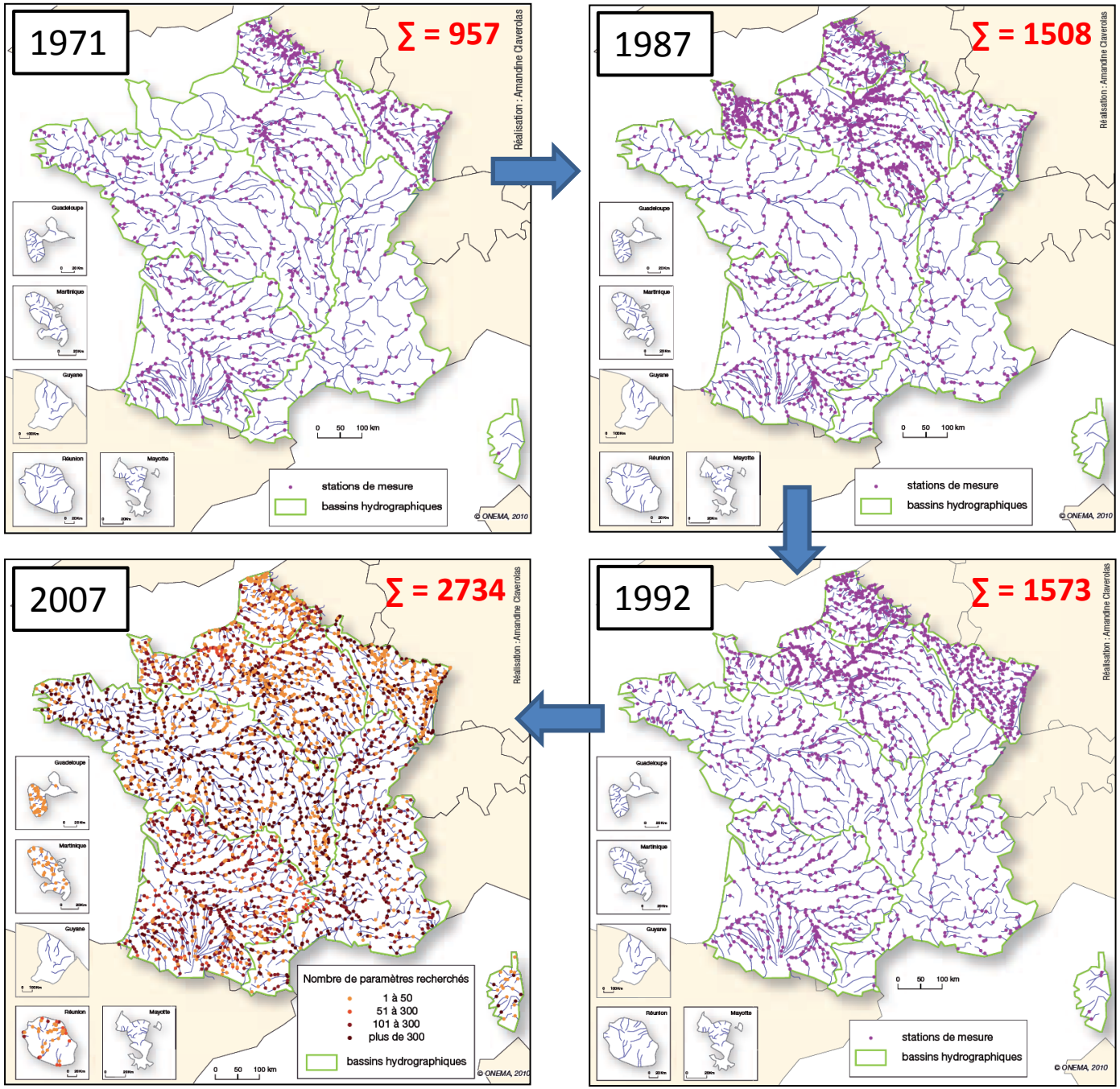
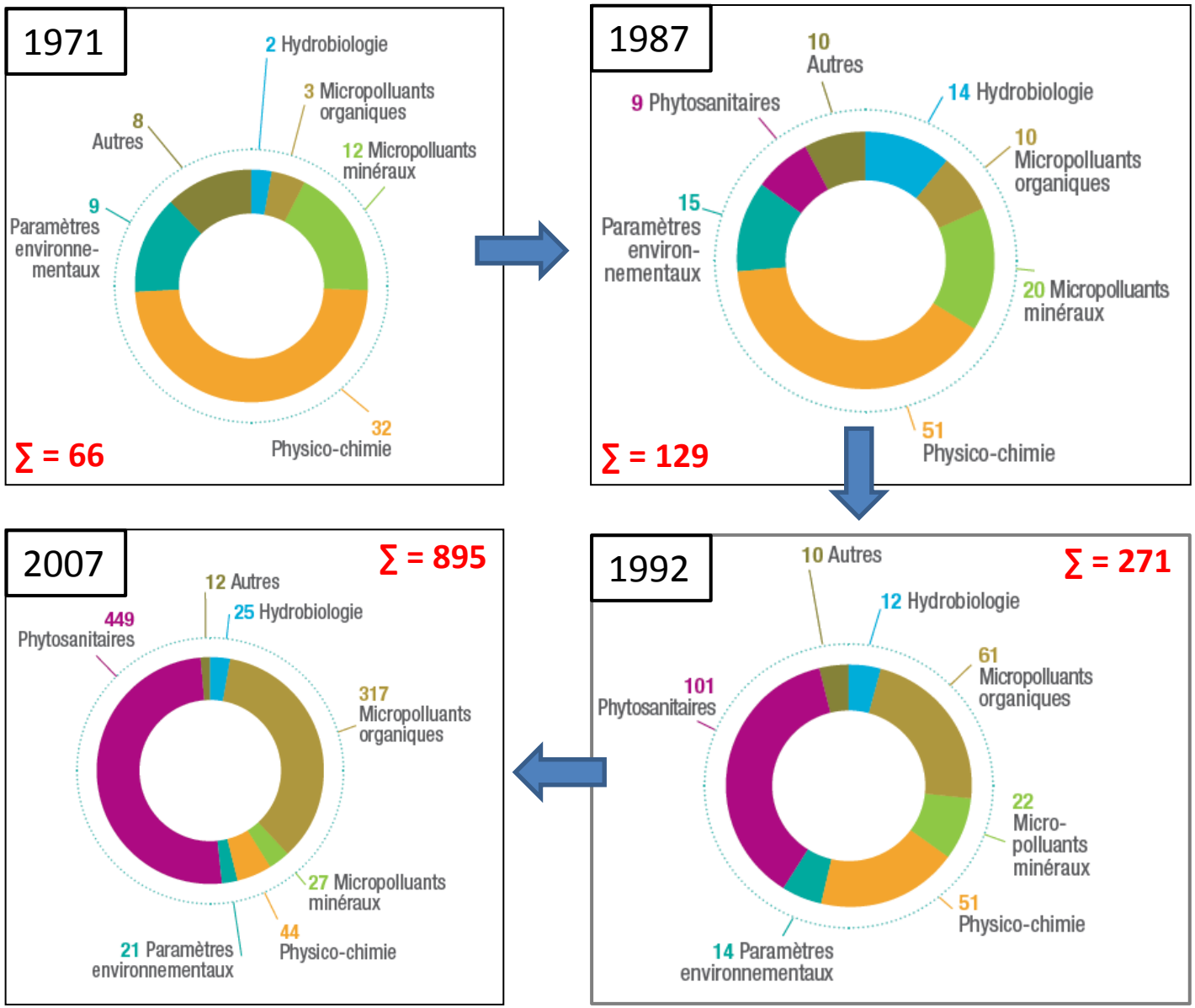
La Directive Cadre sur l'Eau (DCE) : une évolution majeure dans l'évaluation de la santé des écosystèmes aquatiques en Europe


1971
∑ = 957
1987
∑ = 1508
1992
∑ = 1573
2007
∑ = 2734
Réalisation : Amandine Claverolas
Guadeloupe
Martinique
Guyane
Réunion
Mayotte
0 50 100 km
stations de mesure
bassins hydrographiques
© ONEMA, 2010
Nombre de paramètres recherchés
1 à 50
51 à 300
101 à 300
plus de 300



1971	1992	2007
132 000 analyses	662 000 analyses	4 589 000 analyses

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	

En théorie, incluant les DOM, plus de 50 outils à développer !!!

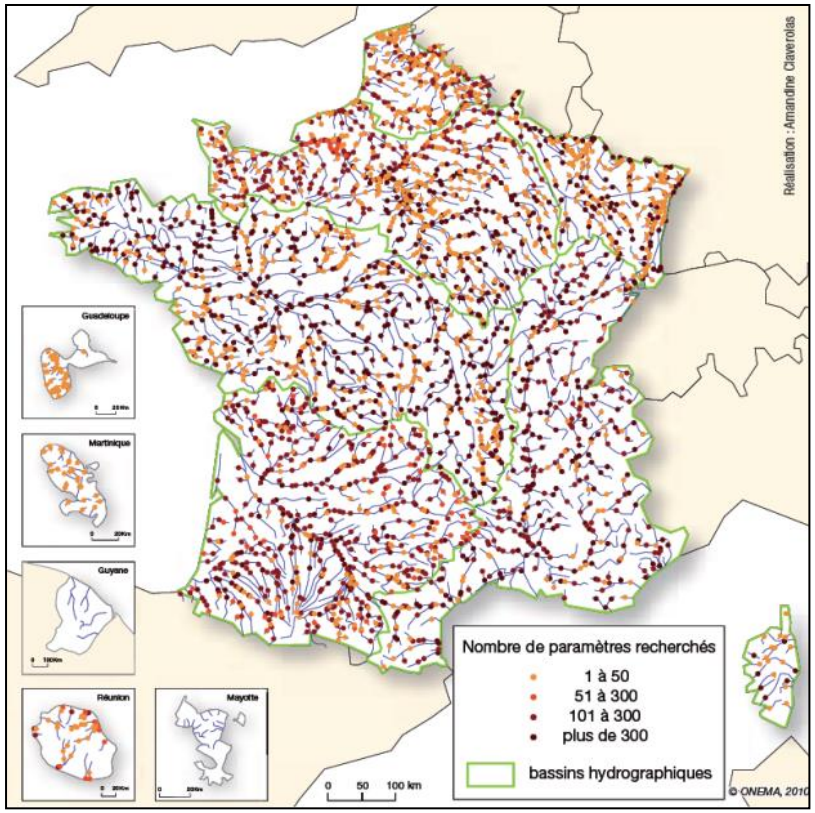
1er cycle DCE (2009-2015) - Métropole					
	Phytobenthos	Phytoplancton	Macrophytes	Invertébrés	Poissons
Cours d'eau		n.p.			
Très grands cours d'eau (TGCE)					
Lacs naturels					
Retenues					

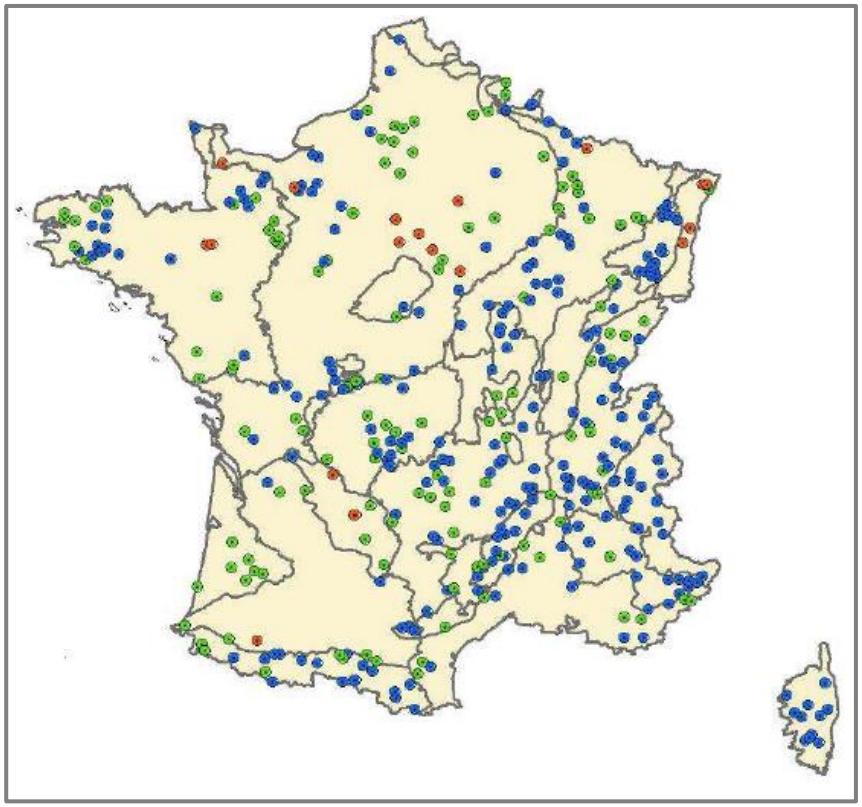
2ème cycle DCE (2016-2021) - Métropole					
	Phytobenthos	Phytoplancton	Macrophytes	Invertébrés	Poissons
Cours d'eau		n.p.			
TGCE					
Lacs naturels					
Retenues					

1er cycle DCE (2009-2015) – Outre-mer						
		Phytobenthos	Phytoplancton	Macrophytes	Invertébrés	Poissons
Cours d'eau	Antilles		n.p.			
	Réunion		n.p.			
	Guyane		n.p.			
	Mayotte		n.p.			
TGCE	Guyane					
Retenues	Guyane					

2ème cycle DCE (2016-2021) – Outre-mer						
		Phytobenthos	Phytoplancton	Macrophytes	Invertébrés	Poissons
Cours d'eau	Antilles		n.p.	n.p.		
	Réunion		n.p.	n.p.		
	Guyane		n.p.	n.p.		
	Mayotte		n.p.	n.p.		
TGCE	Guyane			n.p.		
Retenues	Guyane					

Etape 2 – Définition des sites de référence





Etape 3 – Etablissement des relations pressions-impacts

Matrice « pressions » (chimie, HYMO)

	press1	press2	press3	…	press48	press49	press50
site 1	1	2	0,93	3	1	2	0,64
site 2	0	5	0,77	4	1	3	0,69
site 3	1	2	0,34	5	0	2	0,86
site 4	1	5	0,21	5	1	3	0,29
site 5	0	3	0,51	1	1	2	0,79
site 6	1	4	0,27	3	1	5	0,3
site 7	1	2	0,12	5	1	4	0,59
site 8	1	5	0,28	3	0	1	0,38
site 9	0	2	0,99	1	1	5	0,9
site 10	0	4	0,82	3	1	2	0,34
…	1	5	0,03	1	1	3	0,77
…	1	4	0,86	3	1	4	0,96
…	1	5	0,86	3	1	3	0,32
…	0	5	0,84	3	0	1	0,41
…	1	4	0,55	2	0	2	0,92
…	1	2	0,44	3	1	2	0,4
…	1	3	0,48	3	1	5	0,54
…	1	4	0,67	1	1	3	0,37
…	0	3	0,8	4	0	4	0,31
…	1	4	0,62	3	1	2	0,92
…	1	4	0,84	2	1	3	0,35
site 2491	1	4	0,71	4	1	2	0,41
site 2492	0	4	0,21	4	1	1	0,21
site 2493	0	3	0,84	1	0	3	0,18
site 2494	1	5	0,7	2	1	2	0,6
site 2495	0	5	0,56	3	0	2	0,78
site 2496	0	3	0,39	5	1	2	0,09
site 2497	1	2	0,54	1	0	4	0,86
site 2498	0	2	0,12	4	1	5	0,23
site 2499	0	5	0,28	5	1	1	0,25
site 2500	1	4	0,71	3	0	2	0,99

Variables qualitatives, semi-quantitatives, quantitatives

Matrice biologique (faune, flore)

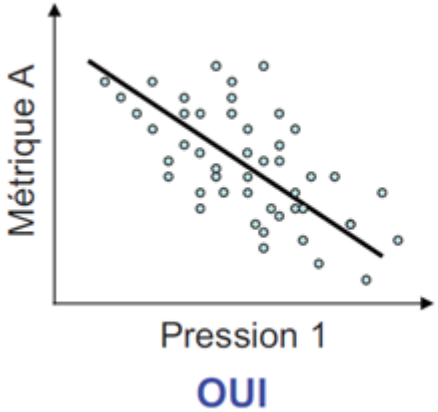
	esp.1	esp. 2	esp. 3	…	esp. 98	esp. 99	esp. 100
site 1	20	23	4	63	89	37	78
site 2	4	65	96	68	64	21	39
site 3	72	85	90	80	26	41	42
site 4	50	45	16	16	34	88	94
site 5	72	3	13	32	45	97	17
site 6	3	29	45	69	46	7	29
site 7	73	37	73	28	65	6	92
site 8	16	34	47	86	10	75	68
site 9	67	26	45	6	60	13	81
site 10	4	2	11	24	15	42	47
…	7	60	52	11	91	48	62
…	9	54	84	33	87	90	11
…	65	38	20	21	60	27	33
…	86	42	69	64	47	93	88
…	50	60	73	26	32	65	92
…	13	46	28	77	33	20	63
…	24	75	16	4	68	47	16
…	14	42	23	87	83	83	57
…	58	23	6	47	63	94	49
…	42	52	28	20	77	93	2
…	97	73	3	26	71	2	81
site 2491	79	87	78	69	67	30	63
site 2492	86	47	14	11	87	3	17
site 2493	54	64	60	66	91	22	92
site 2494	84	24	88	39	36	60	73
site 2495	86	69	54	56	89	46	49
site 2496	62	61	96	96	49	88	68
site 2497	47	97	64	36	49	3	41
site 2498	37	3	77	21	88	37	100
site 2499	24	65	40	3	27	63	67
site 2500	64	28	16	9	61	63	97

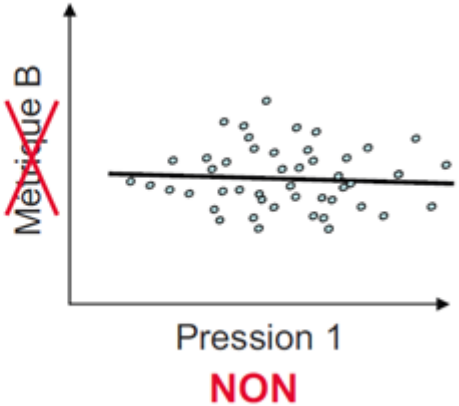
Occurrences (0/1), abondances, biomasse, traits bio-écologiques

Etape 3 – Etablissement des relations pressions-impacts

	press1	press2	press3	...	press48	press49	press50
site 1	1	2	0,93	3	1	2	0,64
site 2	0	5	0,77	4	1	3	0,69
site 3	1	2	0,34	5	0	2	0,86
site 4	1	5	0,21	5	1	3	0,29
site 5	0	3	0,51	1	1	2	0,79
site 6	1	4	0,27	3	1	5	0,3
site 7	1	2	0,12	5	1	4	0,59
site 8	1	5	0,28	3	0	1	0,38
site 9	0	2	0,99	1	1	5	0,9
site 10	0	4	0,82	3	1	2	0,34
...	1	5	0,03	1	1	3	0,77
...	1	4	0,86	3	1	4	0,96
...	1	5	0,86	3	1	3	0,32
...	0	5	0,84	3	0	1	0,41
...	1	4	0,55	2	0	2	0,92
...	1	2	0,44	3	1	2	0,4
...	1	3	0,48	3	1	5	0,54
...	1	4	0,67	1	1	3	0,37
...	0	3	0,8	4	0	4	0,31
...	1	4	0,62	3	1	2	0,92
...	1	4	0,84	2	1	3	0,35
site 2491	1	4	0,71	4	1	2	0,41
site 2492	0	4	0,21	4	1	1	0,21
site 2493	0	3	0,84	1	0	3	0,18
site 2494	1	5	0,7	2	1	2	0,6
site 2495	0	5	0,56	3	0	2	0,78
site 2496	0	3	0,39	5	1	2	0,09
site 2497	1	2	0,54	1	0	4	0,86
site 2498	0	2	0,12	4	1	5	0,23
site 2499	0	5	0,28	5	1	1	0,25
site 2500	1	4	0,71	3	0	2	0,99

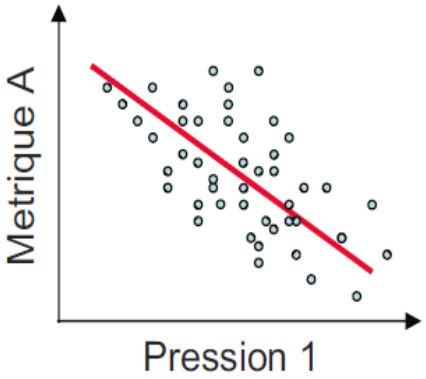
	esp.1	esp. 2	esp. 3	...	esp. 98	esp. 99	esp. 100
site 1	20	23	4	63	89	37	78
site 2	4	65	96	68	64	21	39
site 3	72	85	90	80	26	41	42
site 4	50	45	16	16	34	88	94
site 5	72	3	13	32	45	97	17
site 6	3	29	45	69	46	7	29
site 7	73	37	73	28	65	6	92
site 8	16	34	47	86	10	75	68
site 9	67	26	45	6	60	13	81
site 10	4	2	11	24	15	42	47
...	7	60	52	11	91	48	62
...	9	54	84	33	87	90	11
...	65	38	20	21	60	27	33
...	86	42	69	64	47	93	88
...	50	60	73	26	32	65	92
...	13	46	28	77	33	20	63
...	24	75	16	4	68	47	16
...	14	42	23	87	83	83	57
...	58	23	6	47	63	94	49
...	42	52	28	20	77	93	2
...	97	73	3	26	71	2	81
site 2491	79	87	78	69	67	30	63
site 2492	86	47	14	11	87	3	17
site 2493	54	64	60	66	91	22	92
site 2494	84	24	88	39	36	60	73
site 2495	86	69	54	56	89	46	49
site 2496	62	61	96	96	49	88	68
site 2497	47	97	64	36	49	3	41
site 2498	37	3	77	21	88	37	100
site 2499	24	65	40	3	27	63	67
site 2500	64	28	16	9	61	63	97



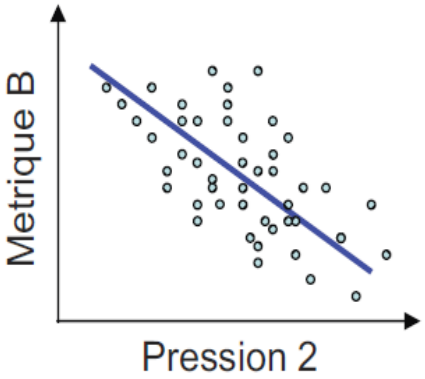


Test de sensibilité de « métriques » aux pressions
= centaines de combinaisons possibles !!.

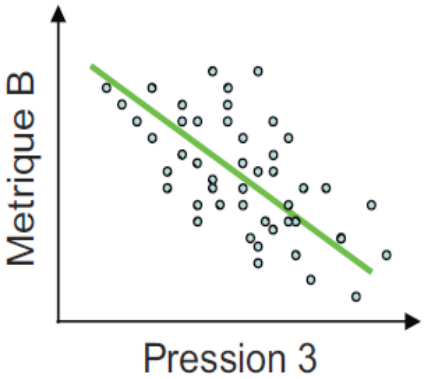
Etape 4 – Agrégation des métriques les plus sensibles (et les moins redondantes)

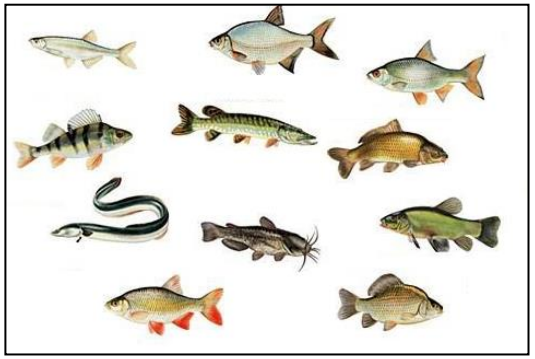


+



+





ex : richesse spécifique

Communauté

ex : abondance de truite

Espèce

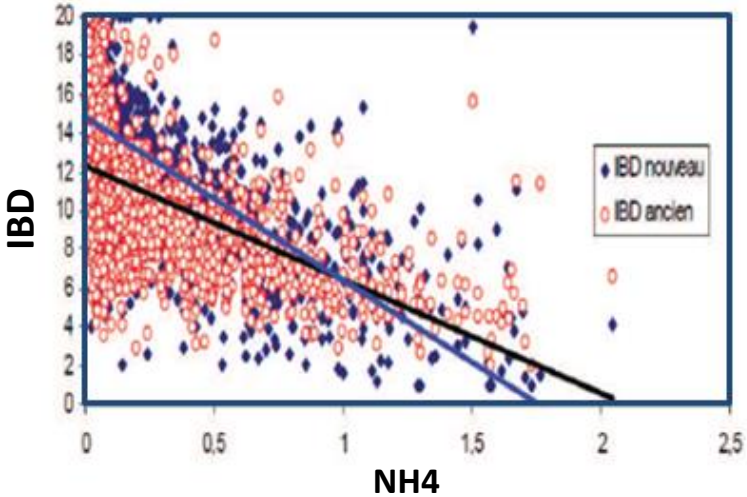
ex : % d'omnivores

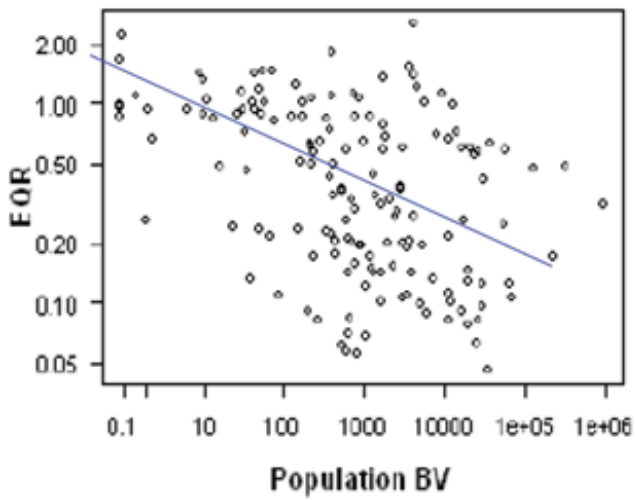
Trait biologique

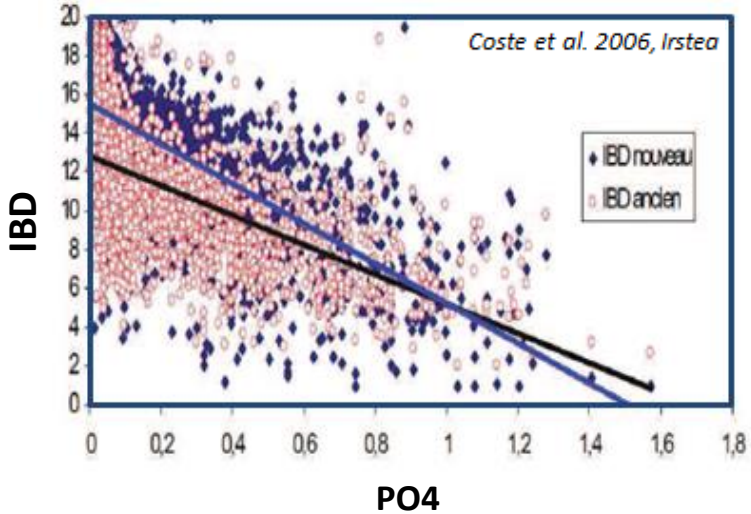
Quelques exemples de relations pressions-impacts :

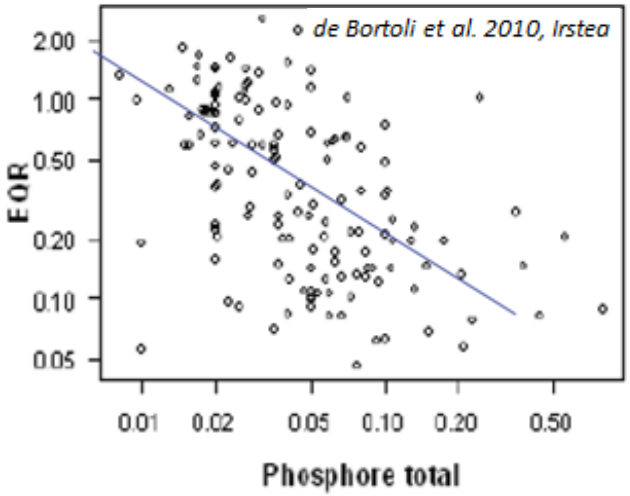
Diatomées en rivière

Phytoplancton (chl-A) en lac



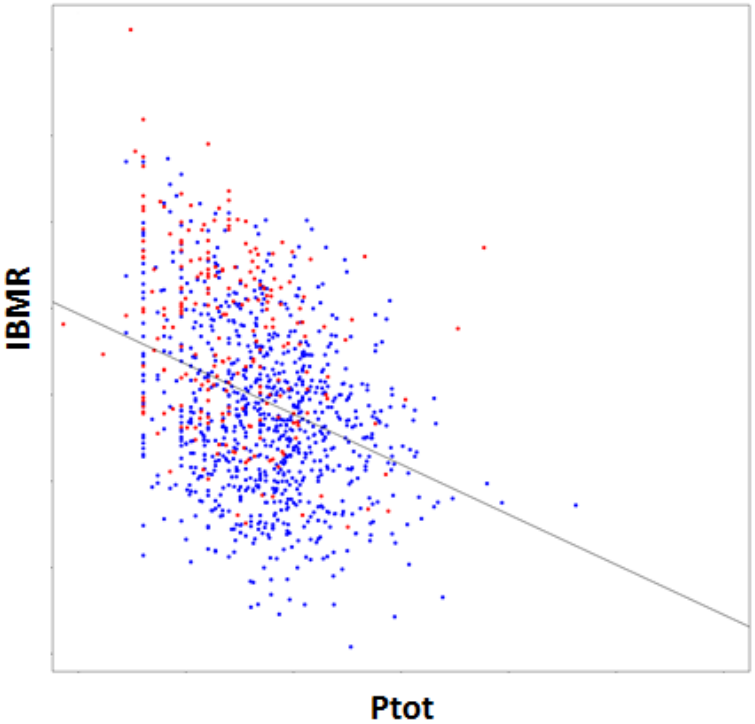




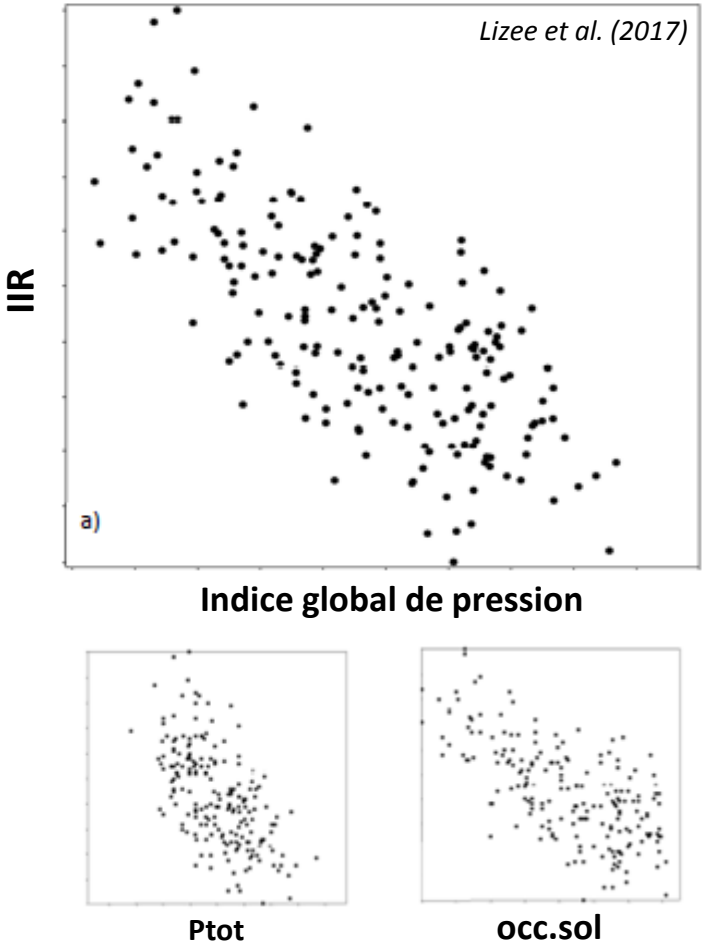


Quelques exemples de relations pressions-impacts :

Macrophytes en rivière



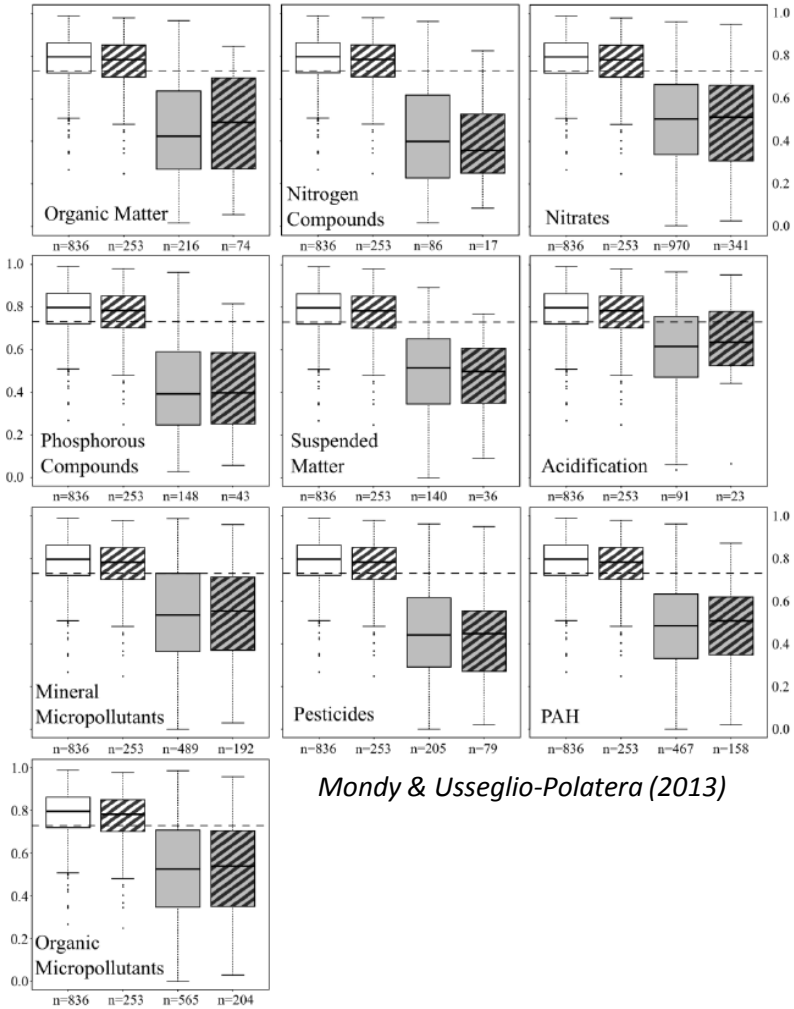
Poissons en retenue



Un nouvel indice « généraliste » de bioindication : l'I_2M_2

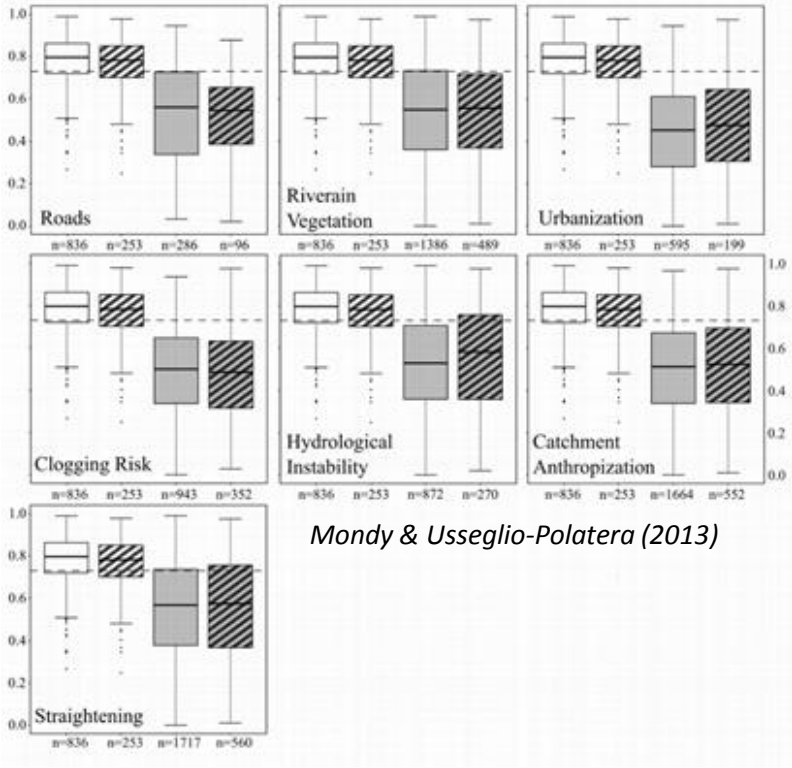
Invertébrés en rivière (petits et moyens cours d'eau)

CHIMIE



Mondy & Usseglio-Polatera (2013)

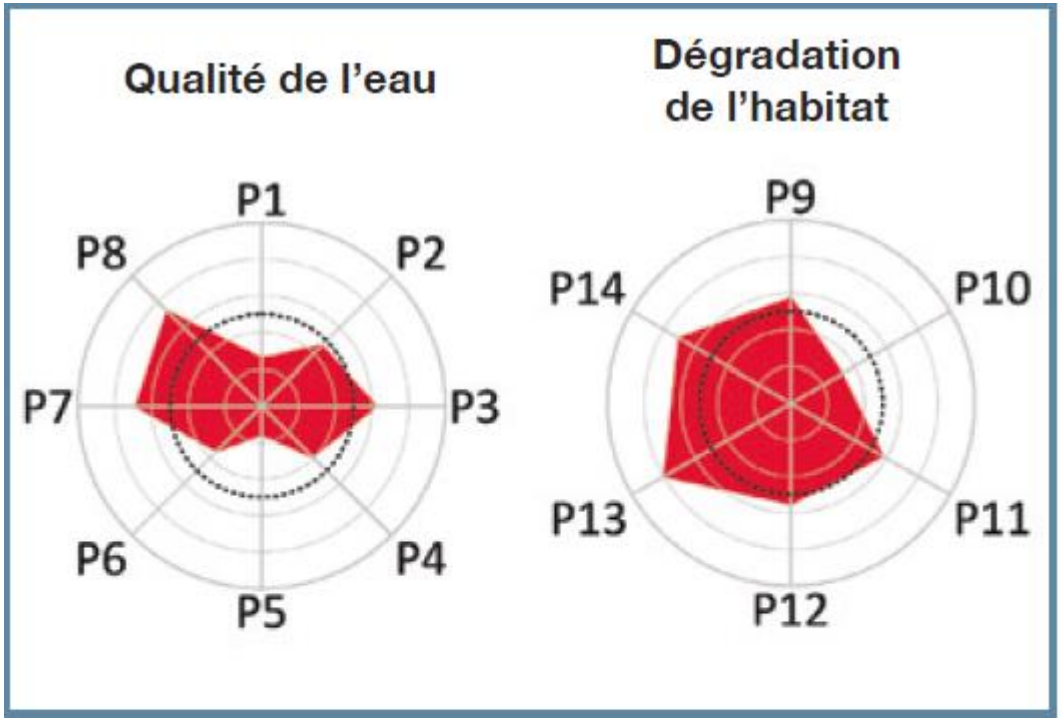
HYDROMORPHOLOGIE



Mondy & Usseglio-Polatera (2013)

I_2M_2 couplé à un outil de diagnostic « spécialiste » !

Invertébrés en rivière (petits et moyens cours d'eau)



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).

Développement récent d'un outil de diagnostic « diatomées»

Assessing anthropogenic pressures on streams: A random forest approach based on benthic diatom communities

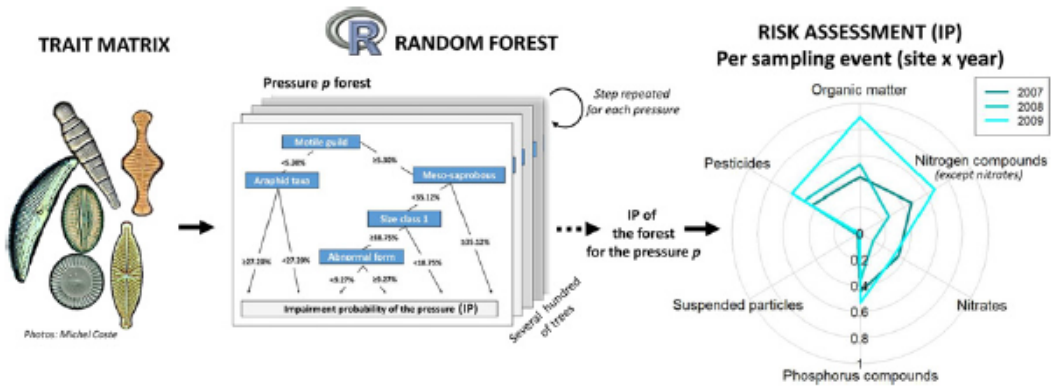
Floriane Larras [a,b,*], Romain Coulaud [a,c], Edwige Gautreau [a,d], Elise Billoir [a], Juliette Rosebery [e], Philippe Usseglio-Polatera [a]

[a] *Interdisciplinary Laboratory of Continental Environments (LIEC), CNRS UMR 7360, University of Lorraine, 57070 Metz, France*
[b] *Department of Bioanalytical Ecotoxicology, UFZ Helmholtz-Centre for Environmental Research, Leipzig, Germany*
[c] *Laboratory of Ecotoxicology, UMR-I 02 SEBIO, Le Havre University, Normandy University, 76063 Le Havre, France*
[d] *Laboratory for Ecology of Natural and Anthropized Hydrosystems (LEHNA), CNRS UMR 5023, University Claude Bernard Lyon 1, 69622 Villeurbanne, France*
[e] *Aquatic Ecosystems and Global Changes Research Unit, IRSTEA, 33612 Cestas, France*

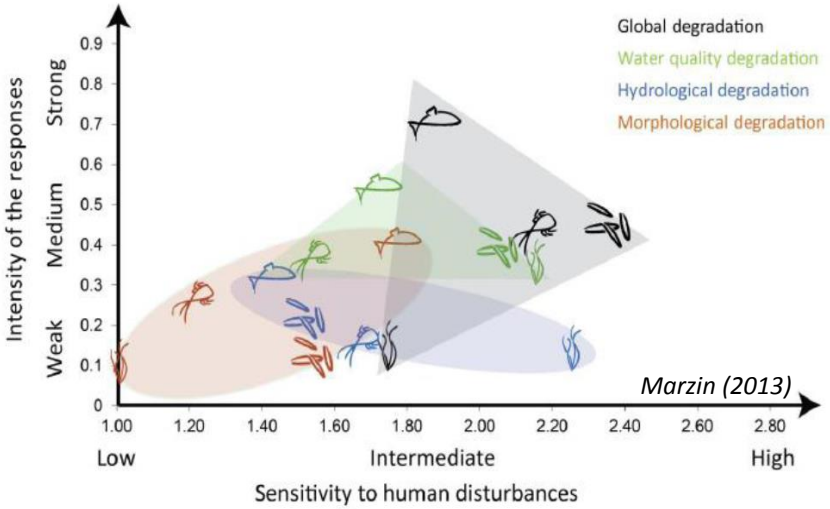
HIGHLIGHTS

- River impairment risk was modeled based on traits and taxonomy of diatoms.
- 11 models were built to assess the specific risk of each pressure category.
- Models provided good impairment risk assessment for 8 pressure categories.
- Only chemical pressures were accurately assessed under multi-stress scenarios.
- This promising tool should be used to diagnose stream ecological status.

GRAPHICAL ABSTRACT.

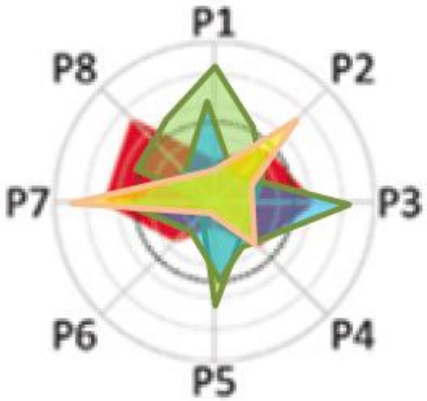


D'ici 2020 : développement d'un outil de diagnostic « multi-EQB »



Les différents EQB ne montrent pas la même sensibilité aux différentes pressions anthropiques…

check-up de l'état de santé « global »



Développement d'un outil « intégratif »

Exemple d'application (invertébrés)

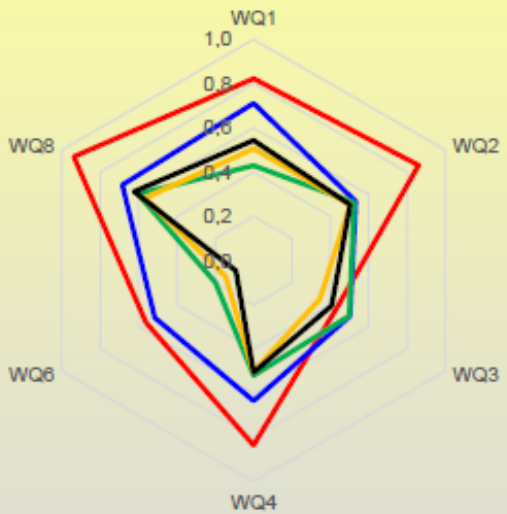
Qualité de l'eau		Dégradation physique de l'habitat	
Code	Type de pression	Code	Type de pression
WQ1	Matières organiques et oxydables	HD1	Voies de communication
WQ2	Matières azotées (hors nitrates)	HD2	Ripisylve (corridor 30m)
WQ3	Nitrates	HD3	Urbanisation (rayon de 100m)
WQ4	Matières phosphorées	HD4	Risque de colmatage
WQ5	Matières en suspension	HD5	Risque d'instabilité hydrologique
WQ6	Acidification	HD6	Rectification
WQ7	Micro-polluants minéraux		
WQ8	Pesticides		
WQ9	HAP		
WQ10	Micro-polluants organiques		

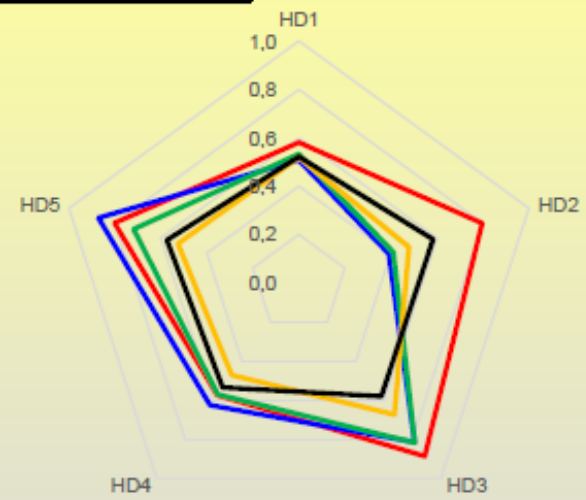
2007
2008
2009
2010
2011

Illustration

Code site: 6194800

Ex: restauration



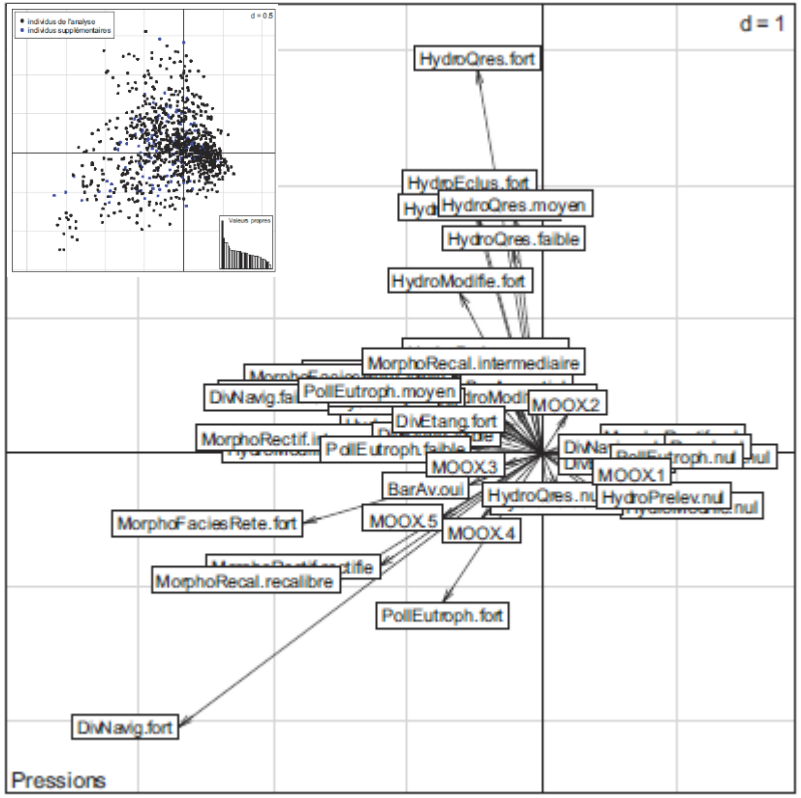


Années	I2M2	IBGN
2007	Mauvais	Moyen
2008	Mauvais	Médiocre
2009	Médiocre	Moyen
2010	Bon	Bon
2011	Bon	Bon

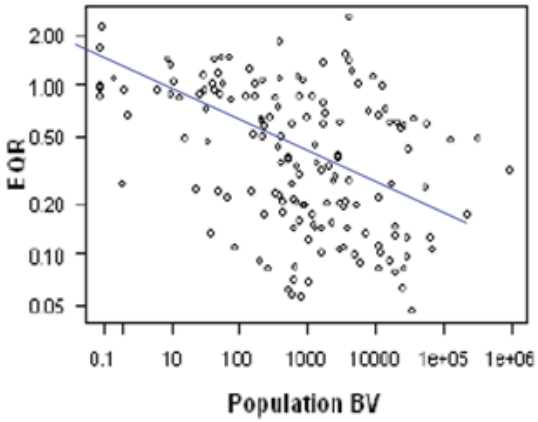
Métriques élémentaires de l'I_2M_2 (EQR)

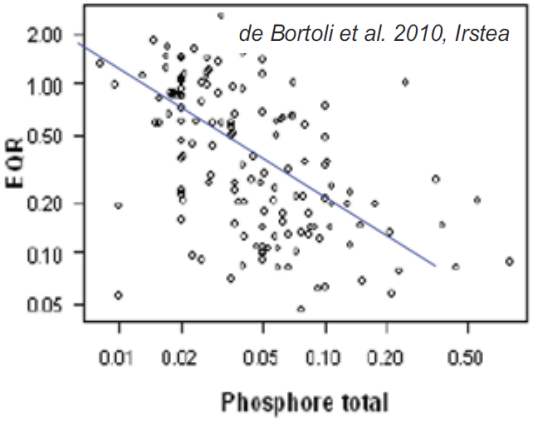
	Shannon	ASPT	Polyvolt.	Ovoviviparity	Richness
349446	0,05	0,01	0	0	0,25
350923	0,03	0,30	0	0	0,07
423818	0,06	0,20	0	0,57	0,10
495513	0,54	0,31	0,30	0,68	0,39
504261	0,45	0,45	0,39	0,63	0,41

Les limites de l'évaluation écologique…

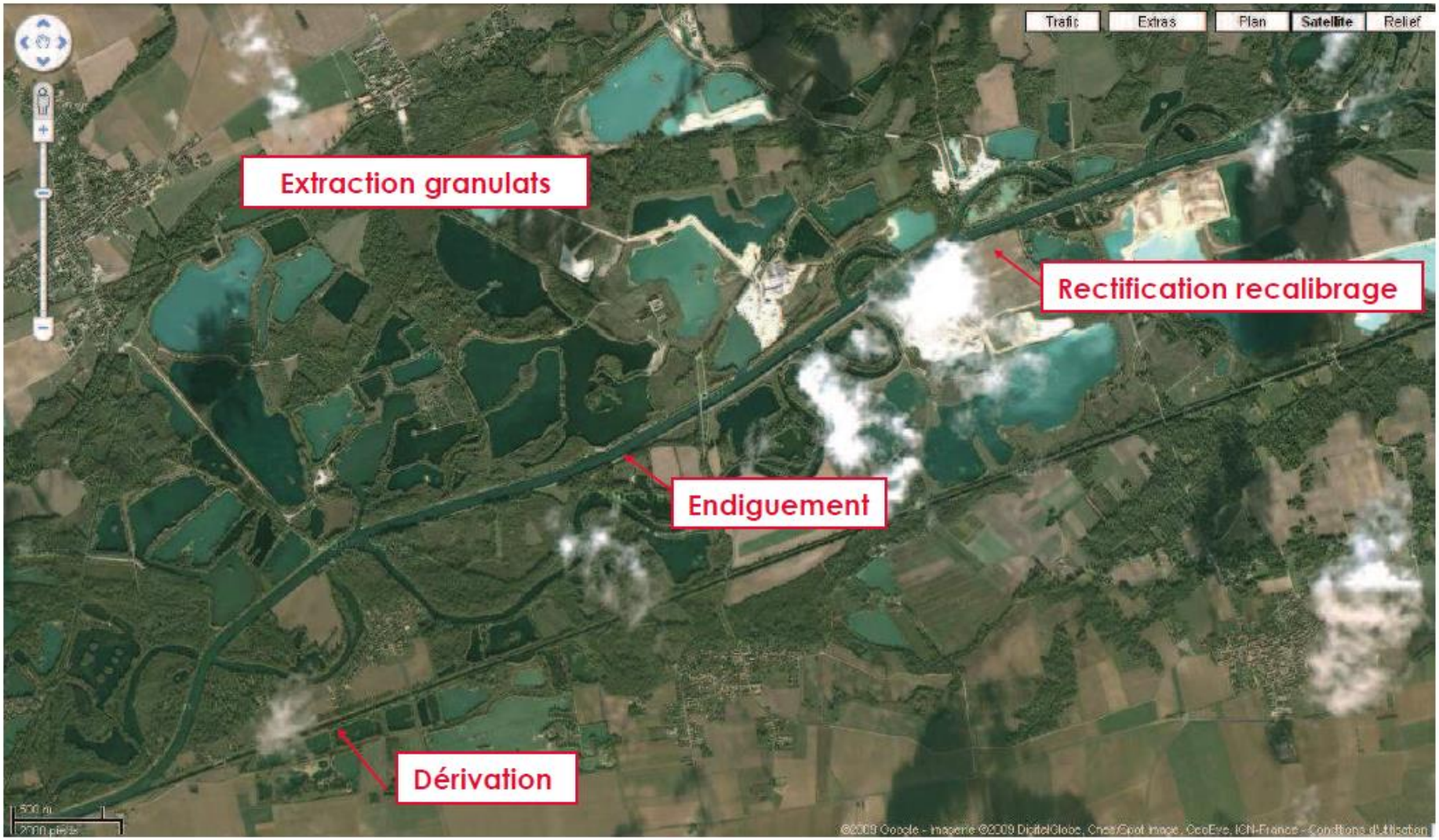


Delaigue et al. 2010, Irstea

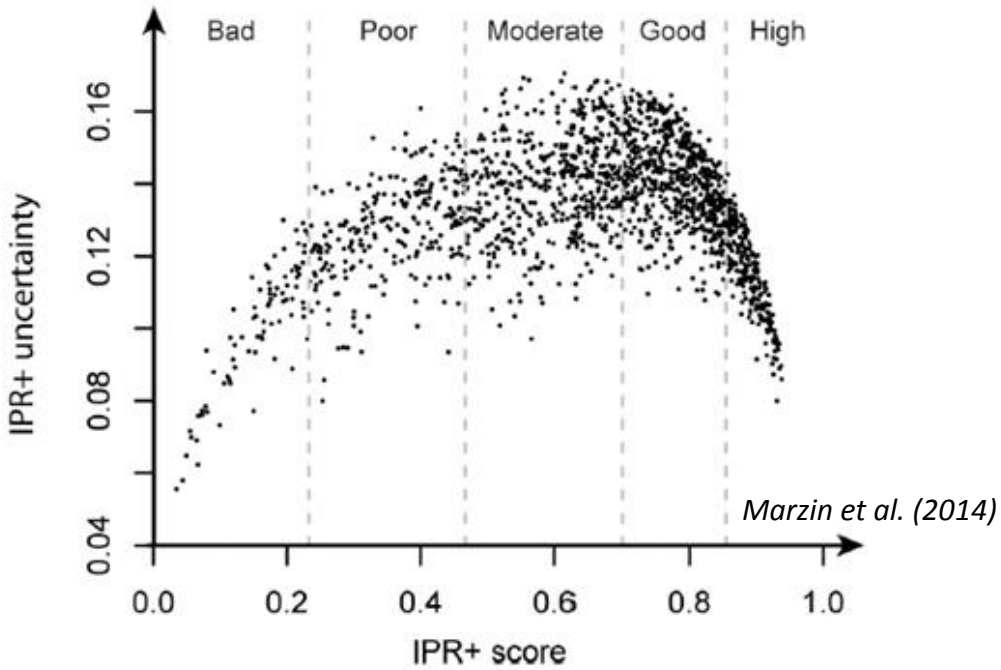




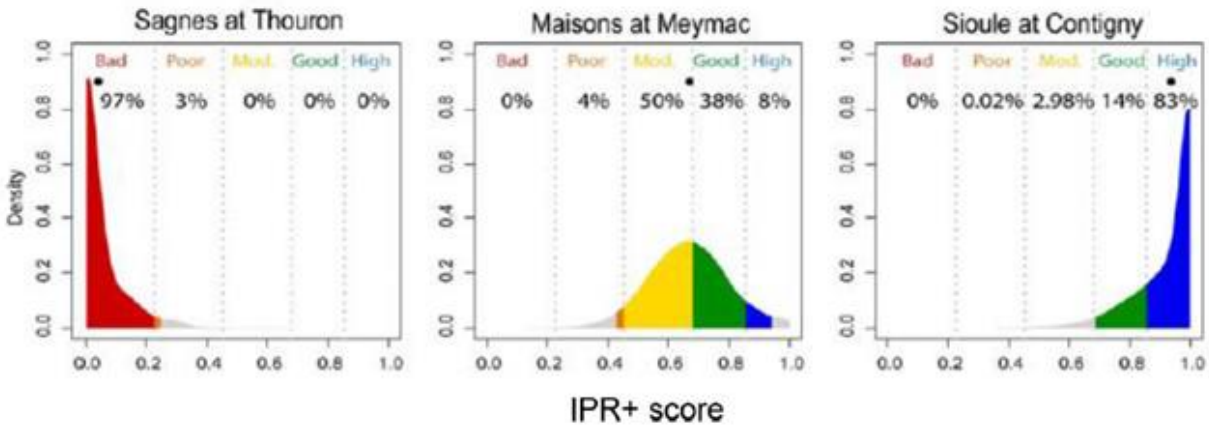
La plupart du temps : un cumul d'altérations !



De plus en plus d'outils probabilistes…



Marzin et al. (2014)



Merci de votre attention…