



## Conception d'indices de bio-évaluation de la qualité écologique des rivières de l'île de La Réunion à partir des poissons et macrocrustacés et des invertébrés benthiques.



Rivière Fleurs Jaunes, Cirque de Salazie

*Mai 2012*

### Évaluation des pressions dans les rivières de La Réunion pour l'établissement des indices de bio-indication macroinvertébrés et poissons

*Maxence Forcellini, Henri Grondin, Chloé Mathieu, Nicolas Péru, Marine Richarson, Pierre Sagnes, Philippe Usseglio-Polatera et Pierre Valade*

*Sous la direction scientifique de Sylvie Méricoux et Jean-Michel Olivier*

Convention de recherche et développement. Office de l'eau de la Réunion-CNRS.  
Programme d'étude et de recherche 2008-2011.



UMR CNRS 5023, Laboratoire d'écologie des hydrosystèmes naturels et anthropisés  
43 Boulevard du 11 Novembre 1918 69622 Villeurbanne Cedex.

## SOMMAIRE

<b><u>1</u></b>	<b><u>QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE DES COURS D'EAU</u></b>	<b><u>3</u></b>
<b><u>2</u></b>	<b><u>PRESSIONS HYDROLOGIQUES</u></b>	<b><u>5</u></b>
<b><u>3</u></b>	<b><u>PRESSIONS LIEES A L'OCCUPATION DU SOL</u></b>	<b><u>5</u></b>
<b><u>4</u></b>	<b><u>PRESSIONS LIEES A L'ALTERATION DE LA CONTINUTE ECOLOGIE DES COURS D'EAU</u></b>	<b><u>8</u></b>

L'évaluation de la qualité écologique des cours d'eau à travers l'utilisation d'indices biologiques est basée sur la mesure d'écart à des valeurs calculées dans des stations de référence quasiment exemptes d'impacts des activités humaines. Le choix des stations de référence pour le calcul des indices repose sur l'appréciation des pressions d'origine anthropique qui s'exercent sur les bassins versants.

La colonisation récente de l'Île de la Réunion et l'exploitation des milieux aquatiques présents en quantités restreintes ont conduit à une altération importante de l'intégrité amont-aval des rivières.

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, paramètre essentiellement utilisé pour la construction de l'indice basé sur les peuplements de poissons.

## 1 Qualité physico-chimique des cours d'eau

Les données utilisées pour caractériser les stations ont été fournies par l'OLE (SEQ Eau).

Les paramètres utilisés pour caractériser les pressions physico-chimiques sont :

- 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)

Les classes de qualité sont consignées dans le tableau 1.

Tableau 1 : classes de qualité physico-chimique pour l'ensemble des stations d'échantillonnage des macroinvertébrés et des poissons. Les valeurs indiquées en rouge sont des valeurs estimées (à partir des données disponibles sur les autres stations les plus proches). La signification des codes utilisés (classes de qualité) est la suivante : 1 : très mauvaise, 2 : mauvaise, 3 : passable, 4 : bonne, 5 : très bonne.

Source	Stations éch. Macroinv.	Stations éch. poissons	Code Sandre	Mat. Org. et Oxyd.	Mat. Azot. hors NO3	Nitrates	Phosphore	Mat en susp	Acidification	Pesticides
SEQ	BEN		10606520	3	4	5	4	5	4	5
SEQ	CIL1		10600170	4	4	5	4	5	3	5
SEQ	CIL2		10600180	4	4	5	3	5	4	5
SEQ	EST	RP-EST	10050180	4	4	5	1	5	5	4
	FJA1		10206130	5	5	5	5	5	5	5
SEQ	FJA2	RP-FLJA	10206180	3	3	4	4	4	4	5
	GAL1		10400120	3	4	5	4	4	4	5
	GAL2		10400140	3	4	5	4	4	4	5
SEQ	GAL3		10400180	4	4	5	3	4	3	5
		RP-GAL1	10410125	4	4	5	3	4	3	5
SEQ	GAL4		10410150	3	3	5	3	5	3	4
	LAN1		10015225	5	5	5	5	5	5	5
	LAN2		10010140	5	5	5	5	5	5	5
SEQ	LAN3	RP-LANG 3	10010150	3	3	4	2	5	5	5
SEQ		RP-LANG2	10010180	3	3	5	4	5	4	5
SEQ	LAN4		10010185	3	3	5	4	5	4	5
SEQ		RP-LANG 1	10010190	3	3	5	4	5	4	5
SEQ	LIA		10215510	3	3	5	4	4	5	5
SEQ	MAR1		10120110	3	3	4	4	5	3	5
	MAR2		10120140	5	5	5	5	5	5	5
		RP-MARS 3	10120150	5	5	5	5	5	5	5
SEQ	MAR3	RP-MARS 2	10120170	3	3	5	4	5	4	3
SEQ	MAR4	RP-MARS 1	10120180	3	3	5	3	5	4	3
SEQ	MAT1		10200110	3	3	5	3	5	4	5
SEQ	MAT2	RP-MAT 3	10200180	3	3	5	3	4	4	5
SEQ	MAT3	RP-MAT 2	10200190	3	3	4	3	4	4	5
		RP-MAT 1	10220110	3	3	4	3	4	4	5
SEQ	MAT4	RP-MAT 0	10220180	3	3	4	2	2	4	3
		RP-BPAN 2	10136550	4	4	4	3	4	5	2
SEQ	PAN2	RP-BPAN1	10136250	4	4	4	3	4	5	2
		RP-GDBASS	10610210	5	5	5	5	5	5	5
	PLA1		10610210	5	5	5	5	5	5	5
	PLA2		10610240	5	5	5	5	5	5	5
SEQ	PLA3	RP-BPLA 2	10610250	4	4	4	4	4	4	5
		RP-BPLA 1	10610290	4	4	4	4	4	4	5
KR	PLU1		10310812	5	5	5	5	0	4	5
SEQ	PLU2	RP-PLUIES	10310830	4	4	5	2	4	4	5
SEQ	PLU3	RP-PLUIES 0	10310890	4	4	5	2	4	4	4
SEQ		RP-REM	10000175	4	3	5	2	5	4	4
SEQ	REM		10000190	4	3	5	2	5	4	4
	ROC1		10135508	4	4	5	4	5	5	5
SEQ	ROC2	RP-ROC 2	10130460	3	3	5	4	5	5	2
SEQ	ROC3	RP-ROC 1	10130480	3	3	5	4	5	5	2
KR	SDE1		10320310	4	4	5	4	5	4	5
SEQ	SDE2	RP-STDENIS	10320350	4	4	5	4	5	4	5
SEQ	SDE3		10320380	4	4	5	2	5	4	4
SEQ	SET	RP-STETIEN	10610160	4	4	5	2	5	4	4
SEQ	SGI	RP-STGIL	10510550	3	3	3	4	5	5	4
SEQ	SJE1		10300110	3	3	5	3	5	5	5
		RP-STJEAN1	10300170	4	4	5	3	5	5	1
SEQ	SJE2	STJEAN	10300180	4	4	5	3	5	5	1
SEQ	SSU1		10300215	3	4	5	4	5	5	5
SEQ	SSU2		10300240	4	4	5	1	4	5	2
SEQ		RP-STESUZ	10300280	4	4	5	1	4	5	2

L'évaluation de la qualité pour les micropolluants (pesticides uniquement) est réalisée à partir du nombre de détections de concentrations supérieures à 0,1µg/l. (75 substances recherchées).

Les classes de qualité déclassantes sont les classes 1 et 2.

## 2 Pressions hydrologiques

Le débit au niveau de la station d'échantillonnage est un facteur important conditionnant à la fois la qualité et la disponibilité de l'habitat hydraulique pour les organismes aquatiques. A la Réunion, la gestion de la ressource en eau est une préoccupation majeure du fait du faible nombre de cours d'eau permanents, de l'hétérogénéité de cette ressource en fonction des bassins versants et de l'occupation du territoire par les populations. De ce fait, les prélèvements sur les cours d'eau peuvent être très importants et constituer une pression conséquente. L'impact de cette pression est quantifié à l'aide de la valeur du ratio  $R = \text{débit mesuré} / \text{débit théorique sans prélèvement}$ . Cinq classes d'impact ont été définies :

- $80\% \leq R$  : 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)

Ces valeurs ont été calculées par K. Ruffié (2010)<sup>1</sup> dans le cadre d'un travail de Master 2 et validées par l'Office de l'Eau de la Réunion. "Les données utilisées proviennent principalement des bilans hydrologiques effectués par l'Office de l'Eau depuis l'étiage 1997. Les quantités d'eau prélevées proviennent des déclarations de prélèvement dans le milieu naturel, dans le cadre de la perception de la redevance du même nom par l'OLE, pour les années 2004 à 2008. Le détail pour chaque captage a permis de calculer un volume moyen prélevé par an, qui a ensuite été transformé en l/s" (Ruffié, 2010). Les valeurs de R prises en compte sont des valeurs d'étiage (septembre à décembre) moyennes calculées sur la période 2000-2009. Les valeurs de R considérées comme **déclassantes** sont celles  $< 60\%$  (3 dernières classes).

## 3 Pressions liées à l'occupation du sol

La démarche est issue de celle adoptée en métropole (Usseglio-Polatera et Mondy, 2011)<sup>2</sup>.

Certaines variables sont calculées à l'échelle du bassin versant (surface du bassin versant en amont de la station d'échantillonnage) et d'autres à l'échelle du tronçon ou du sous-tronçon. Dans ce dernier cas, la procédure de calcul de la longueur du cours d'eau en amont de la station d'échantillonnage à prendre en compte dans l'évaluation de la taille du sous-tronçon est fonction du rang de Strahler du cours d'eau au niveau de la station d'échantillonnage (rang 1 : 2500m, rang 2 : 3500m, rang 3 : 5000m, rang 4 : 7500m, rang 5 : 11500m, rang 6 : 17000m, rang 7 : 25000m, rang 8 : 40000m). Les rangs de Strahler ont été définis pour chaque station d'échantillonnage (H. Grondin, ARDA).

---

<sup>1</sup> Ruffié Karoline (2009) Caractérisation et quantification des impacts ayant une incidence sur les peuplements de poissons, de macrocrustacés et de macroinvertébrés dans les rivières de l'Île de la Réunion. Mémoire de Master Environnement et Aménagement GESMARE 2<sup>ème</sup> année option Hydrobiologie.

<sup>2</sup> Usseglio-Polatera, P. & Mondy, C. (2011) "Invertébrés benthiques : métriques biologiques, conditions de référence, méthodes de bioindication, système-expert", Rapport au Ministère de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement. (Février, 2011) UPV-Metz - LIEBE – UMR-CNRS 7146

Pour chaque station d'échantillonnage (macroinvertébrés et poissons), les valeurs suivantes ont été calculées à partir des données de Corine Land Cover. Ainsi ont été quantifiés les pourcentages :

- à l'échelle du bassin versant :
  - de surface urbanisée
  - de surface en agriculture intensive
  - de surface en zone naturelle
  - de surface en couverture forestière
  - de surface en couverture forestière+ zone naturelle
  
- à l'échelle du tronçon ou du sous-tronçon :
  - de surface urbanisée dans une zone de 100m de part et d'autre du lit mineur
  - de surface en agriculture intensive de canne a sucre dans une zone de 100m de part et d'autre du lit mineur
  - de surface en agriculture intensive dans une zone de 100m de part et d'autre du lit mineur
  - de surface en zone naturelle dans une zone de 100m de part et d'autre du lit mineur
  - de surface en couverture forestière dans une zone de 100m de part et d'autre du lit mineur
  - de surface en zone naturelle et couverture forestière dans une zone de 100m de part et d'autre du lit mineur

Les variables d'occupation de l'espace sont issues de regroupements de modalités définies dans Corine Land Cover, définis en concertation avec l'OLE et listés ci-dessous :

#### *Zone urbanisée*

- 111 : Tissu urbain continu
- 112 : Tissu urbain discontinu
- 121 : Zones industrielles et commerciales
- 132 : Décharges
- 133 : Chantiers
- 141 : Espaces verts urbains
- 142 : Equipements sportifs et de loisirs

#### *Agriculture intensive*

- 222 : Vergers et petits fruits
- 224 : Canne à sucre
- 225 : Bananeraies
- 231 : Prairies
- 241 : Cultures annuelles associées aux cultures permanentes
- 242 : Systèmes cultureux et parcellaires complexes
- 243 : Surfaces essentiellement agricoles, interrompues par des espaces naturels importants
- 244 : Territoires agro-forestiers
- 321 : Pelouses et pâturages naturels

#### *Périmètre irrigué*

- 212 : Périmètres irrigués en permanence

#### *Couverture Forestière*

- 311 : Forêts de feuillus
- 312 : Forêts de conifères
- 313 : Forêts mélangées
- 324 : Forêt et végétation arbustive en mutation

#### *Zone naturelle*

- 511 : Cours et voies d'eau
- 512 : Plans d'eau

513 : Cours et voies d'eau temporaires  
 333 : Végétation clairsemée  
 323 : Végétation sclérophylle  
 322 : Landes et broussailles

Les distributions des valeurs de ces variables dans l'ensemble des stations (macroinvertébrés et poissons) montrent globalement que la pression des activités humaines en termes d'urbanisation et d'agriculture intensive, soit à l'échelle du bassin versant en amont des stations, soit à l'échelle du tronçon ou du sous-tronçon dans une zone de 100m de part et d'autre du lit mineur restent majoritairement **faibles** (figure 1 et tableau 2). Les pourcentages les plus élevés concernent l'agriculture intensive avec 75% des valeurs inférieures à 20% à l'échelle du bassin versant et inférieures à 30% à l'échelle du sous-tronçon.

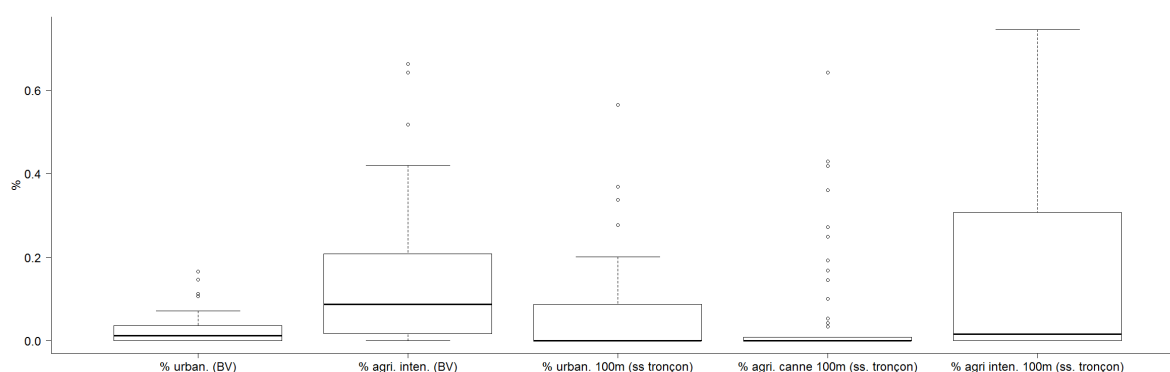


Figure 1 : distributions (box-plots) des valeurs des métriques d'occupation du sol potentiellement impactantes pour toutes les stations d'échantillonnage (macroinvertébrés et poissons)

Tableau 2 : Valeurs de quelques paramètres de description des données de 5 paramètres d'occupation du sol potentiellement générateurs d'impacts dans les rivières de la Réunion (toutes stations confondues – macroinvertébrés et poissons). 1 : % du BV urbanisé, 2 : % du BV en agriculture intensive, 3 : % d'urbanisation dans une zone de 100m de part et d'autre du lit min échelle sous-tronçon, 4 : % en agriculture intensive de canne à sucre dans une zone de 100m de part et d'autre du lit min échelle sous-tronçon, 5 : % en agriculture intensive dans une zone de 100m de part et d'autre du lit min échelle sous-tronçon.

	1	2	3	4	5
Min	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Max	16,6%	66,2%	56,5%	64,2%	74,5%
Médiane	1,2%	8,7%	0,0%	0,0%	1,6%
Moyenne	2,5%	13,5%	5,8%	5,8%	15,9%

Le tableau 3 (en Annexe) présente les valeurs des paramètres pour les 3 types de pression (physico-chimie, hydrologie et occupation du sol) pour l'ensemble des stations d'échantillonnage des macroinvertébrés et des poissons.

Il est très difficile d'établir une correspondance entre des valeurs de proportions d'occupation du sol par des activités potentiellement impactantes et un niveau d'impact sur la structure des peuplements de macroinvertébrés (difficulté de définir des limites de classes comme pour les autres types de pression). Suite à l'examen des valeurs mesurées, nous avons choisi arbitrairement de fixer la limite entre des valeurs impactantes et des valeurs non-

impactantes comme suit :

- pourcentage d'urbanisation à l'échelle du bassin versant en amont de la station : 15%
- pourcentage de surface en agriculture intensive à l'échelle du bassin versant en amont de la station : 15%
- pourcentage d'urbanisation en amont de la station à l'échelle du tronçon ou du sous-tronçon : 10%
- pourcentage de surface en agriculture de canne à sucre à l'échelle du tronçon ou du sous-tronçon : 10%
- pourcentage de surface en agriculture intensive à l'échelle du tronçon ou du sous-tronçon : 10%

## **4 Pressions liées à l'altération de la continuité écologie des cours d'eau**

La DEAL Réunion a missionné le groupement de bureaux d'études ANTEA GROUP –OCEA CONSULT' – HYDRETTUDES – ECOGEA pour réaliser une évaluation de la continuité écologique (hydraulique, morphologique, biologique et trophique) des 13 rivières pérennes de la Réunion<sup>3</sup>.

Parmi ces divers objectifs, cette étude propose la réalisation d'un inventaire des obstacles à la continuité et la réalisation d'un diagnostic de l'état des milieux et la définition de l'aire de colonisation des espèces de poissons.

L'étude identifie 8 types d'ouvrages et aménagements susceptibles d'altérer la continuité écologique des cours d'eau :

- les captages : (irrigation, alimentation en eau potable...)
- les ouvrages hydroélectriques
- les radiers : ouvrages permettant le franchissement des véhicules hors d'eau, constitués de dispositifs hydrauliques (buses...)
- les seuils sans prélèvement (ouvrage fixe ou mobile qui barre tout ou une partie du lit mineur)
- les endiguements
- les chutes naturelles (dénivellation brusque, dénivelé > 1,5 m)
- les assecs : tronçons sans écoulement superficiel
- les pêcheries à bichiques : espace aménagé afin d'y faciliter la pêche aux bichiques (larves de bouches-rondes remontant les embouchures).

Les espèces de poissons et de macrocrustacés indigènes étant des organismes diadromes, les conditions de survie et le maintien de ces espèces dans les rivières réunionnaises dépendent largement des possibilités de circulation le long du gradient longitudinal des cours d'eau. Ainsi ces espèces sont-elles de bons indicateurs de l'intégrité de la continuité écologique des cours d'eau.

L'étude sur la continuité écologique propose un diagnostic de la franchissabilité des obstacles en tenant compte des capacités biologiques connues ou estimées des différentes espèces ciblées (capacités de franchissement, nage, saut, reptation, ventousage), de

---

<sup>3</sup> 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.



paramètres physiques et hydrauliques au niveau des ouvrages et de la connaissance de la structure des peuplements en amont des obstacles qui renseigne sur les capacités de montaison des espèces.

Le texte ci-dessous est extrait du rapport sus-cité (phase 2).

.....

La continuité biologique au droit des obstacles a été abordée au travers de 7 groupes d'espèces à la montaison et de 4 groupes d'espèces à la dévalaison. Les groupes d'espèces à la dévalaison sont moins nombreux car les espèces amphidromes pour lesquelles la dévalaison est effectuée par des larves sont considérées comme un unique groupe.

- *Groupes d'espèces pour la montaison (7) :*
  - Bouche rondes (*Sycyopterus lagocephalus* et *Cotylopus acutipinnis*),
  - Anguilles (*Anguilla* sp.),
  - Chitte (*Agonostomus telfairii*),
  - Poisson plat (*Kulhia. rupestris*),
  - Poissons sans adaptation ou capacité de saut (*Awaous commersoni*, *Eleotris* sp., ...),
  - Chevaquines (*Atyoida serrata*) à la montaison,
  - Macrocrustacés hors chevaquines à la montaison (*Caridina* sp., *Macrobrachium* sp., *Varuna litterata*),
  
- *Groupes d'espèces / Stades pour la dévalaison (4) :*
  - Larves d'espèces amphidromes de type bouches rondes, *A. commersoni*, *Eleotris* sp.,
  - Anguilles argentées (*Anguilla* sp.),
  - Poissons de « grande taille » (*A. telfairii* et *K. rupestris*)
  - Macrocrustacés adultes du genre *Macrobrachium*

L'état de franchissabilité des obstacles a été défini en classes prenant en compte à la fois la variabilité des capacités de nage pour une espèce ou un groupe d'espèces donné, ainsi que la variabilité des conditions hydrauliques et hydrologiques en période de migration au niveau des obstacles donnés.

Au final, il a été décidé de définir les 4 classes de franchissabilité suivantes :

➤ **Classe 1 : Barrière franchissable (valeur : 1)**

La barrière ne représente pas un obstacle vraiment notable aux espèces-cibles/stades, ou aux groupes d'espèces, et la plus grande partie de la population devrait passer pendant la plus grande partie de la période de migration. Cela ne signifie pas que la barrière n'occasionne aucun retard à la migration ou qu'absolument tous les individus franchissent l'ouvrage.

➤ **Classe 2 : Barrière partielle à impact modéré (valeur : 2)**

La barrière constitue un obstacle significatif aux espèces-cibles/stades, ou aux groupes d'espèces, mais la majeure partie de la population parvient à passer ; ou bien la barrière demeure franchissable une partie significative du temps.

➤ **Classe 3 : Barrière partielle à fort impact (valeur : 3)**

La barrière représente un obstacle important aux espèces-cibles/stades, ou aux groupes d'espèces, mais une faible partie de la population parvient à passer ; ou bien la barrière est infranchissable une grande partie du temps. Les buses représentent un bon exemple de barrières

partielles à plus ou moins fort impact si elles bloquent les individus durant les périodes d'étiage ou lors des crues.

➤ **Classe 4 : Barrière totale ou quasi totale (valeur : 4) :**

Les espèces-cibles/stades, ou groupes d'espèces ne peuvent franchir l'obstacle ou alors seuls quelques individus arrivent à franchir le site mais de manière anecdotique (ex : chute infranchissable sans dispositif de franchissement).

### **Méthodologie d'évaluation de la continuité biologique**

Sur ces bases, il est proposé d'évaluer la continuité biologique pour les 7 groupes d'espèces présentés ci-avant, à la montaison et à la dévalaison. On définira alors un ensemble de 14 états de continuité biologique (2 par groupe d'espèces) qui seront ensuite synthétisés par bassin versant et à l'échelle des 13 principales rivières pérennes (24 masses d'eau cours d'eau).

L'intérêt est de pouvoir disposer d'indicateurs sur la continuité biologique d'une espèce ou d'un groupe d'espèces (espèces en danger d'extinction, espèce halieutique ou espèce patrimoniale par exemple), ou de l'ensemble des espèces, ces indicateurs constituent des outils potentiels d'évaluation sur le long terme de la reconquête de la continuité biologique.

L'état de la continuité biologique pour chacun des 7 groupes d'espèces est établi sur la base des critères de franchissabilité définis en phase 1 et selon la méthodologie suivante :

- la continuité à la montaison comme à la dévalaison est évaluée de l'aval vers l'amont,
- la continuité biologique est notée pour chaque tronçon de rivière entre deux obstacles (naturel ou anthropique),
- pour chaque groupe et stade (dévalaison / montaison), deux notes sont attribuées :
  - une note de continuité dite « naturelle », prenant en compte les chutes et les assecs naturels,
  - une note de continuité de l'état actuel, prenant en compte l'ensemble des obstacles,
- La note de continuité est attribuée comme suit (cf. figure 2) :
  - 1** si l'ensemble des obstacles aval sont notés 1 pour le franchissement,
  - 2** si un ou plusieurs obstacles de type 2 sont positionnés sur le cours aval,
  - 3** si un ou plusieurs obstacles de type 3 sont positionnés sur le cours aval,
  - 4** si un ou plusieurs obstacles de type 4 sont positionnés sur le cours aval.

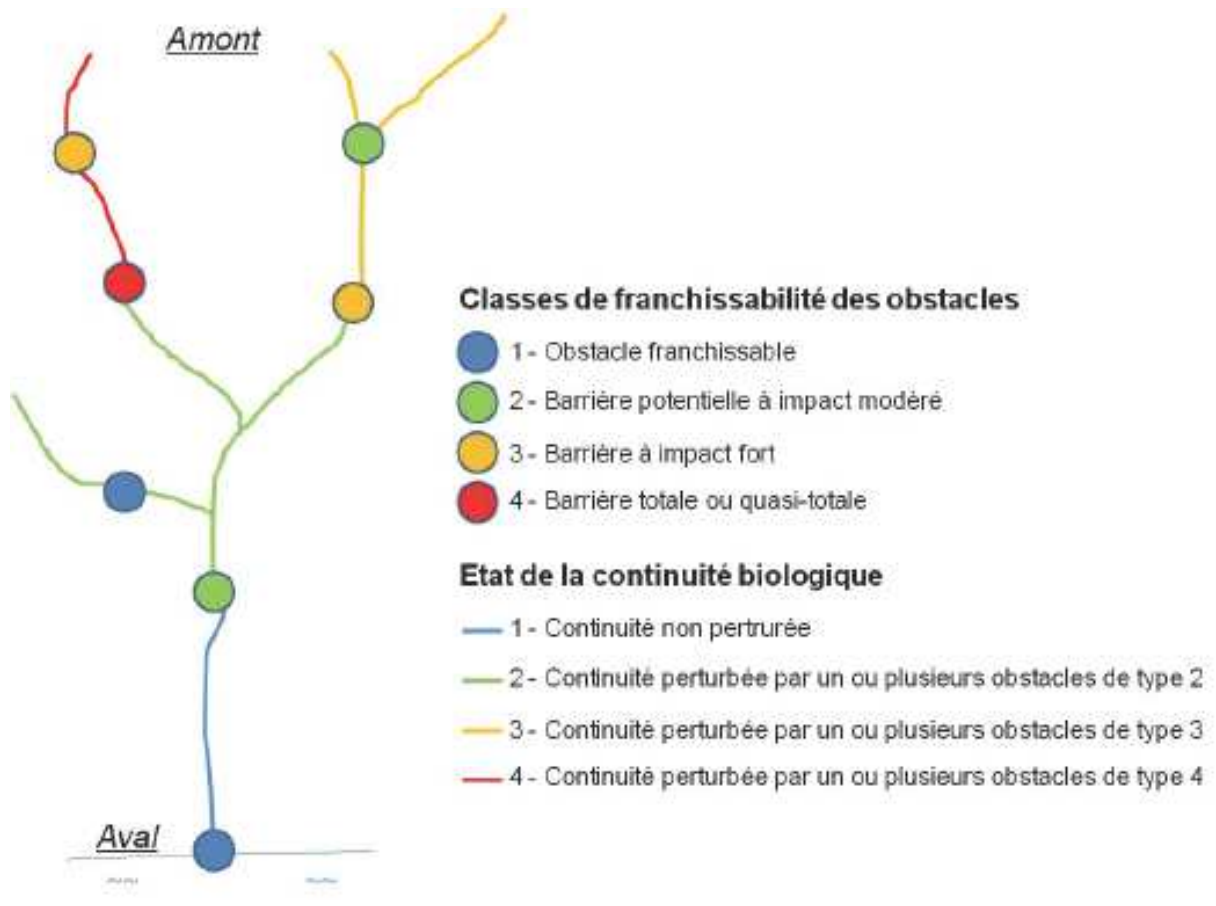


Figure 2 – Exemple d’attribution des notes d’état de la continuité biologique sur un bassin versant (DEAL - Service Eau et Biodiversité - 2011 - évaluation de la continuité écologique des 13 rivières pérennes de la Réunion. Phase 2 évaluation de la continuité).

Les données de continuité biologique « naturelle » (i.e. basée uniquement sur les chutes et les assècs d’origine naturelle) et anthropique seront comparées pour estimer la perte de continuité biologique liée aux obstacles anthropiques.

*N.B : le potentiel de chaque groupe a été estimé à partir des observations de terrain 2010 et des reconnaissances hélicoptérées de Malavoi de 1998. Ces potentiels estimés sont par conséquent sous-évalués par rapport au potentiel « naturel » du fait de l’impact des prises d’eau qui causent des réductions de la surface mouillée disponible.*

...

L’indice de bio-évaluation développé dans la présente étude ne portant que sur les espèces de poissons, l’analyse de la continuité écologique pour les macrocrustacés n’a donc pas été prise en compte. Le rapport sur l’évaluation de la continuité écologique présente l’état de la continuité pour les différents groupes d’espèces dans les différents cours d’eau en **situation naturelle** et dans la **situation actuelle** en tenant compte des différentes altérations de la continuité d’origine anthropique. Pour les différents groupes d’espèces, les principaux impacts concernent la **phase de montaison** des poissons, c’est pourquoi nous avons focalisé notre attention sur l’impact des ouvrages sur la montaison.

La situation actuelle montre que le degré de perturbation de la continuité écologique pour la montaison de la plupart des groupes est très important.

Les conclusions de l'étude pour les différentes rivières sont les suivantes (extrait du rapport phase 2) :

- *Rivière Saint-Denis* : la continuité est fortement perturbée pour chaque espèce, pour la montaison et la pour la dévalaison avec une perte de plus de 75% de potentiel d'habitat naturellement colonisable sans obstacle ; les obstacles à la montaison sont principalement de classe de continuité 4 pour les poissons ;
- *Rivière des Pluies* : la continuité est fortement perturbée à la montaison pour les espèces de bouches rondes, d'anguilles et pour les espèces sans adaptation au franchissement (*A. comersonni* et *Eleotris* sp.). Ces pertes de continuité sont principalement liées à la pêche des bichiques sur ce bassin versant. La continuité pour les autres espèces est moyennement perturbée (baisse de 50 % du potentiel de continuité 1 par des obstacles de classe de continuité 2) ; la dévalaison est moyennement perturbée par des obstacles de classe de continuité 2 ;
- *Rivière Sainte-Suzanne* : la continuité biologique est globalement peu perturbée à la montaison, par des obstacles de type 2 ou 3 uniquement (radiers routiers) ; ce bassin versant ne présente pas de perturbation anthropique pour la dévalaison des espèces de poissons ;
- *Rivière Saint-Jean* : seules les continuités des espèces de bouche ronde, d'anguilles et d'espèces sans adaptation au franchissement (*A. commersoni* et *Eleotris* sp.) sont perturbées par les pêcheries de bichiques, les autres espèces de poissons ainsi que l'ensemble des stades de dévalaison ne présentent pas de perturbation anthropique de la continuité ;
- *Rivière du Mât* : La continuité pour la montaison des espèces de poissons est fortement perturbée sur ce bassin versant (forte augmentation des continuités de classes 3 et 4), la continuité à la dévalaison pour les espèces de poissons ne présente pas (ou très peu) de perturbation en l'état ;
- *Rivière des Roches* : La continuité biologique à la montaison est perturbée pour la majorité des habitats disponibles (entre 64 et 100%) et pour l'ensemble des espèces. La continuité est perturbée par des obstacles de classe de continuité 2 (anguilles, chitte), de classe de continuité 3 (poisson plat, poissons sans adaptation au franchissement, autres crustacés) ou de classe de continuité 4 (bouche rondes) ; ce bassin versant ne présente pas de perturbation anthropique pour la dévalaison des espèces de poissons ;
- *Rivière des Marsouins* : seules les continuités des espèces de bouche ronde, d'anguilles et d'espèces sans adaptation au franchissement (*A. commersoni* et *Eleotris* sp.) sont perturbées par les pêcheries de bichiques, pour les autres espèces de poissons ainsi que l'ensemble des stades de dévalaison il n'est pas mis en évidence de perturbation anthropique de la continuité. ;
- *Rivière de l'Est* : la continuité biologique des différentes espèces est perturbée pour la totalité des habitats disponibles (obstacle – assec – situé à l'embouchure). Selon les espèces et les stades, l'état de la continuité sur ce bassin versant est perturbé par un obstacle de classe de continuité 2 ou 3 ;
- *Rivière Langevin* : La continuité biologique du bassin versant de la rivière Langevin est uniquement perturbée pour les bouches rondes pour qui la majorité des habitats perturbés le sont naturellement par des obstacles de classe de continuité 2 ou 3 ; pour le chitte et le poisson plat, les habitats potentiels sont nuls sur ce bassin versant (présence d'un cassé naturel à l'embouchure), pour les espèces d'anguilles, la continuité est naturellement perturbée (classes de continuité 2 ou 3) par les cassés et assècs ;
- *Rivière des Remparts* : la continuité pour la montaison de l'ensemble des espèces de poissons et de macro crustacés est perturbée pour la majorité (voir la totalité) des habitats naturellement colonisables sans obstacles ; les obstacles observés sur cette rivière (pêcherie, radier routier) sont de classe de continuité 2 (chitte), de type 3 (anguilles, poisson plat) ou 4 (bouche rondes, poissons sans adaptation au franchissement) ; la continuité à la dévalaison n'est pas perturbée sur ce bassin versant ;
- *Rivière Saint-Etienne* : la continuité biologique pour la montaison est impactée pour la

majorité des habitats (55 à 90%) pour tous les groupes d'espèces de poissons, on observe sur ce bassin versant d'importants linéaires de classe de continuité 4 (en amont de barrières totales) pour le bouche ronde (100% des habitats), les anguilles (48% des habitats), le poisson plat (31 % des habitats) ainsi que les espèces sans adaptations au franchissement (31% des habitats) ; la continuité pour les espèces à la dévalaison est fortement perturbée pour les bouches rondes et les anguilles (40 à 50 % du potentiel d'habitat), dans une moindre mesure pour le poisson plat (30% du potentiel d'habitat) et pour moins de 20% des habitats potentiels pour les autres espèces ;

- *Ravine Saint-Gilles* : la continuité biologique du bassin de la ravine Saint-Gilles est fortement perturbée pour toutes les espèces et tous les stades en raison de l'artificialisation de l'embouchure (obstacle de classe de continuité 3 à la montaison et à la dévalaison pour l'ensemble des espèces) ; il n'y a pas de pêcheurs bichiques installés sur cette embouchure pérenne ;
- *Rivière des Galets* : la continuité biologique de la Rivière des Galets est fortement perturbée pour la montaison et la dévalaison des espèces (de 67 à 95% des habitats potentiels sans obstacle naturel) en raison d'obstacles de type assec et seuil à proximité de l'embouchure ; la continuité est plus fortement impactée à la montaison (classes de continuités 2 à 4) qu'à la dévalaison (classes de continuités 2 et 3).

Pour l'ensemble des cours d'eau, la continuité pour la montaison est fortement perturbée notamment pour les bouches rondes, les anguilles et les poissons sans adaptation au franchissement (*A. Commersoni*, *Eleotris* sp.), de manière légèrement plus modérée pour le Chitte (*Agonostomus telfairii*) et le poisson plat (*Kuhlia rupestris*).

Les informations relatives à l'évaluation de la classe de continuité à la montaison au droit des stations d'échantillonnage du Réseau Piscicole de la Réunion pour les différents groupes d'espèces à l'état naturel et dans l'état actuel des cours d'eau sont synthétisées dans le tableau 4.

Les valeurs indiquées dans le tableau 4 montrent clairement que la continuité écologique des rivières au droit de l'ensemble des stations d'échantillonnage est fortement perturbée pour la majorité des espèces et notamment les 2 espèces de cabots bouche ronde (espèces dominantes dans les cours d'eau réunionnais). Cette **altération majeure** de la qualité écologique des rivières de la Réunion pose un problème important pour le **choix des stations de référence** dans le cadre de la construction d'un indice de qualité écologique basé sur les peuplements de poissons des rivières. La pêche aux bichiques, activité traditionnelle à la Réunion, constitue une altération importante de la continuité écologique au niveau des embouchures et affecte toutes les rivières exceptées la Ravine Saint-Gilles, dont l'embouchure est fortement aménagée et la Rivière de l'Est pour laquelle le débit à l'embouchure est très réduit, voire inexistant. Cette activité a pour conséquence une modification de la morphologie des embouchures et des zones les plus aval des cours d'eau (concentration des flux d'eau - canaux à bichiques). À l'heure actuelle, il n'existe pas de statistiques concernant les quantités pêchées. De même, l'impact numérique global de cette activité sur les quantités de poissons (larves et juvéniles toutes espèces confondues) n'est pas estimé. Il est donc impossible aujourd'hui d'évaluer scientifiquement l'impact des pêcheries de bichiques sur les densités de poissons en amont des embouchures.

L'ensemble des données pour les pressions physicochimiques hydrologiques et les modalités d'occupation du sol pour toutes les stations (invertébrés et poissons) sont consignées en annexe.

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

Annexe : Valeurs des métriques de pressions pour les stations de référence (stations d'échantillonnage des macroinvertébrés benthiques). HER2010 : hydro-éco-région 2010, urban : % du BV urbanisé, agri\_inten : % du BV en agriculture intensive, natur : % du BV en zone naturelle, forêt : % du BV en Couverture Forestière, natur\_forêt : % du BV en couverture forestière + zone naturelle, urban100m : % d'urbanisation dans une zone de 100m de part et d'autre du lit mineur échelle sous-tronçon, agrican100m : % en agriculture intensive de canne à sucre dans une zone de 100m de part et d'autre du lit mineur échelle sous-tronçon, agri100m : % en agriculture intensive dans une zone de 100m de part et d'autre du lit min échelle sous-tronçon, natur100m : % en zone naturelle dans une zone de 100m de part et d'autre du lit min échelle sous-tronçon, forêt100m : % en couverture forestière dans une zone de 100m de part et d'autre du lit mineur échelle sous-tronçon, natur\_forêt100m : % en zone naturelle et couverture forestière dans une zone de 100m de part et d'autre du lit mineur échelle sous-tronçon, Moox : classe de qualité pour les matières organiques et oxydables, MN : classe de qualité pour les matières azotées hors nitrates, NO3 : classe de qualité pour les nitrates, Phos : classe de qualité pour les matières phosphorées, MES : classe de qualité pour les taux de matières en suspension, Acid : classe de qualité pour l'acidification, micropol : classe de qualité pour les micropolluants, clashydro : classe d'impact hydrologique, 20 : R= débit mesuré / débit théorique sans prélèvement.

Code Station	Code sandre	Rang de Strahler	Code HER2010	Code HER2010	urban	agri_inten	natur	forêt	natur_forêt	urban100m	agrican100m	agri100m	natur100m	forêt100m	natur_forêt100m	MooX	MN	NO3	Phos	MES	Acid	micropol	clashydro	R	
BEN	10606520	1	Cirques sous le vent (réception)	P62	0.0%	2.6%	6.5%	85.4%	91.9%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	100.0%	3	4	5	4	5	4	5	5	2	72.1
CIL1	10600170	2	Cirques sous le vent (réception)	P62	4.1%	4.9%	25.7%	61.0%	86.7%	0.0%	0.0%	7.5%	30.5%	62.0%	92.5%	4	4	5	4	5	3	5	5	1	93.1
CIL2	10600180	2	Cirques sous le vent (couloir)	M62	3.6%	5.2%	29.4%	58.6%	87.9%	3.3%	0.0%	0.0%	54.0%	42.6%	96.7%	4	4	5	3	5	4	5	5	5	2.6
EST	10050180	2	Versants au vent	MP63	0.1%	0.7%	38.4%	54.1%	92.4%	0.0%	3.4%	10.6%	23.9%	65.6%	89.4%	4	4	5	1	5	5	4	5	5	7.2
FJA1	10206130	1	Cirques au vent (réception)	P61	2.2%	18.0%	7.2%	70.0%	77.3%	0.0%	0.0%	21.5%	21.2%	57.3%	78.5%	5	5	5	5	5	5	5	5	1	100.0
FJA2	10206180	2	Cirques au vent (réception)	P61	5.1%	28.7%	4.4%	60.9%	65.3%	0.0%	0.0%	22.0%	0.0%	78.0%	78.0%	3	3	4	4	4	4	5	5	1	96.8
GAL1	10400120	1	Cirques sous le vent (réception)	P62	0.0%	0.0%	20.2%	68.6%	88.8%	0.0%	0.0%	0.0%	11.8%	88.2%	100.0%	3	4	5	4	4	4	5	5	1	89.1
GAL2	10400140	1	Cirques sous le vent (réception)	P62	0.0%	4.0%	50.9%	41.0%	91.9%	0.0%	0.0%	0.0%	96.7%	3.3%	100.0%	3	4	5	4	4	4	5	5	1	89.1
GAL3	10400180	2	Cirques sous le vent (réception)	P62	1.2%	2.4%	44.0%	50.8%	94.8%	0.0%	0.0%	2.3%	15.7%	82.0%	97.7%	4	4	5	3	4	3	5	5	1	89.1
GAL4	10410150	3	Cirques sous le vent (couloir)	M62	1.1%	1.8%	41.5%	54.6%	96.1%	0.0%	0.0%	0.0%	86.8%	13.2%	100.0%	3	3	5	3	5	3	4	4	2	62.5
LAN1	10015225	1	Cirques au vent (réception)	P61	0.0%	0.0%	28.9%	45.3%	74.1%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	100.0%	100.0%	5	5	5	5	5	5	5	5	1	100.0
LAN2	10010140	1	Cirques au vent (réception)	P61	0.2%	0.8%	23.3%	54.7%	78.1%	4.0%	0.0%	0.0%	0.0%	96.0%	96.0%	5	5	5	5	5	5	5	5	1	100.0
LAN3	10010150	1	Cirques au vent (couloir)	M61	1.2%	9.2%	17.7%	56.1%	73.8%	6.7%	0.0%	0.0%	0.0%	93.3%	93.3%	3	3	4	2	5	5	5	5	1	100.0
LAN4	10010185	1	Cirques au vent (couloir)	M61	2.2%	17.3%	12.0%	58.1%	70.1%	7.1%	0.0%	34.3%	0.0%	58.6%	58.6%	3	3	5	4	5	4	5	5	1	94.8
LIA	10215510	1	Cirques au vent (réception)	P61	0.0%	0.0%	4.4%	95.6%	99.9%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	100.0%	3	3	5	4	4	5	5	5	1	100.0
MAR1	10120110	1	Versants au vent	MP63	0.0%	0.0%	62.9%	37.2%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	100.0%	3	3	4	4	5	3	5	5	1	100.0
MAR2	10120140	1	Versants au vent	MP63	0.0%	0.0%	47.5%	52.5%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	100.0%	5	5	5	5	5	5	5	5	5	2.5
MAR3	10120170	3	Versants au vent	MP63	0.2%	1.8%	22.7%	75.3%	98.0%	0.0%	0.9%	0.9%	19.5%	79.6%	99.1%	3	3	5	4	5	4	3	5	1	100.0
MAR4	10120180	3	Versants au vent	MP63	1.9%	10.9%	17.5%	69.8%	87.3%	11.5%	24.9%	27.6%	22.9%	38.0%	60.9%	3	3	5	3	5	4	3	5	1	100.0
MAT1	10200110	1	Cirques au vent (réception)	P61	0.0%	3.7%	31.4%	58.8%	90.2%	0.0%	0.0%	43.2%	0.0%	56.8%	56.8%	3	3	5	3	5	4	5	5	1	100.0
MAT2	10200180	1	Cirques au vent (réception)	P61	5.6%	22.3%	15.7%	53.1%	68.8%	13.2%	0.0%	40.4%	18.0%	27.5%	45.5%	3	3	5	3	4	4	5	5	1	98.6
MAT3	10200190	2	Cirques au vent (réception)	P61	5.9%	27.4%	8.3%	56.5%	64.9%	0.0%	0.0%	66.6%	0.0%	33.4%	33.4%	3	3	4	3	4	4	5	5	1	98.0
MAT4	10220180	3	Cirques au vent (couloir)	M61	5.0%	22.9%	6.8%	64.2%	71.0%	10.9%	14.5%	19.6%	66.9%	2.6%	69.5%	3	3	4	2	2	4	3	5	1	93.6
PAN2	10136250	2	Versants au vent	MP63	1.9%	41.9%	0.0%	56.2%	56.2%	10.9%	41.9%	74.5%	0.0%	14.5%	14.5%	4	4	4	3	4	5	2	5	1	100.0
PLA1	10610210	2	Cirques sous le vent (réception)	P62	0.0%	15.5%	12.9%	71.6%	84.5%	0.0%	0.0%	3.8%	1.3%	94.9%	96.2%	5	5	5	5	5	5	5	5	1	100.0
PLA2	10610240	2	Cirques sous le vent (couloir)	M62	0.9%	8.2%	24.8%	65.2%	90.0%	0.0%	0.0%	0.0%	55.0%	45.0%	100.0%	5	5	5	5	5	5	5	5	1	92.8
PLA3	10610250	2	Cirques sous le vent (couloir)	M62	1.7%	14.0%	19.2%	64.3%	83.5%	0.0%	0.0%	0.0%	27.3%	72.7%	100.0%	4	4	4	4	4	4	5	5	5	4.0
PLU1	10310812	1	Versants au vent	MP63	0.0%	0.0%	7.7%	90.1%	97.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	70.8%	70.8%	5	5	5	0	4	4	5	5	1	100.0
PLU2	10310830	1	Versants au vent	MP63	1.2%	3.4%	4.4%	89.9%	94.3%	0.0%	0.0%	0.0%	23.7%	76.3%	100.0%	4	4	5	2	4	4	5	5	1	148.6
PLU3	10310890	1	Versants au vent	MP63	11.3%	14.7%	3.6%	69.1%	72.7%	27.7%	0.0%	0.0%	60.9%	11.4%	72.3%	4	4	5	2	4	4	4	4	1	89.1
REM	10000190	1	Cirques au vent (couloir)	M61	5.2%	10.6%	27.7%	54.3%	82.0%	56.5%	0.0%	23.7%	18.8%	1.0%	19.8%	4	3	5	2	5	4	4	4	1	100.0
ROC1	10135508	1	Versants au vent	MP63	0.0%	4.5%	0.0%	95.5%	95.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	100.0%	4	4	5	4	5	5	5	5	3	55.4
ROC2	10130460	3	Versants au vent	MP63	0.5%	5.9%	3.2%	90.4%	93.6%	0.0%	5.4%	6.2%	0.0%	93.8%	93.8%	3	3	5	4	5	5	2	5	1	95.0
ROC3	10130480	3	Versants au vent	MP63	3.5%	26.7%	1.9%	67.9%	69.8%	10.7%	64.2%	66.8%	0.0%	22.5%	22.5%	3	3	5	4	5	5	2	5	1	100.0
RP-BPAN2	10136550	1	Versants au vent	MP63	0.0%	9.7%	0.0%	90.5%	9.7%	0.0%	0.0%	32.4%	0.0%	67.6%	67.6%	4	4	4	3	4	5	2	5	1	100.0
RP-BPLA1	10610290	2	Cirques sous le vent (couloir)	M62	7.1%	24.9%	12.3%	55.4%	67.7%	0.0%	0.6%	0.7%	57.2%	42.1%	99.3%	4	4	4	4	4	4	5	5	5	8.8
RP-GAL1	10410125	3	Cirques sous le vent (couloir)	M62	0.8%	1.7%	39.6%	56.8%	96.4%	0.0%	0.0%	0.0%	25.7%	74.3%	100.0%	4	4	5	3	4	3	5	5	3	48.6
RP-GDBAS1	10610210	1	Cirques sous le vent (réception)	P62	0.0%	15.5%	12.9%	71.6%	84.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	100.0%	5	5	5	5	5	5	5	5	1	80.5
RP-LANG1	10010190	1	Cirques au vent (couloir)	M61	2.4%	17.2%	12.0%	58.0%	70.0%	15.7%	0.0%	34.5%	0.0%	49.3%	49.3%	3	3	5	4	5	4	5	5	1	94.8
RP-LANG2	10010180	1	Cirques au vent (couloir)	M61	1.6%	12.0%	15.9%	56.3%	73.8%	8.7%	0.0%	0.0%	0.0%	91.3%	91.3%	3	3	5	4	5	4	5	5	1	94.8
RP-MARS3	10120150	3	Versants au vent	MP63	0.0%	0.0%	28.0%	72.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.5%	98.5%	100.0%	5	5	5	5	5	5	5	5	5	2.5
RP-MAT1	10220110	3	Cirques au vent (couloir)	M61	3.9%	20.8%	6.6%	67.6%	74.2%	0.2%	10.0%	21.1%	25.9%	52.9%	78.8%	3	3	4	3	4	4	5	5	3	40.9
P-REMPAR	10000175	1	Cirques au vent (couloir)	M61	1.5%	5.2%	30.6%	60.3%	3588.6%	20.1%	0.0%	35.5%	18.1%	26.3%	44.4%	4	3	5	2	5	4	4	4	1	100.0
RP-STESU2	10300280	2	Versants au vent	MP63	0.7%	32.7%	0.0%	66.6%	66.6%	0.0%	27.2%	42.6%	0.0%	57.4%	57.4%	4	4	5	1	4	5	2	2	2	78.6
RP-STJEAN	10300170	2	Versants au vent	MP63	10.6%	66.2%	0.0%	23.2%	23.2%	36.8%	19.2%	56.2%	0.0%	6.9%	6.9%	4	4	5	3	5	5	1	5	1	82.9
SDE1	10320310	2	Versants au vent	MP63	0.0%	0.0%	3.6%	96.4%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.3%	98.7%	100.0%	4	4	5	4	5	4	5	5	2	77.1
SDE2	10320350	2	Versants au vent	MP63	1.7%	0.0%	2.1%	96.2%	98.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	100.0%	4	4	5	4	5	4	5	5	1	92.1
SDE3	10320380	2	Versants au vent	MP63	3.2%	0.0%	2.1%	94.6%	96.8%	17.5%	0.0%	0.0%	0.3%	82.1%	82.5%	4	4	5	2	5	4	4	5	5	4.6
SET	10610160	3	Cirques sous le vent (couloir)	M62	6.0%	15.6%	20.8%	55.9%	76.7%	0.0%	4.2%	17.3%	77.2%	5.6%	82.7%	4	4	5	2	5	4	4	4	5	8.4
SGI	10510550	1	Versants sous le vent	MP64	16.6%	51.8%	7.3%	23.7%	31.0%	15.1%	0.0%	5.3%	51.2%	28.3%	79.6%	3	3	3	4	5	5	4	4	1	82.8
SJE1	10300110	1	Versants au vent	MP63	0.0%	35.4%	0.0%	64.8%	64.8%	0.0%	43.0%	43.0%	0.0%	57.0%	57.0%	3	3	5	3	5	5	5	5	1	100.0
SJE2	10300180	2	Versants au vent	MP63	14.6%	64.3%	0.0%	21.1%	21.1%	33.8%	36.0%	66.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	4	4	5	3	5	5	1	1	98.5
SSU1	10300215	1	Versants au vent	MP63	0.0%	0.2%	0.0%	99.7%	99.7%	0.0%	0.0%	0.4%	0.0%	99.6%	99.6%	3	4	5	4	5	5	5	5	1	100.0
SSU2	10300240	2	Versants au vent	MP63	0.2%	25.2%	0.0%	74.6%	74.6%	0.0%	16.8%	30.8%	0.0%	69.2%	69.2%	4	4	5	1	4	5	2	5	1	91.0