

Les méthodes de bioindication adaptées aux DOM
Situation et perspectives dans le contexte du 2^e cycle DCE

ONEMA Paris 20-21 mars 2014

Bioindication cours d'eau
L'indice Réunion Macroinvertébrés (IRM)

J.M. Olivier

UMR CNRS 5023 – Université Lyon1
jean-michel.olivier@univ-lyon1.fr



*S. Mérigoux, N. Péru, M. Forcellini, P. Usseglio-Polatera, H. Grondin,
C. Mathieu, P. Valade...*

*Convention R & D OLE Réunion - CNRS : étude
et recherche 2008-2011 – indices de bio-
évaluation - Ile de la Réunion*

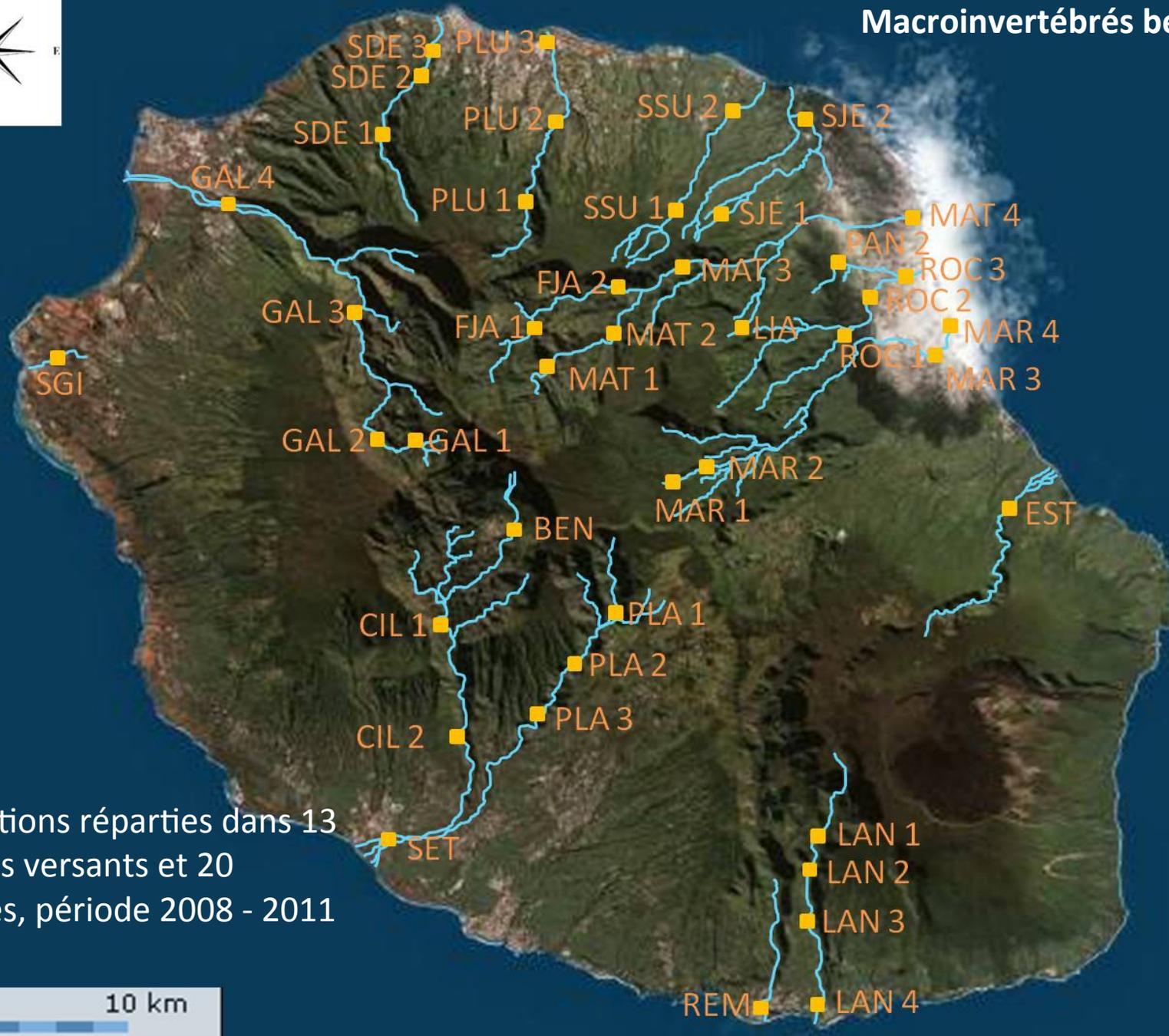
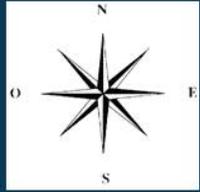


Objectif : développer et mettre au point **des indices biologiques** destinés à évaluer la qualité écologique des cours d'eau en accord avec les **exigences** de la **D.C.E.**

Contexte réunionnais

- réalisation et traitement des **campagnes d'échantillonnages** des **macroinvertébrés** (2008-2011), **calibration** de l'effort d'échantillonnage,
- actualisation des **connaissances taxonomiques** sur les invertébrés de la Réunion, (réalisation **d'un atlas des macroinvertébrés des rivières de la Réunion**)
- **traitement, analyse, bancarisation et interprétation des données,**
- caractérisation des modalités **de calcul de l'indice macroinvertébrés,**
- Expertise des différents indices (août 2013)
- **Proposition finale (IRM)**

Macroinvertébrés benthiques



42 stations réparties dans 13 bassins versants et 20 rivières, période 2008 - 2011



Démarche

étape 1 : évaluation des pressions

étape 2 : choix des stations de référence

étape 3 : choix des métriques biologiques

étape 4 : calcul des indices, expertise, validation

D.C.E. -> **notion d'écart par rapport à une situation de référence par type de masse d'eau**

D.C.E. -> notion de **typologie des eaux** (permet de prendre en compte les principaux facteurs d'hétérogénéité des conditions de référence)

étape 1 : évaluation des pressions

Pas de caractérisation précise et actualisée des pressions disponible

→ choix des stations de référence

Quatre types de pressions peuvent être à l'origine d'impacts importants sur la richesse spécifique et l'abondance des espèces :

- Les **pressions physico-chimiques**,
- Les **pressions hydrologiques**,
- Les **pressions hydromorphologiques** basées sur une analyse des modalités d'occupation du sol,
- Des **altérations de la continuité écologique** des cours d'eau

étape 1 : évaluation des pressions

Qualité physico-chimique des cours d'eau

- Données utilisées fournies par l'OLE (SEQ Eau).
- **7 paramètres** utilisés pour caractériser les pressions physico-chimiques :
 - les matières organiques et oxydables
 - les matières azotées hors nitrates
 - les nitrates
 - les matières phosphorées
 - le taux de matières en suspension
 - l'acidification
 - les contaminations par les micropolluants, basées uniquement sur la recherche des pesticides (75 paramètres)

étape 1 : évaluation des pressions

Pressions hydrologiques

- Importance des prélèvements d'eau à la Réunion
- Impact de la pression → ratio $R = \text{débit mesuré} / \text{débit théorique sans prélèvement}$

- **5 classes**
 - $80\% \leq R$: impact très faible (1)
 - $60 \leq R < 80\%$: impact faible (2)
 - $30 \leq R < 60\%$: impact moyen (3)*
 - $10 \leq R < 30\%$: impact fort (4)*
 - $R < 10\%$: impact très fort (5)*

* : valeurs déclassantes

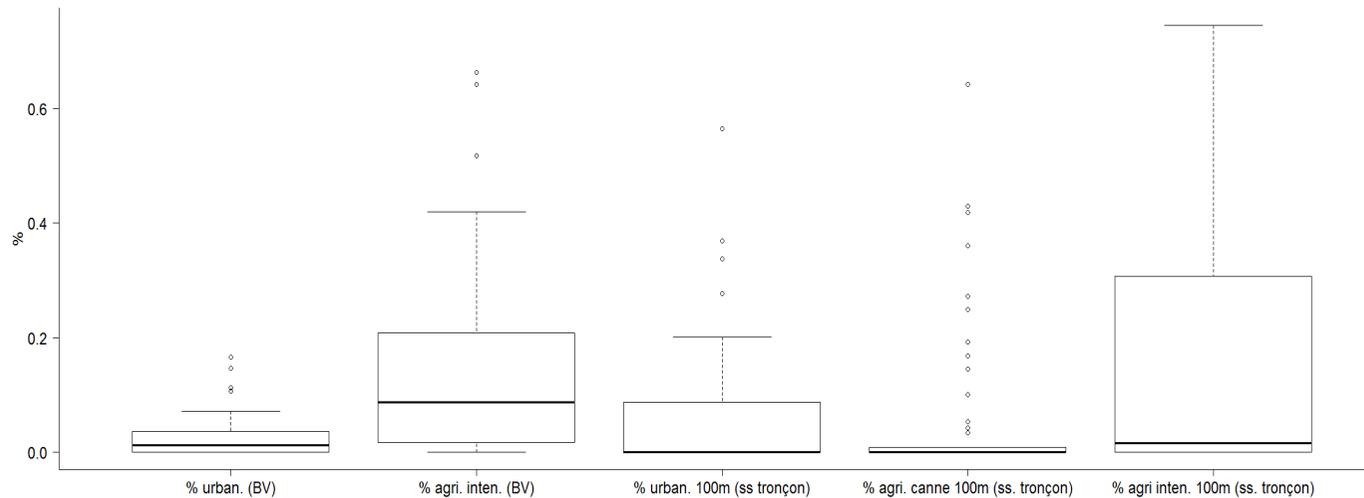
étape 1 : évaluation des pressions

Pressions liées à l'occupation du sol

- Variables calculées à **l'échelle du bassin versant** (surface du bassin versant en amont de la station d'échantillonnage)
- Variables calculées à **l'échelle du tronçon ou du sous-tronçon** (procédure de calcul identique à celle utilisée en métropole et tenant compte du rang de Strahler)
- Données issues de Corine Land Cover

Pressions liées à l'occupation du sol

Faible pression des activités humaines (urbanisation et agriculture intensive)



agriculture intensive : 75% des valeurs inférieures à 20% à l'échelle du bassin versant et inférieures à 30% à l'échelle du sous-tronçon.

étape 1 : évaluation des pressions

Pressions liées à l'altération de la continuité écologique

Travail de référence : DEAL - Service Eau et Biodiversité - (2011) : évaluation de la continuité écologique des 13 rivières pérennes de la Réunion. Proposition d'un plan d'action pour reconquérir cette continuité. Phase 1 – Diagnostic, Phase 2 **évaluation de la continuité**. Groupement de bureaux d'études ANTEA GROUP – OCEA CONSULT' – HYDRETUDES – ECOGEA

étape 2 : choix des stations de référence

Stations d'échantillonnage des macroinvertébrés benthiques

21 stations de référence retenues :

- Typologie utilisée : arrêté du 12 janvier 2010 (6 types de masses d'eau)
- Pressions physico-chimiques : valeurs déclassantes : classes 1 et 2
- Pression hydrologique : considérée comme un **facteur impactant** très important : valeurs déclassantes $R < 60\%$
- Occupation du sol

Cas particuliers

- Discussion au cas par cas des valeurs retenues dans certains cas de figure (analyse détaillée)
- Classe 3 des valeurs de physico-chimie retenue comme non-déclassantes (problème de l'application de la grille du SEQ eau à la Réunion) : ex : déclassement de stations de tête de bassin (Bras des Lianes, galets amont, Mât amont ...)

étape 2 : choix des stations de référence

Stations d'échantillonnage des macroinvertébrés benthiques

Code*	Type*	ref	test
M61	Cirques au vent (couloir)	2	2
M62	Cirques sous le vent (couloir)	1	4
MP63	Versants au vent	7	12
MP64	Versants sous le vent	0	1
P61	Cirques au vent (réception)	5	3
P62	Cirques sous le vent (réception)	6	0

- **pas de station « test »** dans le **type de masses d'eau P62** (petits cours d'eau des cirques sous le vent)
- **pas de station de référence dans le type MP64** (cours d'eau des versants sous le vent)
- nombre maximum de stations de référence (n=7) et de stations « test » (n=12) dans le type MP63

**Typologie de l'arrêté 2010*

étape 3 : choix des métriques biologiques

Très peu de connaissances sur les caractéristiques biologiques et écologiques des espèces (→ choix des métriques biologiques)

Nécessité de proposer des **hypothèses claires quant aux variations des valeurs des métriques face à un impact anthropique potentiel.**

- **Choix initial de 47 métriques → test**
 - **Suppression** des métriques présentant de **faibles amplitudes dans chacun des types** de masses d'eau
 - **Suppression des métriques redondantes**

étape 3 : choix des métriques biologiques

8 métriques retenues :

- **3 métriques relatives aux contraintes hydrauliques :**
 - Densité des taxons limnophiles
 - Densité des taxons rhéophiles
 - Densité des taxons ubiquistes
- **2 métriques relatives aux comportements ou aux régimes alimentaires :**
 - Densité des filtreurs (avec construction de filet)
 - Densité des généralistes
- **3 métriques de richesse taxonomique :**
 - Richesse en taxons limnophiles
 - Richesse en taxons à respiration tégumentaire
 - Richesse taxonomique totale

29 taxons impliqués dans ces métriques

étape 3 : choix des métriques biologiques

Hypothèses du sens de variation attendu en réponse à un impact :

Diminution :

- Densité des taxons rhéophiles
- Densité des filtreurs (avec construction de filet)
- Richesse en taxons à respiration tégumentaire
- Richesse taxonomique totale

Augmentation :

- Densité des taxons limnophiles,
- Densité des taxons ubiquistes,
- Densité des taxons à régime alimentaire généraliste,
- Richesse en taxons limnophiles.

Densité des taxons limnophiles : la densité devrait **augmenter** suite à une diminution du débit et donc des contraintes hydrauliques. Par contre, des variations importantes fréquentes de débit (e.g. régime d'éclusées) devraient entraîner une diminution de la valeur de cette métrique.

Densité des taxons rhéophiles : la densité devrait **diminuer** suite à une abstraction de débit. Pas de réponse attendue aux variations journalières de débit.

Densité des taxons ubiquistes : la densité devrait **augmenter** suite à des modifications de débit (abstraction ou variations fréquentes journalières).

Densité des filtreurs (avec construction de filet) : la densité devrait **diminuer** en réponse à des modifications de débit (notamment abstraction d'eau).

Densité des taxons à régime alimentaire généraliste : la densité devrait **augmenter** en réponse à des modifications de la qualité trophique du milieu.

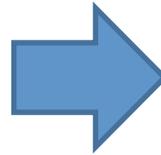
Richesse en taxons limnophiles : la richesse devrait **augmenter** suite à une diminution du débit et donc des contraintes hydrauliques. Par contre, des variations de débit (régime d'éclusées) devraient entraîner une diminution de cette métrique.

Richesse en taxons à respiration tégumentaire : la richesse devrait **diminuer** en milieu appauvri en oxygène (e.g. présence importante d'algues filamenteuses, réduction de débit).

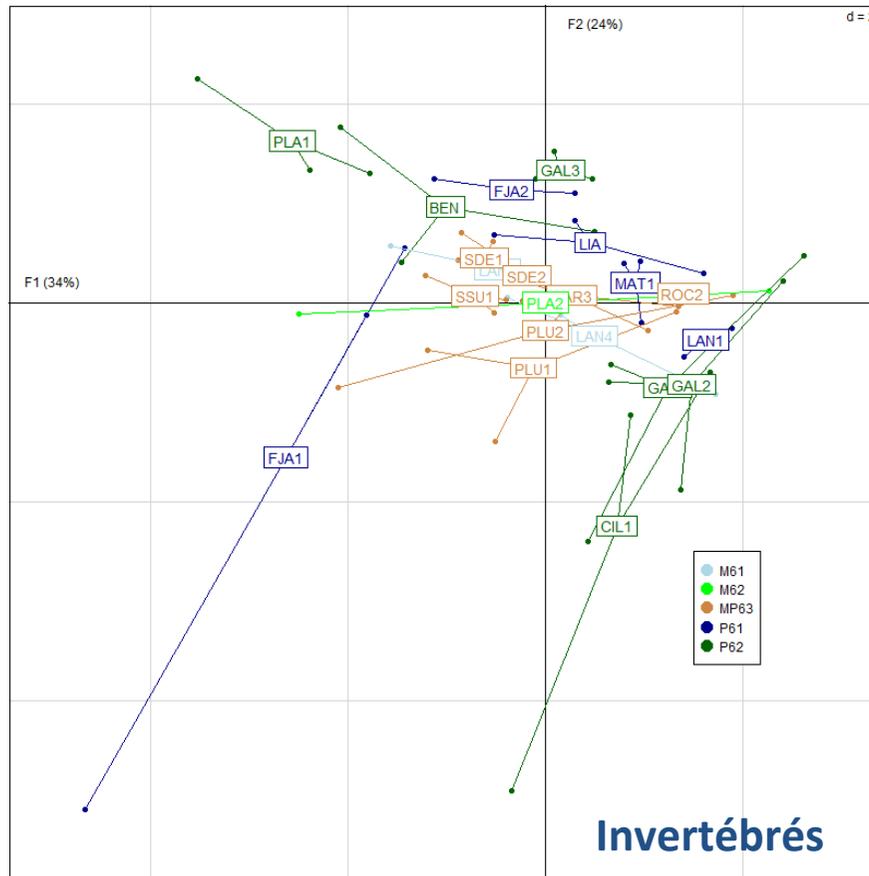
Richesse taxonomique totale : la richesse devrait **diminuer** suite à une réduction de la diversité d'habitats (e.g. endiguement, réduction de débit).

étape 4 : calcul des indices biologiques

Notion de référence (DCE)



Stabilité spatio-temporelle des valeurs des métriques (par type)



Evaluation de la **variabilité** spatio-temporelle des métriques (par type) en condition de référence

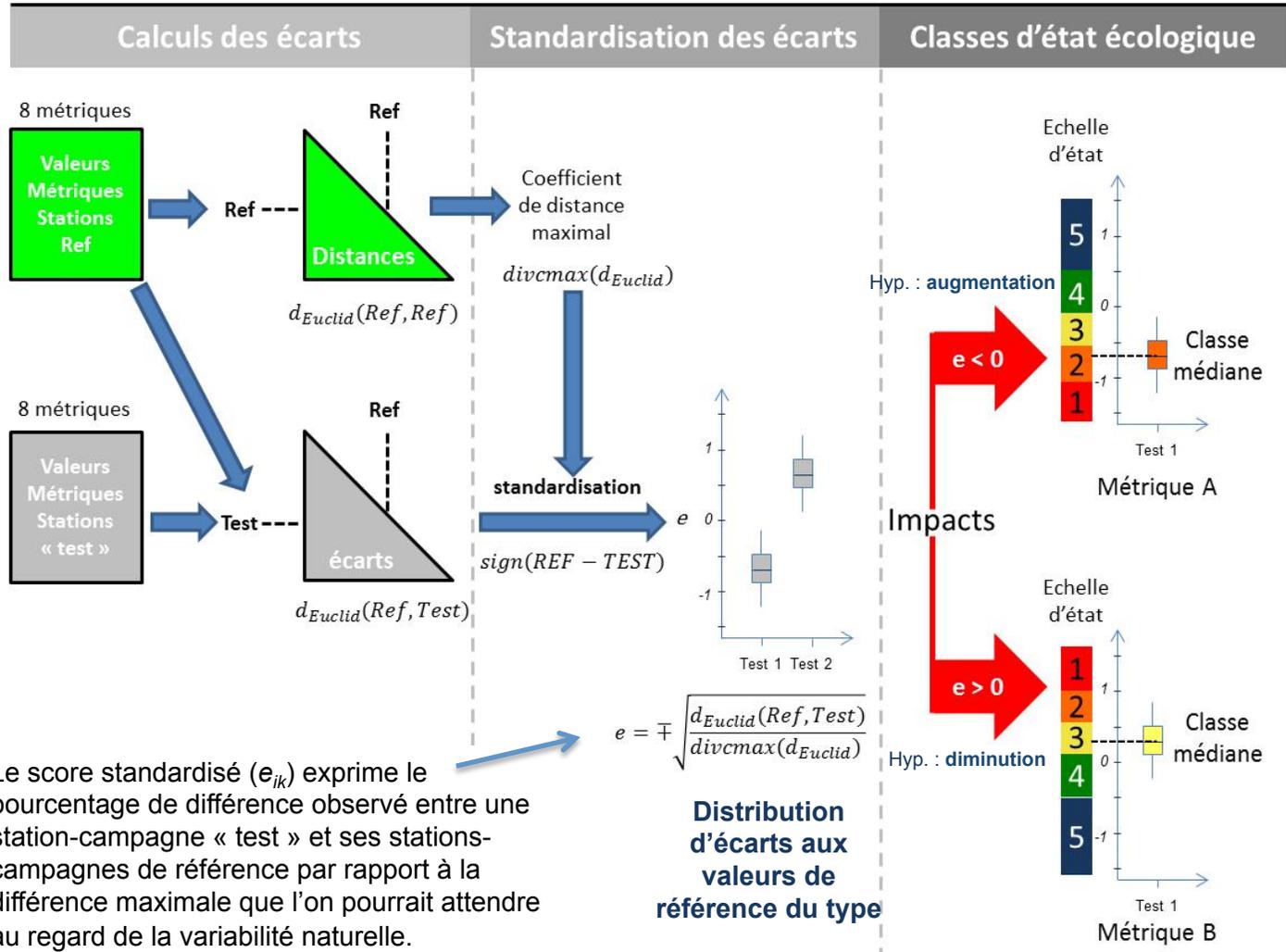
Deux types très variables :

- P61 & P62
- Variabilité intra-station (i.e. temporelle) hétérogène

étape 4 : calcul des indices biologiques

3 phases :

- Calcul des écarts à la référence
- Standardisation
- Classes d'état écologique



Le score standardisé (e_{ik}) exprime le pourcentage de différence observé entre une station-campagne « test » et ses stations-campagnes de référence par rapport à la différence maximale que l'on pourrait attendre au regard de la variabilité naturelle.

Distribution d'écarts aux valeurs de référence du type

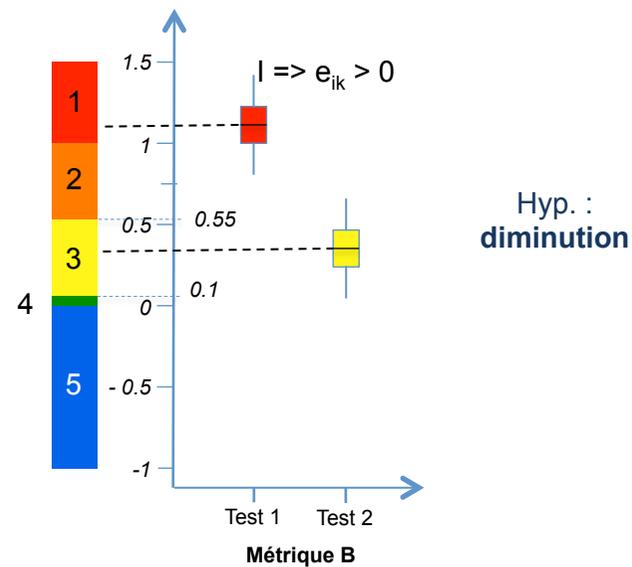
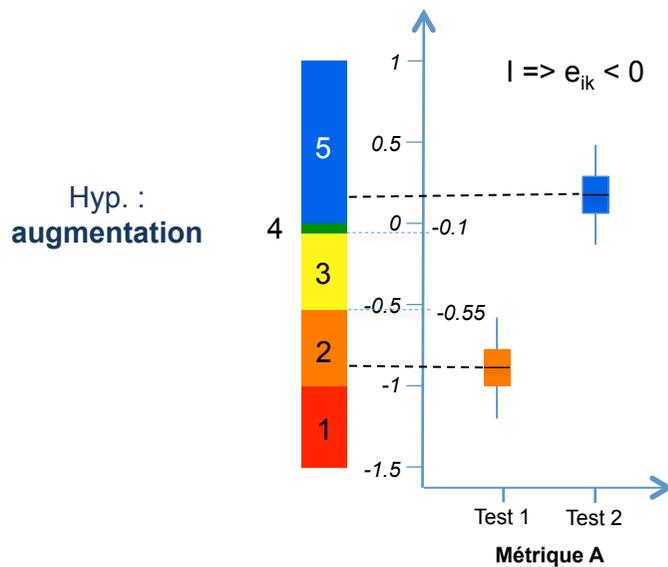
étape 4 : calcul des indices biologiques
phase 3 : classes de qualité écologique

Limites des 5 classes d'état écologique définies à partir des hypothèses sur le sens de variation des métriques en réponse à un impact. Les valeurs dans les intervalles correspondent **aux écarts** avec leur signe

Réponse attendue de la métrique :		
Etat	diminution	augmentation
Très mauvais	$]1, +\infty[$	$]-\infty, -1]$
Mauvais	$]0.55, 1]$	$]-1, -0.55]$
Moyen	$]0.1, 0.55]$	$]-0.55, -0.1]$
Bon	$]0, 0.1]$	$]-0.1, 0]$
Très bon	$]-\infty, 0]$	$]0, +\infty[$

Pas de différence à la référence
 = **très bon état**

Légère différence à la référence
 = **bon état**



étape 4 : calcul des indices biologiques
phase 3 : classes de qualité écologique

Somme des valeurs
de toutes les
métriques



Notes
totales

IRM (8 métriques)

Etat	Note	EQR
Très mauvais	[8-16[[0-0.4 [
Mauvais	[16-24[[0.4-0.6 [
Moyen	[24-32[[0.6-0.8[
Bon	[32-40[[0.8-1[
Très bon	40	1

- Note finale = classe globale de qualité
- Interprétation de l'indice valable uniquement à partir des notes par métrique
- **Une note seule ne veut rien dire** : tout indice se base sur une comparaison à des valeurs antérieures.

Résultats IRM V1

Rivière	Type	Station	2008	2009	2010	2011
Bras de Cilaos	M62	CIL2	0,75	0,575	0,75	0,65
Bras de la Plaine	M62	PLA3	0,725	0,75	0,7	0,775
Saint-Etienne	M62	SET	0,775	0,75	0,775	0,8
Remparts	M61	REM	0,725	0,7	0,7	0,85
Langevin	P61	LAN2	0,85	0,725	0,7	0,65
Est	MP63	EST	0,775	0,75	0,8	0,85
Marsouins	MP63	MAR2	0,8	0,75	0,75	0,65
Marsouins	MP63	MAR4	0,675	0,7	0,6	0,65
Roches	MP63	ROC1	0,75	0,875	0,875	0,725
Bras-Panon	MP63	PAN2	0,625	0,725	0,725	0,6
Roches	MP63	ROC3	0,725	0,675	0,675	0,65
Mât	P61	MAT2	0,7	0,7	0,675	0,675
Mât	P61	MAT3	0,65	0,675	0,725	0,775
Mât	M61	MAT4	0,85	0,725	0,725	0,675
Saint-Jean	MP63	SJE1	0,575	0,775	0,75	0,8
Saint-Jean	MP63	SJE2	0,625	0,7	0,65	0,65
Sainte-Suzanne	MP63	SSU2	0,8	0,65	0,675	0,675
Pluies	MP63	PLU3	0,825	0,675	0,65	0,6
Saint-Denis	MP63	SDE3	0,65	0,7	0,675	0,7
Galets	M62	GAL4	0,8	0,675	0,625	0,7

Station de référence période **2008-2011**
Utilisation du log pour les métriques de densité

EQR

1

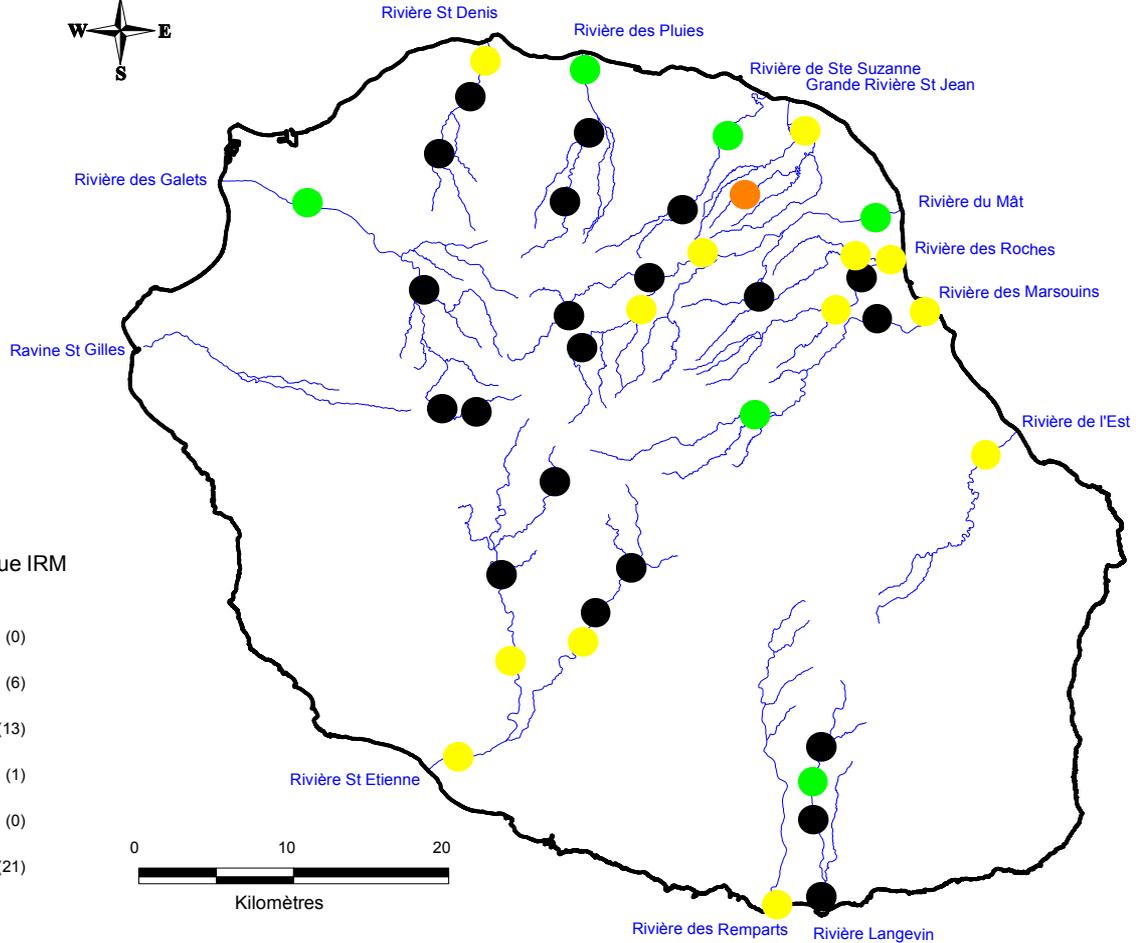
[0,8 ; 1[

[0,6 ; 0,8[

[0,4 ; 0,6[

[0 ; 0,4[

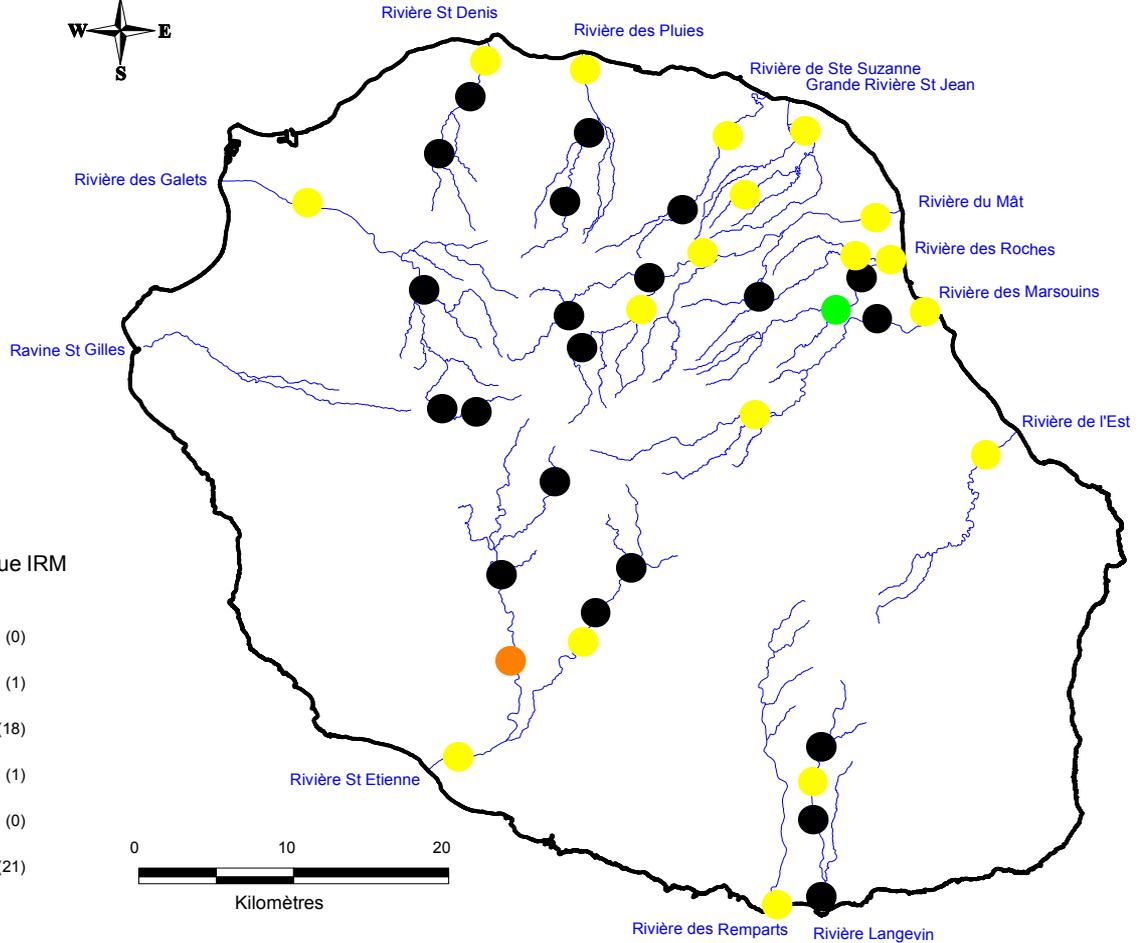




Classes d'état écologique IRM
Année 2008

- 1 Très bon (0)
- [0,8 à 1[Bon (6)
- [0,6 à 0,8[Moyen (13)
- [0,4 à 0,6[Mauvais (1)
- [0 à 0,4[Très mauvais (0)
- Stations de référence (21)

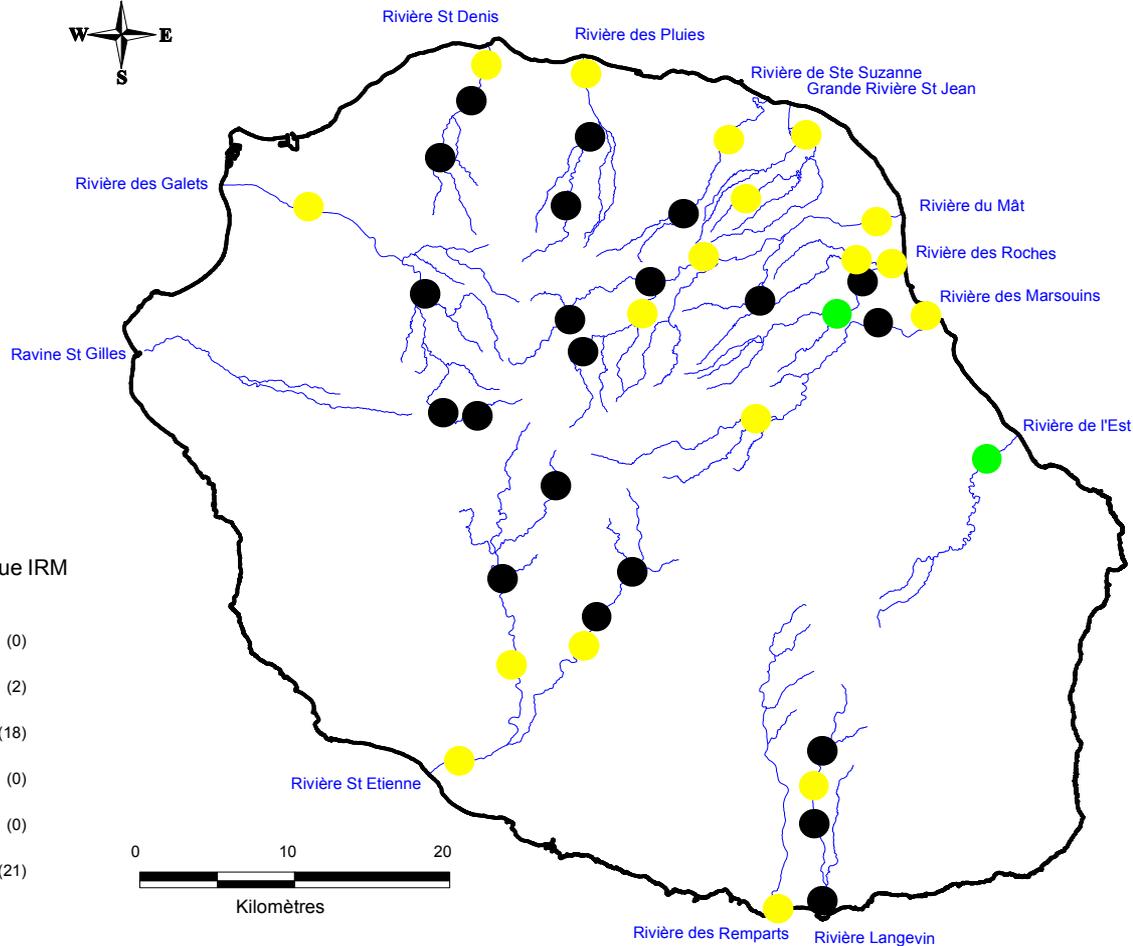




Classes d'état écologique IRM
Année 2009

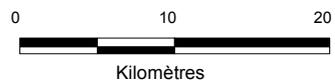
- 1 Très bon (0)
- [0,8 à 1[Bon (1)
- [0,6 à 0,8[Moyen (18)
- [0,4 à 0,6[Mauvais (1)
- [0 à 0,4[Très mauvais (0)
- Stations de référence (21)

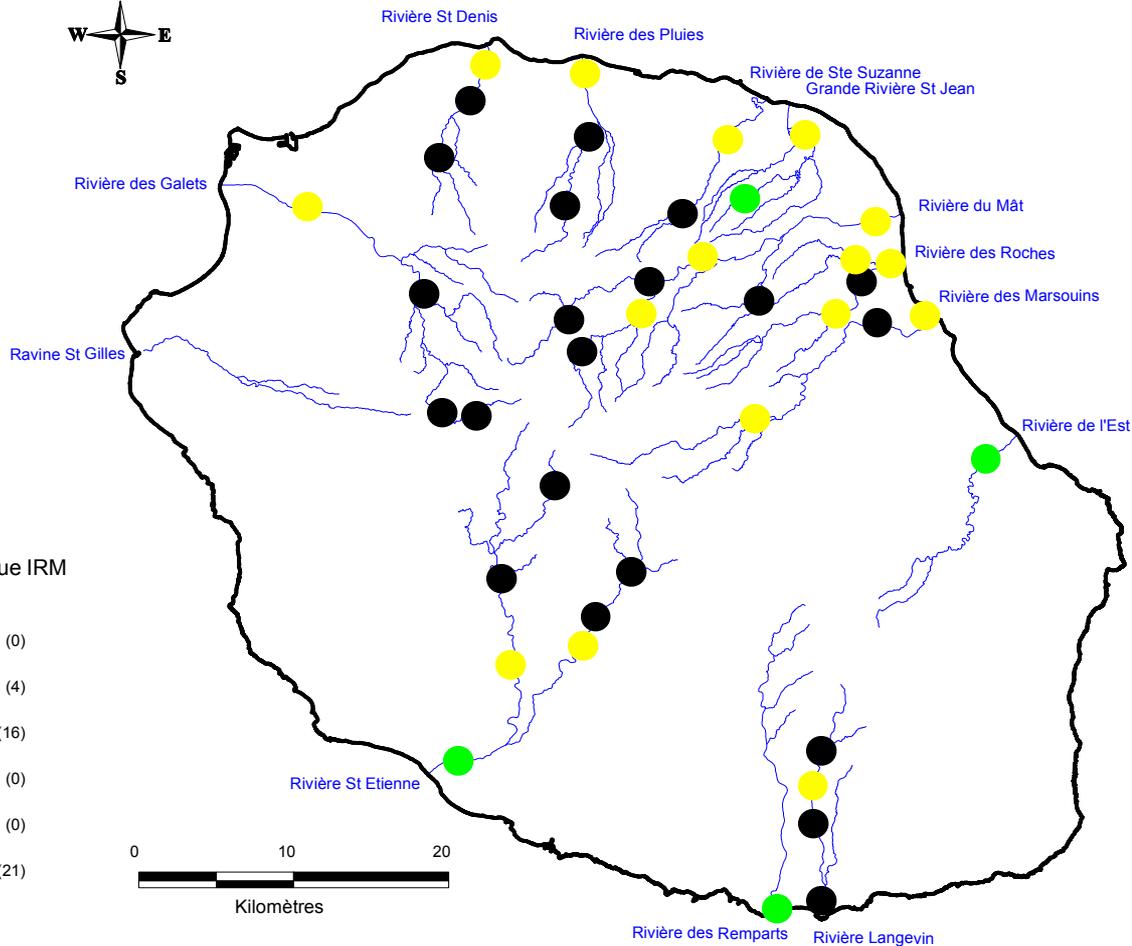




Classes d'état écologique IRM
Année 2010

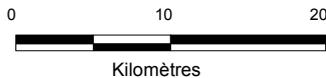
- 1 Très bon (0)
- [0,8 à 1[Bon (2)
- [0,6 à 0,8[Moyen (18)
- [0,4 à 0,6[Mauvais (0)
- [0 à 0,4[Très mauvais (0)
- Stations de référence (21)





Classes d'état écologique IRM
Année 2011

- 1 Très bon (0)
- [0,8 à 1[Bon (4)
- [0,6 à 0,8[Moyen (16)
- [0,4 à 0,6[Mauvais (0)
- [0 à 0,4[Très mauvais (0)
- Stations de référence (21)



Éléments de réflexion et propositions:

- La méthodologie d'élaboration de l'indice produit respecte les contraintes

D.C.E. :

- définition de la référence en relation avec une typologie,
 - calcul des écarts à la référence
 - Définition d'une grille de qualité (calculs d'E.Q.R. = valeur/valeur de référence)
-
- Variabilité naturelle partiellement prise en compte **mais** nécessité d'**apporter plus de valeurs de référence** (suivi long terme) : nb stations de référence faible, 4 ans → amélioration de la caractérisation et de **la variabilité des conditions de référence** et incidences sur les notes obtenues pour les stations test

Éléments de réflexion et propositions:

- La **qualité des données** (pressions) utilisées dans le cadre de la définition des stations de référence **pourrait être affinée.**
- la **répartition des stations dans les types** pose un problème, le **type de masses d'eau P62** (petits cours d'eau des cirques sous le vent) **ne possède pas de station « test »**, le **type MP64** (cours d'eau des versants sous le vent) **ne possède pas de station de référence**, le type MP63 présente le nombre maximum de stations de référence (n=7) et de stations « test » (n=12).



Revoir le plan d'échantillonnage