

Développement et mise au point **des indices biologiques** destinés à évaluer la qualité écologique des cours d'eau de la Réunion en accord avec les **exigences** de la **D.C.E.**

J.M. Olivier

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



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



Contexte réunionnais : macroinvertébrés benthiques – 2008-2011

- réalisation et traitement des **campagnes d'échantillonnages** des **macroinvertébrés**, **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**)
- caractérisation des modalités **de calcul de l'indice macroinvertébrés**,
- Expertise des différents indices (août 2013)
- **Proposition finale (IRM)**

Contexte réunionnais : poissons

- Un **réseau piscicole** défini avant la D.C.E. en relation avec des problématiques variées, un **nombre de stations** d'échantillonnage **réduit**
- **Un niveau de connaissance sur la biologie et l'écologie des espèces de poissons assez restreint** (→ choix des métriques biologiques)
- Pas de données **historiques** (= avant l'existence des pressions majeures)
- **Pas de stations de référence identifiées** : des pressions fortes sur les peuplements de poissons (pêches aux embouchures etc...)
- une première proposition d'indice « poissons » non D.C.E. compatible

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

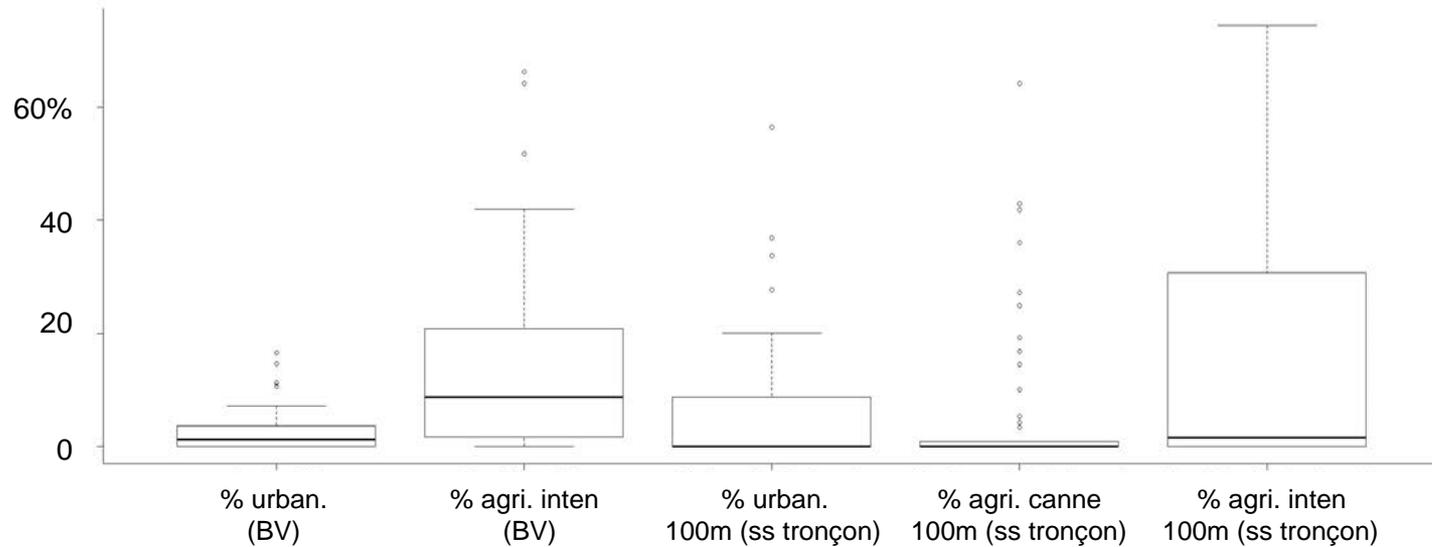
étape 1 : évaluation des pressions

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 1 : évaluation des pressions

Pressions liées à l'altération de la continuité écologique

« la continuité pour la montaison est fortement perturbée notamment pour les bouches rondes (*Sicyopterus lagocephalus*, *Cotylopus acutipinnis*), les anguilles et les poissons sans adaptation au franchissement (*Awaous commersoni*, *Eleotris* sp.), et de manière plus modérée pour le Chitte (*Agonostomus telfairii*) et le poisson plat (*Kuhlia rupestris*). » (rapport DEAL, 2011)

Stations	Type BV	Position	Hydro	Continuité biologique naturelle à la montaison					Continuité biologique aménagée à la montaison				
				Hydro-eco-2010	Cabots bouche ronde	Anguilles	Chitte	Kuhlia	Poissons divers	Cabots bouche ronde	Anguilles	Chitte	Kuhlia
LANG 1	1	intermédiaire	M61	2	2	4	4	3	4	2	4	4	3
LANG 2	1	intermédiaire	M61	2	3	4	4	4	4	3	4	4	4
LANG 3	1	amont	M61	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4
REMPART	1	aval	M61	1	1	1	1	1	4	3	2	3	4
STETIEN	1	aval	M62	1	1	1	1	1	4	2	2	3	3
BPLA 1	1	intermédiaire	M62	1	1	1	1	1	4	2	2	3	3
BPLA 2	1	intermédiaire	M62	1	1	1	1	1	4	2	2	3	3
GDBASS	1	amont	P62	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4
STGIL	3	intermédiaire	MP64	1	1	1	1	1	3	3	3	4	4
GAL 1	3	intermédiaire	M62	1	1	1	1	1	4	3	3	4	4
STDENIS	3	intermédiaire	MP63	1	1	1	1	1	4	3	3	4	4
PLUIES 0	1	aval	MP63	1	1	1	1	1	4	2	1	1	2
PLUIES	1	intermédiaire	MP63	1	1	1	1	1	4	2	1	1	2
STESUZ	2	aval	MP63	1	1	1	1	1	3	3	2	2	3
STJEAN	2	aval	MP63	1	1	1	1	1	4	2	1	1	2
STJEAN 1	2	aval	MP63	1	1	1	1	1	4	2	1	1	2
MAT 0	1	aval	M61	1	1	1	1	1	4	2	1	1	2
MAT 1	1	intermédiaire	M61	1	1	1	1	1	4	3	4	4	4
MAT 2	1	intermédiaire	P61	1	1	1	1	1	4	3	4	4	4
MAT 3	1	amont	P61	1	1	1	1	1	4	4	4	4	4
FLJA	1	amont	P61	1	1	1	1	1	4	4	4	4	4
ROC 1	2	aval	MP63	1	1	1	1	1	4	2	2	3	3
ROC 2	2	aval	MP63	1	1	1	1	1	4	2	2	3	3
BPAN 1	2	aval	MP63	1	1	1	1	1	4	2	2	3	3
BPAN 2	2	intermédiaire	MP63	1	1	1	1	1	4	2	2	3	3
MARS 1	1	Aval	MP63	1	1	1	1	1	4	2	1	1	2
MARS 2	1	intermédiaire	MP63	1	1	1	1	1	4	2	1	1	2
MARS 3	1	intermédiaire	MP63	1	1	1	1	1	4	2	1	1	2
EST	1	intermédiaire	MP63	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3



étape 2 : choix des stations de référence (**poissons**)

« **L'état de référence** d'un milieu aquatique est l'état dans lequel il serait **dans des conditions naturelles ou proches du naturel**, c'est à dire **non impactées** par les activités anthropiques. »

Cette notion est très différente de celle de biodiversité, puisque un milieu peut, par exemple, être naturellement pauvre, ou chargé en matières organiques et en azote, ou pauvre en oxygène.

Cette référence est donc obligatoirement **rapportée au type de milieu considéré**.

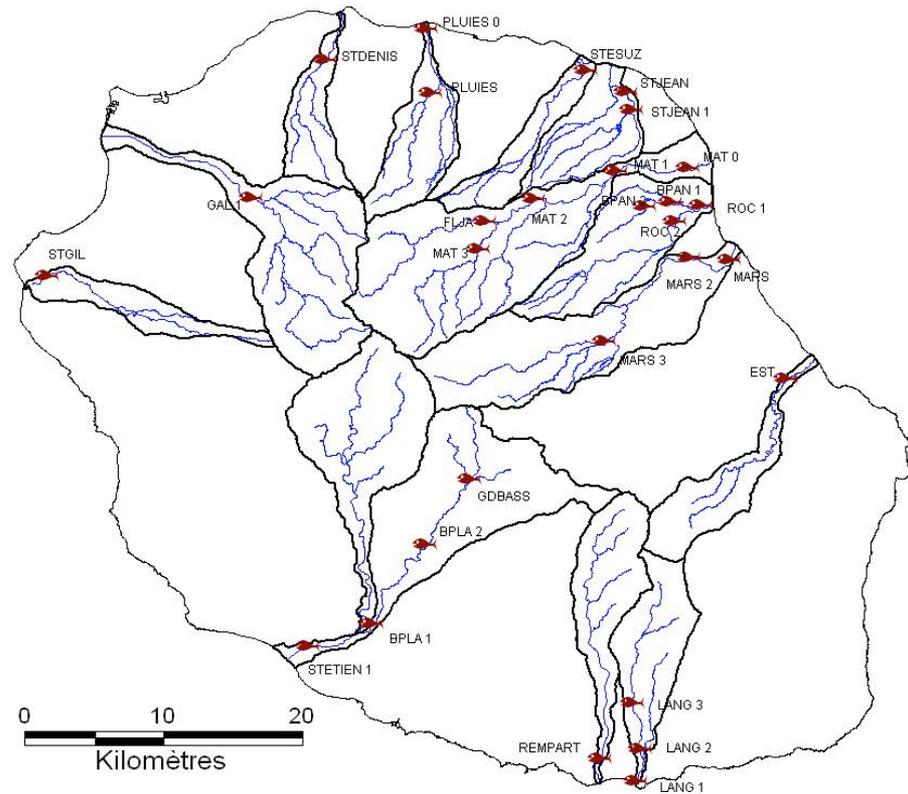
Sur le profil longitudinal d'un même hydrosystème les références pourront donc être très différentes entre les zones amont (ruisseaux, torrents), médianes (rivières moyennes de plaines ou de collines) et aval (grands cours d'eau).

Réseau piscicole

29 stations d'échantillonnage sur les 13 rivières pérennes de la Réunion

Une structuration amont-aval des peuplements : augmentation de la richesse spécifique et des densités vers l'aval

Des espèces migratrices amphihalines



étape 2 : choix des stations de référence (**poissons**)

Typologie :

2 types de cours d'eau :

- **les rivières de type cirques ou pseudo-cirques** (Pluies, Mât, Marsouins, Est, Langevin, Saint-Etienne, Saint-Denis, Saint-Gilles, Remparts, et Rivière des Galets),
- les « **rivières intermédiaires du nord** » (Sainte-Suzanne, Saint-Jean et Rivière des Roches).

3 zones longitudinales (caractéristiques géomorphologiques, altitude et présence d'obstacles au déplacement des poissons) :

- **zone aval** : zone qui ne présente pas d'obstacle majeur à la libre circulation des poissons depuis la mer,
- **zone intermédiaire** : matérialisée en aval par les premières ruptures de pente depuis l'embouchure ou la présence d'un cassé limitant la progression des espèces dotées des plus faibles capacités de montaison (ex. Rivière Langevin),
- **zone amont** : d'accès très limité pour la plupart des espèces, soit du fait de l'éloignement de la mer, soit par la présence d'obstacles difficilement franchissables

étape 2 : choix des stations de référence

Méthode

- Nécessité de **reclasser** certaines stations (pas de stations présentant des critères de stations de référence)
- **2 paramètres majeurs** : la **continuité écologique** et le **débit**
- **9 stations de référence** choisies en fonction des caractéristiques de continuité écologique **estimées en l'absence de pêcheries de bichiques au niveau des embouchures**

BV \ zone	Amont	Intermédiaire	Aval	Ref	Test
BV de type 1	4 (1)	11 (4)	8 (1)	6	17
BV de type 2		1 (1)	5(2)	3	3

étape 2 : choix des stations de référence

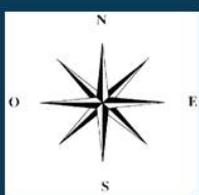
Méthode

Stations	Type BV	Position	Hydro	Continuité biologique aménagée à la montaison - sans pêcheries de bichiques				
				Hydro-eco-2010	Cabots bouche ronde	Anguilles	Chitte	Kuhlia
LANG 1	1	intermédiaire	M61	2	2	4	4	3
LANG 2	1	intermédiaire	M61	2	3	4	4	4
LANG 3	1	amont	M61	3	4	4	4	4
REMPART	1	aval	M61	2	3	2	3	4
STETIEN	1	aval	M62	2	2	2	3	3
BPLA 1	1	intermédiaire	M62	2	2	2	3	3
BPLA 2	1	intermédiaire	M62	2	2	2	3	3
GDBASS	1	amont	P62	2	4	4	4	4
STGIL	3	intermédiaire	MP64	3	3	3	4	4
GAL 1	3	intermédiaire	M62	3	3	3	4	4
STDENIS	3	intermédiaire	MP63	2	3	3	4	4
PLUIES 0	1	aval	MP63	1	1	1	1	1
PLUIES	1	intermédiaire	MP63	1	1	1	1	1
STESUZ	2	aval	MP63	2	3	2	2	3
STJEAN	2	aval	MP63	1	1	1	1	1
STJEAN 1	2	aval	MP63	1	1	1	1	1
MAT 0	1	aval	M61	1	1	1	1	1
MAT 1	1	intermédiaire	M61	2	3	4	4	4
MAT 2	1	intermédiaire	P61	2	3	4	4	4
MAT 3	1	amont	P61	2	4	4	4	4
FLJA	1	amont	P61	2	4	4	4	4
ROC 1	2	aval	MP63	2	2	2	3	3
ROC 2	2	aval	MP63	2	2	2	3	3
BPAN 1	2	aval	MP63	2	2	2	3	3
BPAN 2	2	intermédiaire	MP63	2	2	2	3	3
MARS 1	1	aval	MP63	1	1	1	1	1
MARS 2	1	intermédiaire	MP63	1	1	1	1	1
MARS 3	1	intermédiaire	MP63	1	1	1	1	1
EST	1	intermédiaire	MP63	3	3	3	3	3
				4	pas de changement/situation naturelle			
				3	pas de changement/situation naturelle			

note de continuité biologique au droit des stations d'échantillonnage du Réseau Piscicole de la Réunion en situation aménagée (actuelle) en faisant abstraction de la perturbation engendrée par les pêcheries de bichiques aux embouchures.

Les pêcheries de bichiques sont ici considérées comme des obstacles de type 4 (barrière quasi-totale) pour les bouches rondes (espèces cibles), de type 2 (impact modéré) pour les anguilles et les "Poissons divers".

Macroinvertébrés benthiques



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



étape 2 : choix des stations de référence : **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

- Discussion au cas par cas des valeurs retenues dans certains cas de figure (analyse détaillée)
- **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.**

étape 3 : choix des métriques biologiques macroinvertébrés

8 métriques retenues :

▪ 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**

▪ 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.

étape 3 : choix des métriques biologiques (poissons)

Conservation de 3 métriques biologiques

- densités en *Sicyopterus lagocephalus* (SIC)
- densités en *Cotylopus acutipinnis* (COA)
- densités en espèces accompagnatrices (dacc).

→ **hypothèse de variation** : une augmentation des pressions devrait entraîner **une diminution des densités**.

étape 3 : choix des métriques biologiques

Espèces accompagnatrices

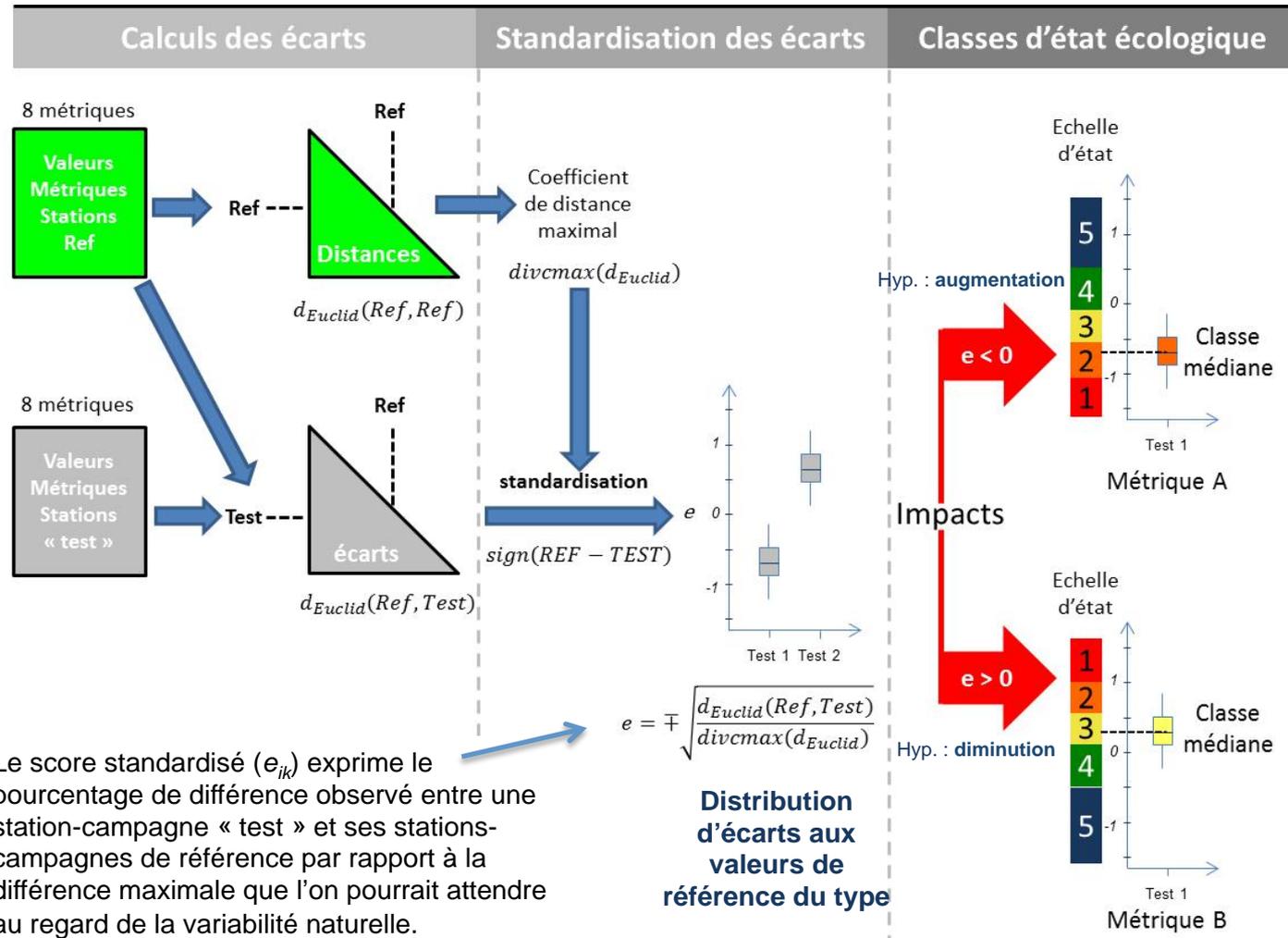
La liste varie en fonction de la position sur le gradient longitudinal :

- **Cours inférieur** : *Anguilla bicolor*, *Eleotris mauritiana*, *Kuhlia rupestris*, *Microphis brachyurus m.*, *Stenogobius polyzona*, *Agonostomus telfairii*, *Anguilla mossambica*,
- **Cours moyen** : *Agonostomus telfairii*, *Anguilla mossambica*, *Awaous commersoni*, *Eleotris fusca*
- **Cours supérieur** : *Anguilla mossambica*, *Anguilla marmorata*

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

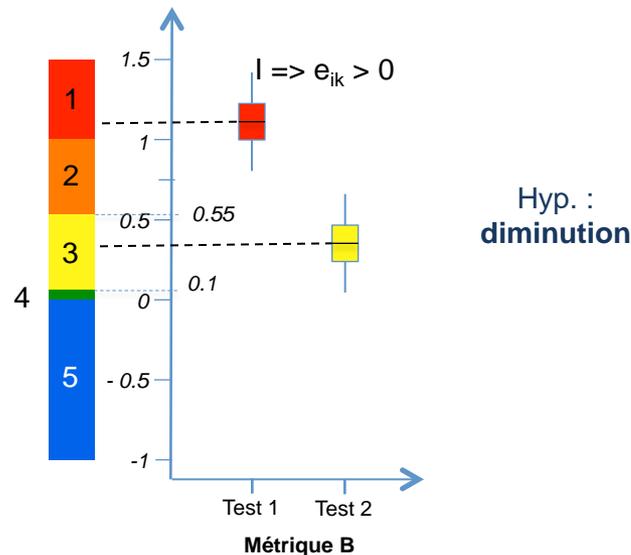
phase 3 : classes de qualité écologique

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

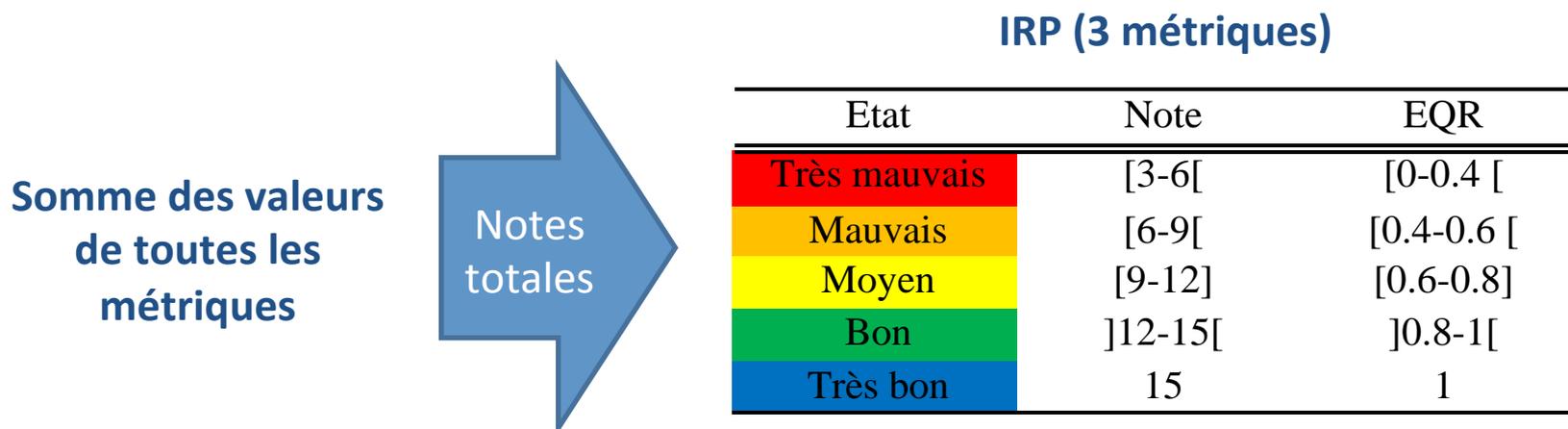
Réponse de la métrique

Etat	$e > 0$
Très mauvais	$]1, +\infty[$
Mauvais	$]0.55, 1]$
Moyen	$]0.1, 0.55]$
Bon	$]0, 0.1]$
Très bon	$] -\infty, 0]$

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



- 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.

EQR : Ecological quality ratio, écart à la référence

Analyse critique et améliorations potentielles

=> Méthodologie DCE

Pas d'**intercalibration** des indices développés pour la Réunion

L'intercalibration ou interétalonnage européen est un exercice imposé par la DCE, qui a pour objectif de valider la compatibilité des méthodes d'évaluation utilisées par les différents Etats-membres, d'harmoniser et d'ajuster le type de résultats et les valeurs qu'elles fournissent. Pour un niveau d'état équivalent, les méthodes des différents Etats-membres doivent fournir un résultat comparable en signification et en niveau d'évaluation (classification).

Analyse critique et améliorations potentielles

=> Données

Intensité de l'échantillonnage dans le cadre du RP => nécessité d'**apporter plus de valeurs de référence**, la variabilité des métriques biologiques en condition de référence doit être bien caractérisée => suivis long terme.

Analyse critique et améliorations potentielles

=> constat

- **Version 1** de l'indice (contrainte DCE) : **à améliorer.**
- **Difficulté d'interprétation des notes** dans certains cas : problème de l'interprétation de la valeurs des écarts à la référence, **plusieurs causes...**

Analyse critique et améliorations potentielles

=> Référence

1 problème majeur : **déclassement** actuel des stations de référence à cause des problèmes **d'altération généralisée de la continuité écologique** des rivières → chercher des solutions pour améliorer la qualité des stations de référence (**rétablissement de la continuité, hydrologie...**)

L'exploitation des espèces au niveau des embouchures constitue une pression importante et induit **probablement** une **altération majeure** de la qualité des peuplements des secteurs situés en amont) => à démontrer/évaluer

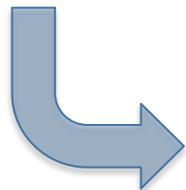
Nécessité de connaître :

- la **dynamique de colonisation** depuis les embouchures pour les différentes espèces (**flux**), **phénologie**,
- **les capacités de montaison** des différentes espèces (SIC, COA et esp. Acc.),
- **les facteurs qui influent sur la dynamique de progression** vers l'amont (facteurs abiotiques vs facteurs biotiques)

Nécessité de connaître :

- la **dynamique de colonisation** depuis les embouchures pour les différentes espèces (**flux**), **phénologie**,
- **les capacités de montaison** des différentes espèces (SIC, COA et esp. Acc.),
- **les facteurs qui influent sur la dynamique de progression** vers l'amont (facteurs abiotiques vs facteurs biotiques)

=> Solution à envisager : libérer partiellement ou totalement plusieurs embouchure(s) de la pression de pêche...



Mise en place sur la Rivière du Mât

Améliorations potentielles : amélioration des connaissances

=> Structuration des peuplements

Nécessité de mieux comprendre :

- **la part des facteurs locaux** (qualité de l'habitat, capacité d'accueil, pollutions...) **dans la structuration des peuplements en rivière**
- **La part de facteurs plus régionaux** (densités de larves en mer, influence des courants sur la colonisation par les post-larves...)
- **les interactions potentielles entre ces deux types de facteurs**

=> densités en rivière

Améliorations potentielles : amélioration des connaissances, pressions- impacts

Nécessité de mieux **caractériser les relations habitats-entités biologiques** (espèces, stades développement) **afin de quantifier l'impact des pressions** (i.e. les facteurs écologiques structurants modifiés par les activités humaines) pour l'ensemble des entités biologiques prises en compte

Améliorations potentielles : amélioration des connaissances, pressions- impacts

Nécessité de mieux **caractériser les relations habitats-entités biologiques** (espèces, stades développement) **afin de quantifier l'impact des pressions** (i.e. les facteurs écologiques structurants modifiés par les activités humaines) pour l'ensemble des entités biologiques prises en compte

⇒ Relations pressions – impacts (sensibilité des métriques)
⇒ Leviers pour la restauration => amélioration de la qualité écologique

Problème général dans les DOM



Recommandations issues du travail du GT « Amphihalins dans les DOM insulaires » 2015

Pertinence et faisabilité d'une bioindication DCE basée sur les Poissons et Macrocrustacés dans les DOM insulaires



Partenariat 2014 – R&D outre-mer- expertise bioindication amphihalins dans les DOM insulaires

Pertinence et faisabilité d'une bioindication DCE basée sur les Poissons et Macrocrustacés dans les DOM insulaires

Contribution 2014 du Groupe de Travail « Amphihalins dans les DOM insulaires »

Rapport final

Coordinateur / rédacteur

Tony ROBINET (MNHN)

Contributeurs

Raphaël LAGARDE (ARDA/Université de La Réunion/IRD)

Olivier MONNIER (ONEMA)

Dominique MONTI (Université Antilles Guyane)

Julien RINGELSTEIN (MNHN)

Marie ROBERT (Parc National de la Guadeloupe)

Nils TEICHERT (ARDA/IRSTEA)

Mars 2015

Des propositions :

- **La définition des conditions de référence** : « *le Groupe de Travail propose de poser comme référence , **non pas des situations existantes, mais l'intégrité de fonctions écologiques** que remplissent les rivières vis-à-vis des amphihalins : assurer la continuité écologique de l'estuaire à l'amont, offrir qualité et diversité des habitats, permettre un bon succès reproducteur et l'échappement à la mer. »....*
*« Leur mise en œuvre modifie peu les protocoles des suivis actuels, **mais nécessite des acquisitions complémentaires de données et de connaissances biologiques, puis des travaux de modélisation et de calibration, afin d'aboutir à l'agrégation des métriques pertinentes** en un indicateur opérationnel et standardisé inter-DOM à l'horizon 2020. »*

Des propositions :

- **Les métriques candidates** : « *Parmi les métriques sélectionnées, celles décrivant la typologie des peuplements et la structure en classes de tailles d'espèces-index sont proposées comme prioritaires... Les principales pressions intégrées sont les atteintes à la qualité des habitats et à la continuité écologique vis-à-vis des Amphihalins, dont il faudra récupérer et standardiser les données. Les conditions de références seront fixées à dire d'experts* »

Types de métriques	Métriques potentielles	Conditions de référence associées aux métriques	Pressions visées				
			Compétition espèces non-natives	Atteinte continuité écologique	Modification des habitats	Mortalités anthropiques	Pressions chimiques
Typologie des peuplements	(plusieurs métriques, à préciser ultérieurement)	Les assemblages d'espèces sont naturels dans chaque secteur typologique	•	•	•	•	?
Structure en tailles	Front de colonisation	Les recrues accèdent librement aux habitats de croissance.	•	•	•	•	?
	Distribution longitudinale des tailles	La répartition des tailles le long du bassin n'est pas perturbée par des obstacles	•	•	•	•	?
	Amortissement des cohortes (Z)	Les abondances par classe de taille sont conformes au potentiel d'accueil naturel du secteur typologique	•	•	•	•	?
	Proportion de reproducteurs	Les populations locales montrent une proportion de reproducteurs en conformité avec le potentiel naturel du secteur typologique	•	•	•	•	?
Etat sanitaire	Charge parasitaire, virale, bactérienne et en contaminants chimiques	L'état sanitaire des populations n'est pas significativement altéré par les activités humaines					•
Production larvaire	Abondance en larves dévalantes	La masse d'eau participe à la reproduction des espèces en conformité avec son potentiel écologique	•	•	•	•	•

Type de métriques	Typologie des peuplements
Métriques pressenties	Les métriques seront inspirées de l'IBI et adaptées aux assemblages locaux (Karr 1991, Kido 2013, travaux Guadeloupe). Elles sont basées sur les abondances spécifiques (juvéniles probablement à exclure).
Conditions de référence	A modéliser à partir des données actuelles, historiques ou sur une île proche.
Connaissances biologiques nécessaires	<ul style="list-style-type: none"> - preferenda d'habitat par espèce et par stade ; - sensibilité des espèces à l'état écologique de l'habitat et de la masse d'eau ; - capacités de franchissement des différentes espèces ; - reconstruction des abondances historiques.
Méthodologies à développer	<ul style="list-style-type: none"> - éviter la colinéarité entre métriques biologiques ; - clusterisation des assemblages « naturels » pour une sectorisation typologique ; - connaissance des %CV ; - recherche des réponses aux pressions ; - saison-index et prise en compte des crues cycloniques.
Améliorations à apporter aux suivis existants	<ul style="list-style-type: none"> - Réseau actuel à compléter ? Pêche/braconnage = pression ? - Paramètres biologiques suivis: tailles et poids ; - Cahier des charges à standardiser entre les DOM insulaires.

Type de métriques	Structure en tailles des espèces-index
Métriques pressenties	<ul style="list-style-type: none"> - Front de colonisation - Amortissement des cohortes (Z) - Répartition longitudinale des structures en tailles - Proportion de reproducteurs
Conditions de référence	<ul style="list-style-type: none"> - Les individus accèdent librement aux habitats de croissance - Les abondances par classe de taille sont conformes au potentiel d'accueil naturel de la masse d'eau - La répartition des tailles le long du bassin n'est pas perturbée par des obstacles - La proportion de reproducteurs est maximale et correspond à une situation non impactée
Connaissances biologiques nécessaires	<ul style="list-style-type: none"> - Dynamique de montaison fluviale des espèces-index (données existantes et suivis complémentaires) - Représentativité de l'échantillonnage - Taux de croissance min et max des espèces-index en milieu naturel (idéalement clef taille-âge) - Relations habitat-espèce-stade - Y a-t-il des effets densité-dépendance ? - Relation entre franchissabilité des obstacles à la migration et la taille individuelle chez les espèces-index - Taille à 1^{ère} maturité des espèces-index
Méthodologies à développer	<ul style="list-style-type: none"> - Méthode de lecture de la structure en cohortes à développer
Améliorations à apporter aux suivis existants	<ul style="list-style-type: none"> - Mesures systématiques des tailles individuelles des espèces-index, en quantité suffisante

Type de métriques	Etat sanitaire des espèces-index
Conditions de référence	L'état sanitaire des populations n'est pas significativement altéré par les activités humaines
Métriques pressenties	<ul style="list-style-type: none"> - Métrique sanitaire à partir des codes "pathologie" - Coefficient de condition corporelle (poissons)
Connaissances biologiques nécessaires	<p>Hors d'atteinte pour les métriques analytiques</p> <p>Déjà +/- acquises pour les métriques proxy</p>
Méthodologies à développer	- Adaptation des codes "pathologie" aux DOM insulaires
Améliorations à apporter aux suivis existants	<ul style="list-style-type: none"> - Fiches « codes pathologie », photographies des individus malades - Mesure des poids individuels sur un petit nombre d'individus chez les espèces index

Dans un premier temps : travailler pour une V2 de l'indice

- Poursuivre le travail de caractérisation et de quantification pressions à différentes échelles
- Poursuivre les travaux d'acquisition de connaissances sur les déplacements des poissons (montaison, dévalaison en lien avec la problématique de continuité écologique)
- Établir des modèles d'habitats pour les espèces autres que les bouches-rondes
- Poursuivre les travaux d'acquisition de connaissance sur la biologie et la dynamique des populations
- Revoir la typologie des cours d'eau (=> R. Lagarde Chap.1)
- Travailler sur **une nouvelle sélection de métriques et tester leur sensibilité aux pressions** (=> interprétation des variations des valeurs des métriques – écart à la référence et *in fine* de la valeur de l'indice)
- ...



Merci de votre attention