



HAL
open science

Optimisation de l'Indice Diatomique Réunion : De l'IDR_V1 à l'IDR_V5 / Variante 4 (Synthèse des travaux réalisés entre Juillet et Octobre 2013)

Sébastien Boutry, Gilles Gassiole, Michel Coste, Juliette Tison-Rosebery,
François Delmas

► To cite this version:

Sébastien Boutry, Gilles Gassiole, Michel Coste, Juliette Tison-Rosebery, François Delmas. Optimisation de l'Indice Diatomique Réunion : De l'IDR_V1 à l'IDR_V5 / Variante 4 (Synthèse des travaux réalisés entre Juillet et Octobre 2013). *irstea*. 2013, pp.57. hal-02601207

HAL Id: hal-02601207

<https://hal.inrae.fr/hal-02601207v1>

Submitted on 16 May 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

- Fiche-Action ONEMA-IRSTEA N° 82 « Expertises DOM » -

**Rapport d'Etude et d'Expertise : « Optimisation de l'Indice Diatomique Réunion :
De l'IDR_V1 à l'IDR_V5 / Variante 4 »**

(Synthèse des travaux réalisés entre Juillet et Octobre 2013)

Sébastien BOUTRY(*), Gilles GASSIOLE (**), Michel COSTE (*),
Juliette ROSEBERY(*) et François DELMAS (*)

(*) Irstea Bordeaux/Equipe CARMA, 50 Avenue de Verdun, GAZINET, 33 612 CESTAS Cedex

(**) Asconit Consultants, 3 Rue Henri CORNU, la Technopole, 97 490 Ste CLOTILDE

Version finale du 04-12-2013

Résumé :

Un programme de Recherche-Développement de 3 ans, mené entre 2008 et 2011 par le consortium ASCONIT Consultants – IRSTEA sur financements Office de l'Eau de la Réunion, DREAL, FEDER, ONEMA et autofinancement partiel des deux partenaires, a été réalisé dans le but de mettre au point et de transférer un indice diatomique utilisable pour le diagnostic de qualité des cours d'eau de la Réunion (rapport final IDR daté du 10-10-2012), ainsi qu'un guide-taxonomique d'application et un guide-utilisateur. Cette première version d'indice était déjà relativement satisfaisante, mais il a été diagnostiqué quelques problèmes de jeunesse.

Il a donc été jugé utile de tirer parti de 76 nouveaux relevés de terrain issus du fonctionnement annuel classique des réseaux de surveillance 2011 et 2012 (**345 relevés** pleinement utilisables pour 269 à l'issue du programme initial) pour tester de nouveaux prototypes d'IDR et choisir la version qui procure les meilleurs résultats. A cette occasion, les profils de qualité des espèces ont été recalculés et différentes règles d'utilisation ont été testées, de plus en plus raffinées au fur et à mesure des versions. Celle qui a donné le meilleur résultat est l'IDR_V5-4 (plus basse note naturelle possible ajustée sur [-330]). Après double seuillage sur l'occurrence totale et sur l'abondance relative minimale trouvée dans au moins un relevé, 192 taxons ont eu un profil de qualité calculé dans l'IDR. 12 étant des espèces à écologie haline, 180 participent effectivement au calcul d'indice, dont 125 Taxons + (pas de signification particulière vis-à-vis de l'altération anthropique) et 55 sont des taxons d'alerte, répartis en 3 classes dotées d'un poids d'altération différent selon l'intensité du message d'alerte qu'ils procurent.

En dernière partie du présent rapport, il a été décliné et testé 2 grilles d'EQRs se référant au niveau de note de référence calculé dans 2 ensembles naturels différents de la Réunion, la Zone Ouest (plus chaude, plus sèche) et la Zone Est (plus arrosée et tempérée). Ces grilles calées dans un premier temps à un niveau standard (basculement TBE-BE à l'EQR = 0,94) permettent déjà de décliner des résultats d'évaluation réalistes sur ces 2 zones. Afin de bien préparer l'édition d'un nouvel Arrêté d'Evaluation qui s'appliquera pour tout le nouveau Plan de Gestion des Masses d'Eau à venir, un nouveau rapport « Evaluation de l'Etat Ecologique à la Réunion à partir des assemblages diatomiques des cours d'eau » sera prochainement élaboré et diffusé, qui permettra de choisir collectivement, en fonction du test de plusieurs scénarios de tunage fin, la grille d'Evaluation d'Etat Ecologique au calage jugé optimal pour chacune des 2 zones naturelles.

Sommaire

1) <i>Introduction, contexte</i> :	1
2) <i>Objectifs du travail</i> :	2
3) <i>Premiers prototypes d'IDR comparés (IDR-V1 à V5)</i> :	3
4) <i>Diagnostic d'évaluation des 5 versions d'indices (IDR V1 à V5)</i> :	8
5) <i>Stabilisation finale de l'IDR-V5 : actualisation des profils de qualité des espèces constitutives, comparaison de 5 variantes</i> :	15
A) <i>Actualisation des profils de qualité des taxons constitutifs</i> :	15
B) <i>Comparaison des résultats de 5 variantes d'IDR-V5 (01-10-2013)</i>	19
6) <i>Diagnostic d'évaluation des 5 variantes d'IDR V5</i> :	21
7) <i>Relations Pression-Impact de la version stabilisée d'IDR V5</i> :	25
8) <i>Cartes de qualité obtenues avec l'IDR-V5 (-330) (Variante 4)</i> :	28
9) <i>Conclusions sur l'IDR</i> :	34

Figures

Figure 1 : <i>Relation entre CGMA et IDR – Version 3 « ET »</i>	10
Figure 2 : <i>Relation EQR-IDR_V5 (-330) / CGMA : Positionnement des relevés</i>	13
Figure 3 : <i>Exemples de profils de taxons originaux ou modifiés dans l'IDR-V5</i>	17
Figure 4 : <i>Relation Pression-impact entre CGMA complet et IDR_V5 (-330)</i>	26
Figure 5 : <i>Relation Pression-impact entre domaine d'altération du CGMA et IDR_V5 (-330)</i>	27
Figure 6 : <i>Relation Pression-Impact entre CGMA et EQRs IDR_V5 (-330)</i>	30
Figure 7 : <i>Classification d'Etat Ecologique (Site X Date) sur la base des EQRs IDR_V5 (-330)</i>	31

Tableaux

Tableau 1 : <i>Résumé des principales caractéristiques de conception des 5 versions d'IDR testées</i>	9
Tableau 2 : <i>Caractéristiques sommaires de conception des 5 variantes comparées d'IDR-V5</i>	21
Tableau 3 : <i>Notation avec et sans halophiles des principaux relevés diatomiques qui en contiennent</i>	22
Tableau 4 : <i>Comparaison des notes obtenues par les 5 variantes d'IDR-V5 au site le plus dégradé (station Ermitage - ERA)</i>	24

Annexes

<i>Annexe 1 : Profils de qualité des taxons constitutifs de l'IDR_V5 (-330)</i>	37
<i>Annexe 2 : Cartes détaillées d'état obtenues au relevé par campagne de terrain avec les EQRs-IDR_V5 (-330)</i>	49

1) Introduction, contexte :

Un programme de Recherche-Développement de 3 ans, mené entre 2008 et 2011 par le consortium ASCONIT Consultants – IRSTEA sur financements Office de l'Eau de la Réunion, DEAL réunion, FEDER, ONEMA et autofinancement partiel des deux partenaires, visait à la mise au point d'un indice diatomique utilisable pour le diagnostic de qualité des cours d'eau de la Réunion.

Ce programme, conduit avec succès, a permis la publication d'une première version de l'IDR (Indice Diatomique Réunion), qui a été diffusée dans le cadre du rapport final sur la démarche d'élaboration de l'indice (version finale de rapport datée du 10-10-2012). Il a aussi débouché sur la production d'un guide taxonomique pour l'utilisateur permettant le transfert de la méthode à d'autres opérateurs (aide à la reconnaissance des principales espèces de diatomées rencontrées localement, notamment celles qui participent au calcul de l'indice).

Cette première version de l'IDR, que nous conviendrons de nommer IDR-V1 pour la suite de la note, a permis de produire un diagnostic relativement satisfaisant de la qualité des cours d'eau de la Réunion. Cependant, en fonction de diverses limites présentées par le référentiel de données collecté en seulement 5 campagnes de terrain (269 relevés) et du manque de recul historique, il a été remarqué plusieurs petits problèmes ou défauts de jeunesse de l'indice.

La perspective de démarrage d'un nouveau Plan de Gestion pour une durée de 6 ans a rendu d'actualité la résolution préalable de ces problèmes et l'optimisation de cet indice, permettant la stabilisation initiale et au moins pour le moyen terme du « thermomètre » utilisé.

Ce travail complémentaire a été rendu possible grâce à un soutien financier à 50 % par l'ONEMA (Fiche-Action Expertises DOM 2013) d'une part, et grâce à l'ajout d'un complément de données issues des Réseaux de Surveillance 2011 et 2012 d'autre part, permettant de porter le nombre de relevés exploitables à un effectif total de 345 suite à l'apport de 76 relevés complémentaires.

Au titre des petits problèmes de jeunesse recensés sur cette première version d'indice (IDR-V1), il a été remarqué une variation un peu trop forte des notes, notamment de certaines notes de référence, sous influence exclusivement naturelle. Ce phénomène touche plus particulièrement la zone Ouest, au climat sensiblement plus sec que sur la côte Est, mais aussi les zones de transition climatique, les plus exposées à des variations inter-annuelles de peuplements sous influence de la tendance climatique de l'année (plus ou moins chaude, plus ou moins arrosée).

L'indice subit des baisses de note non-négligeables du fait de certaines influences naturelles sur des sites manifestement non impactés ou impactés seulement de façon extrêmement marginale par l'homme. Les raisons peuvent en être diverses, à savoir les caractéristiques hydrométriques ou hydrologiques variables d'une année à l'autre, ou d'une série inter-annuelle à l'autre, avec une grosse modification du débit et de la thermique *in situ*, mais aussi le niveau saprobique plus élevé, au moins saisonnièrement, sur des sites de référence tropicaux par rapport à ce qui est observé en Europe continentale, la raison principale de ce fait étant une chute importante de fruits tropicaux sauvage (par exemple : mangues, jamroses, jamalacs etc...) et d'autre matériel végétal putrescible directement dans le cours d'eau.

Le travail complémentaire réalisé sur l'IDR a principalement consisté à étudier plusieurs autres options techniques d'utilisation des profils de qualité des espèces constitutives de l'indice (au final, plus de 10 versions ou variantes ont été diagnostiquées plus ou moins finement), afin d'en comparer les résultats et d'en tirer les enseignements sur la qualité du diagnostic d'altération anthropique réalisé.

Cette évaluation a porté d'une part, sur l'incidence du changement de formulation de l'indice sur la qualité de la relation globale pression-impact (notes d'indice versus score du gradient composite d'anthropisation), mais aussi sur un examen-expert de la classification des situations permise par la version, le but étant de sélectionner la version d'indice permettant de discriminer le mieux possible la variation naturelle qu'il est possible de rencontrer sur sites indemnes d'anthropisation et le début de baisse de note attribuable de façon indiscutable à un début d'altération anthropique du milieu.

Ce travail a permis progressivement d'évoluer vers une version stabilisée d'indice (IDR-V5, Variante 4 du 01-10-2013) donnant la meilleure satisfaction, dans l'état actuel de la connaissance et des référentiels disponibles, pour l'évaluation des cours d'eau de la Réunion.

Ce travail de stabilisation de l'indice était un préalable incontournable :

- 1) pour mieux maîtriser l'impact éventuel des variations saisonnières de notes d'IDR liées au zonage naturel,
- 2) pour pouvoir mettre en place des grilles d'EQRs sur des zones biogéographiques où la réponse de l'indice est cohérente et homogène,
- 3) pour pouvoir proposer des scénarios de règles d'évaluation de l'Etat Ecologique (REEE) pour le prochain Plan de Gestion des Masses d'Eau à la Réunion basées sur la réponse du maillon diatomique des cours d'eau. Il est bien sûr souhaitable que ces mêmes règles soient utilisées initialement pour la consolidation de l'Etat des Lieux préalable du plan de Gestion, ainsi que pour en évaluer les effets à terme.

Ces 2 derniers aspects feront l'objet d'un autre rapport d'expertise à venir très prochainement.

2) Objectifs du travail :

Les points principaux à résoudre sont les suivants :

- L'instabilité de l'indice sur certaines situations de référence ou sans altération notable, notamment en zones de transition climatique Nord (Rivière St-Denis, Rivière des Pluies) et Sud (Rivière Langevin, Bras de la Plaine...),
- Le problème posé par un niveau de saprobie naturelle plus élevé à la Réunion, comme dans les autres DOM tropicaux, que dans le contexte métropolitain. L'origine de cette différence est certainement due au fait que diverses espèces sauvages d'arbres sont présentes jusqu'en bordure de cours d'eau et peuvent produire d'importantes chutes de fruits, pièces florales et autre matériel fermentescible directement dans le cours d'eau ou dans son environnement proche, dans des conditions de température conduisant à une altération rapide de cette biomasse. Il faut donc consacrer une attention particulière aux taxons à écologie saprobe qui peuvent faire normalement partie de cortèges de référence, au moins de façon saisonnière.

- Un manque de progressivité de l'indice, pour l'instant élaboré sur une liste restreinte de taxons d'alerte (48), dont la plupart ont été repérés sur quelques sites très pollués à l'aval de bassins versants, et qui interviennent tous de façon équivalente sur le plan de l'information d'altération qu'ils portent. Il doit être possible d'allonger un peu cette liste de taxons d'alerte et de plus nuancer le message d'alerte dont ils sont porteurs afin d'augmenter la faculté de discrimination de l'indice dans la zone des altérations anthropiques de modérées à moyennes.

3) Premiers prototypes d'IDR comparés (IDR-V1 à V5) :

Une comparaison de plusieurs scénarios de mobilisation des profils de qualité des espèces a donc été menée entre Juin et Juillet 2013, en partant de règles simples d'interprétation de profils écologiques testées lors de la V1 (cf rapport final de l'étude, version du 10-10-2012) et en raffinant progressivement l'information attachée aux taxons d'alerte. Le but est d'étudier l'impact de ces règles :

- sur la qualité de la relation entre gradient abiotique et notes de chaque version d'indice d'une part,
- sur l'ordination et la classification des sites d'autre part, en se basant sur l'expertise et la connaissance du terrain, ainsi que sur le classement de certains sites-repères au statut bien connu. Afin de progresser par rapport à la V1 de l'IDR, la zone à diagnostiquer avec une attention plus particulière est celle où le début d'altération anthropique prend le relais de la variation naturelle résiduelle non maîtrisée par l'indice.

Nota : Dans cette première phase de sélection rapide entre les 5 prototypes d'IDR testés, afin de ne pas induire de biais méthodologique, les effectifs de taxons identifiés comme taxons halophiles par une couleur spécifique de profil (couleur verte) participent au calcul d'indice dans les nouvelles versions de la même façon que cela a été fait pour l'IDR-V1.

Représentant une influence d'origine naturelle (influence haline littorale), il ne leur a pas été donné de signification particulière en termes d'altération anthropique. A ce stade, ils participent donc au calcul d'indice au niveau des effectifs comptés, et leurs profils sont pris en compte de façon identique aux Taxons +.

Ces taxons étaient au nombre de 3 ayant un profil calculé dans l'IDR pour les versions d'IDR V1 et V2. A l'examen plus poussé de la bibliographie marine et littorale, les experts-maillon ont étendu la liste à 9 taxons à profil calculé dans l'IDR pour les versions V3, V4 et V5. En fonction de l'extension des référentiels intervenu avec l'inclusion nouvelle des relevés de réseaux de routine 2011 et 2012, ce total a été porté à 12 taxons dépassant les seuils de sélection pour les variantes de l'IDR-V5 réactualisées le 1^{er}/10/2013.

Les versions d'indice comparées et leurs caractéristiques ont été les suivantes :

IDR-V1 (version du rapport final IDR du 10-10-2012) : Gradient composite **uniquement abiotique** (GCA) basé sur une ACP « restreinte » à 9 descripteurs sous forte influence de l'anthropisation, 5 classes de qualité pour le profil de qualité des taxons, 48 taxons d'alerte tous équivalents.

3 taxons sont expertisés comme halins (sur 175), ils participent à l'effectif cumulé du comptage, mais ne se voient pas attribuer de valeur d'altération particulière (ils sont considérés comme Taxons +).

➤ **Critères de seuillage pour la sélection des Taxons-** : (cf Rapport Final du 10-10-2012, page 75)

- Probabilité d'abondance relative sur la Classe 1 $\geq 45\%$
- Ou probabilité d'abondance relative sur la Classe 1 $\geq 25\%$ et cumul de probabilité d'abondance relative sur les Classes (1 + 2) $\geq 80\%$
- Ou pas de seuillage minimal sur la Classe 1, mais cumul de probabilité d'abondance relative sur les Classes (1 + 2) $\geq 95\%$

➤ **Calcul de l'IDR** : (cf Rapport Final du 10-10-2012, page 82)

Sont mobilisées :

- la somme des abondances relatives des espèces "+" (Somme Ab "+") et la somme des abondances relatives des espèces "-" (Somme Ab "-"),
- la somme des abondances des espèces du relevé ayant un profil dans l'indice (Tot.)
- le nombre d'espèces "+" (Nb Espèces "+"), le nombre d'espèces "-" (Nb Espèces "-"),
- la richesse spécifique du relevé (RS), soit le nombre de taxons différents présents dans le relevé et faisant partie de l'assise de l'indice (parmi les 175 taxons présélectionnés)

Formule de calcul de la note d'IDR pour un relevé [Echelle : (-100 – 100)] :

$$\text{IDR}_{(-100,100)} = \frac{[\text{Somme Ab "+"} * (\text{Nb Espèces "+"} / \text{RS})] - [\text{Somme Ab "-" } * (\text{Nb Espèces "-" } / \text{RS})]}{\text{Tot}/100}$$

Cette échelle (-100, 100) couvre une étendue de 200 unités, pour convertir cette note en note sur 20, il suffit de :






- réaliser une translation $(-100, 100) \Rightarrow (0, 200)$ en ajoutant 100 au numérateur
- diviser par 10 pour réduire l'échelle de 200 à 20 unités

➤ Soit :

$$\text{IDR}_{(0-20)} = \frac{100 + [\text{note IDR}_{(-100,100)}]}{10}$$

Valeurs–seuils de classes de l'IDR – V1:

(*valeur \geq au seuil = seuil de déclassement non atteint*)

[-100]	rouge	[-38]	orange	[25]	jaune	[87]	vert	[95]	bleu	[100]
										
[0]		[6,5]		[12,5]		[18,7]		[19,5]		[20]

En résumé, IDR-V1 : Version la plus simple d'indice basée sur un gradient uniquement abiotique et une seule catégorie de taxons d'alerte

IDR-V2 : (*Script Sébastien BOUTRY, 10 Octobre 2012*). Gradient composite Multimétrique (GCMA) basé sur la matrice abiotique et sur la matrice de réponse biologique d'une CCA restreinte mobilisant 9 descripteurs d'anthropisation, 4 classes de qualité pour le profil de qualité des taxons, 48 taxons d'alerte tous équivalents. Les taxons halins (il y en a 3 sur 175) participent à l'effectif cumulé du comptage, mais ne se voient pas attribuer de valeur d'altération particulière (ils sont considérés comme Taxons +).

➔ **Critères de seuillage :**

idem IDR-V1, mais sur la base de profils écologiques de taxons bâtis sur 4 classes au lieu de 5 à partir du gradient de valeurs du GCMA (gradient composite multimétrique incluant un gradient abiotique d'anthropisation et un gradient biotique basé sur la matrice-réponse des taxons dans la CCA restreinte) :

- Probabilité d'abondance relative sur la Classe 1 $\geq 45\%$
- Ou probabilité d'abondance relative sur la Classe 1 $\geq 25\%$ et cumul de probabilité d'abondance relative sur les Classes (1 + 2) $\geq 80\%$
- Ou pas de seuillage minimal sur la Classe 1, mais cumul de probabilité d'abondance relative sur les Classes (1 + 2) $\geq 95\%$

➔ **Calcul de l'IDR-V2 :**

Mêmes termes intervenant dans la formule et mêmes principes de calcul que pour l'IDR -V1 ci-dessus, sous la reformulation suivante (Echelle -100 – 100), (Echelle 0 – 20)

Calcul de l'indice :

$$Indice_{site} = \left(\sum Ab_{relative}^+ * (NbrEsp^+ / RS) - \left(poids^- * \left(\sum Ab_{relative}^- * (NbrEsp^- / RS) \right) \right) \right)$$

Normalisation IDR- V2 :

La formule suivante permet de normaliser et d'exprimer les notes en échelle (0-20) :

$$Indice_{site/20} = \frac{Indice_{site} - \min(poids^- * 100)}{(\max(Indice_{site}) - \min(poids^- * 100))} * 20$$

En résumé, IDR-V2 : Version assez simple d'indice basée sur un gradient composite (abiotique et biologique) et une seule catégorie de taxons d'alerte. On doit pouvoir, à partir de cette V2 (construite sur 4 classes de qualité des taxons) et de la V1 précédente ((construite sur 5 classes de qualité des taxons), comparer assez valablement ces deux versions et diagnostiquer l'apport éventuel du gradient biotique pour corriger les faiblesses de l'échantillonnage abiotique ponctuel par une amélioration de la relation entre pression et réponse de la métrique biologique.

IDR-V3 : Version Sébastien BOUTRY modifiée (Répertoire du 05-07-2013),. Construction sur 4 classes de qualité abiotique basées sur les valeurs du gradient composite (GCMA) et non sur une équipondération de classes en iso-effectifs. 2 pondérations de taxons, les Taxons ⁻ (avec coefficient -1), et les Taxons ²⁻ (avec coefficient -3).

➔ **Critères de seuillage :**

- (Par défaut de sélection, tous les taxons sont Taxons ⁺)
- Taxons ⁻ : Somme des classes 1 et 2 (valeurs profil) > 0,5
- Taxons ²⁻ : 2 variantes :
 - * **IDR-V3 OU** : Plus de 2 occurrences en Classe 1 **OU** Classe 1 > 0,4
 - * **IDR-V3 ET** : Plus de 2 occurrences en Classe 1 **ET** Classe 1 > 0,4

➔ **Calcul de l'IDR-V3 :**

$$\begin{aligned}
 Indice_{site} = & \left(\sum Ab_{relative}^+ * (NbrEsp^+ / RS) \right) \\
 & - \left(1 * \left(\sum Ab_{relative}^- * (NbrEsp^- / RS) \right) \right) \\
 & - \left(3 * \left(\sum Ab_{relative}^{2-} * (NbrEsp^{2-} / RS) \right) \right)
 \end{aligned}$$

➔ **Normalisation IDR-V3 :**

$$Indice_{site/20} = \frac{Indice_{site} - (3*100)}{(\max(Indice_{site}) - (3*100))} * 20$$

En résumé, IDR-V3 : Version d'indice basée sur les nouveaux profils à 4 classes de qualité bâtis sur un gradient composite multimétrique (abiotique et biologique), intervention de 2 catégories de taxons d'alerte pondérés différemment. 2 variantes d'utilisation des taxons d'alerte testées (IDR-V3 OU, IDR-V3 ET)

IDR-V4 : Version proposée par FD proche de l'IDR-V3 de Sébastien BOUTRY (V_05-07-2013). Construction sur 4 classes de qualité abiotique basées sur les valeurs du gradient composite (GCMA) et non sur une équipondération de classes en iso-effectifs (idem V3). 2 pondérations de taxons d'alerte, les Taxons ⁻ avec coefficient d'altération de 1, les Taxons ²⁻ avec coefficient d'altération de 3.

Une première modification provient d'une part de l'application de critères progressifs pour sélectionner et donner un poids dans l'indice aux deux catégories de taxons d'alerte, les Taxons ²⁻ ayant des critères de sélection plus sévères que les Taxons ⁻ au sens du message d'altération apporté.

Une seconde porte sur l'introduction d'un seuillage à l'autre extrémité des classes de qualité, veillant à éviter de considérer comme taxons d'alerte des taxons dont la présence est normale et forte dans la classe 4 (conditions de très bonne qualité incluant les sites de référence). Cette dernière disposition vise à ne pas induire de baisse de note excessive par des taxons probablement inféodés à de la matière organique naturelle (cf chutes de fruits, de pièces florales...), qui pourraient être fortement présents en sites indiscutablement de référence mais dont la présence serait interprétée de façon injustifiée comme la résultante d'une altération anthropique.

➔ Critères de seuillage :

- (Par défaut de sélection, tous les taxons sont Taxons ⁺)
- Taxons ⁻ : Somme des classes 1 et 2 (valeurs profil) > 0,55 et Valeur de classe 4 en abondance relative moyenne < 0,2
- Taxons 2⁻ : plus de 2 occurrences en classe 1 et Classe 1 > 0,4 et Valeur de classe 4 en abondance relative moyenne < 0,1

➔ Calcul de l'IDR-V4 (idem V3) :

$$\begin{aligned} \text{Indice}_{\text{site}} = & \left(\sum Ab_{\text{relative}}^+ * (\text{NbrEsp}^+ / \text{RS}) \right) \\ & - \left(1 * \left(\sum Ab_{\text{relative}}^- * (\text{NbrEsp}^- / \text{RS}) \right) \right) \\ & - \left(3 * \left(\sum Ab_{\text{relative}}^{2-} * (\text{NbrEsp}^{2-} / \text{RS}) \right) \right) \end{aligned}$$

➔ Normalisation IDR-V4 (idem V3) :

$$\text{Indice}_{\text{site}/20} = \frac{\text{Indice}_{\text{site}} - (3*100)}{(\max(\text{Indice}_{\text{site}}) - (3*100))} * 20$$

En résumé, IDR-V4 : Version d'indice basée sur les nouveaux profils à 4 classes de qualité bâtis sur un gradient composite (abiotique et biologique). Intervention de 2 catégories de taxons d'alerte pondérés différemment pour la prise en compte de leur signal d'altération : -3 pour Taxons ²⁻ (couleur rouge), -1 pour Taxons ⁻ (couleur orange), après contrôle du non-dépassement d'un seuil d'abondance relative dans la classe 4 (très bonne qualité).

IDR-V5 : Version expérimentale FD-SB du 05-07-2013. Construction des profils de taxons sur 4 classes de qualité abiotique, basées sur les valeurs du gradient composite (GCMA) et non sur une équipondération de classes en iso-effectifs (idem V3 et V4). 3 classes de poids des taxons d'alerte tenant compte à la fois de l'intensité du déséquilibre du profil vers les 2 classes inférieures (signal d'affinité avec l'altération), de la robustesse du profil (quantité d'occurrences prises en compte, cohérence du signal) et d'un plafonnement du niveau de présence de l'espèce dans la classe des meilleures qualités (Classe 4). 3 pondérations différentes de taxons d'alerte, les Taxons ⁻ avec coefficient (-1), les Taxons ²⁻ avec coefficient (-3), les Taxons ³⁻ avec coefficient (-5).

➔ Critères de seuillage :

- (Par défaut de sélection, tous les taxons sont Taxons ⁺)
- Taxons ⁻ : Au moins 3 occurrences en tout et Somme des classes 1 et 2 (valeurs profil) > 0,50 et Valeur de classe 4 en abondance relative moyenne < 0,2. Exemples de taxons-repères devant rester dans cette classe : *Navicula escambia*, *Navicula rostellata*, *Nitzschia amphibia* f. *frauenfeldii*, *Encyonema silesiacum*, *Nitzschia dissipata* (ces 3 dernières espèces-repères en gris étant proches de la limite de non-sélection).
- Taxons ²⁻ : Au moins 3 occurrences en tout et Somme des classes 1 et 2 (valeurs profil) > 0,70 et Valeur de classe 4 en abondance relative moyenne

< 0,1. Exemples de taxons-repères devant rester dans cette classe : *Fallacia pygmaea*, *Halamphora acutiuscula*, *Karaieva aff*; *amoenia*, *Lemnicola hungarica*. *Navicula erifuga*. *Nitzschia palea* est une espèce-repère ne devant pas se trouver dans cette classe, mais de façon plus souhaitable dans la classe taxons - (elle est porteuse d'un signal d'altération modéré, mais son euryécie peut aussi l'amener à être modérément présente en sites de référence... Si elle est dans ces sites, elle en fera descendre la note d'où son poids à modérer).

- Taxons ³⁻ : Au moins 4 occurrences en tout et au moins 3 occurrences en classe 1 et valeur de classe 1 supérieure ou égale à 0,4 et somme des classes 1 et 2 (valeurs profils) > 0,70 et Valeur de classe 4 en abondance relative moyenne inférieure ou égale à 0,05. Exemples de taxons-repères limites, pour des raisons différentes, mais qui doivent passer dans cette classe : *Fistulifera saprophila* (forme du profil), *Nitzschia umbonata* (seulement 4 occurrences dans tout le jeu de données du programme, mais taxon d'alerte-repère déjà bien connu dans d'autres contextes pour son affinité avec la forte dégradation anthropique).

➔ Calcul de l'IDR-V5

$$\begin{aligned}
 Indice_{site} = & \left(\sum Ab_{relative}^+ * (NbrEsp^+ / RS) \right) \\
 & - \left(1 * \left(\sum Ab_{relative}^- * (NbrEsp^- / RS) \right) \right) \\
 & - \left(3 * \left(\sum Ab_{relative}^{--} * (NbrEsp^{--} / RS) \right) \right) \\
 & - \left(5 * \left(\sum Ab_{relative}^{---} * (NbrEsp^{---} / RS) \right) \right)
 \end{aligned}$$

➔ Normalisation IDR-V5

$$Indice_{site/20} = \frac{Indice_{site} - (5*100)}{(\max(Indice_{site}) - (5*100))} * 20$$

En résumé, IDR-V5 : Version d'indice basée sur les nouveaux profils d'espèces à 4 classes de qualité construits à partir du gradient composite GCMA (abiotique et biologique). Intervention de 3 catégories de taxons d'alerte pondérés différemment : - 5 pour Taxons ³⁻ (rouges), -3 pour Taxons ²⁻ (oranges), -1 pour Taxons ⁻ (jaunes).

4) Diagnostic d'évaluation des 5 versions d'indices (IDR V1 à V5) :

Un résumé sommaire des caractéristiques principales ayant trait à la conception des 5 versions d'IDR testées figure dans le **Tableau 1** en page suivante.

Des scripts sous R ont été écrits pour la construction et le calcul de 4 nouvelles versions d'IDR, le but étant d'améliorer l'approche méthodologique et les résultats indiciels par rapport à la version IDR-V1 du rapport final d'Octobre 2012, qui manquait de sensibilité et de progressivité.

Versions IDR	Métriques de qualité du milieu	Nb classes de qualité pour profils taxons	Critères de sélection des taxons d'alerte	Catégories de taxons constitutifs	Valence taxons
IDR-V1	GCA (Gradient Abiotique)	5	+ (Classes Altérées)	Taxons – Taxons +	-1 +1
IDR-V2	GCMA (Abiotique + Réponse taxons)	4	+ (Classes Altérées)	Taxons – Taxons +	-1 +1
IDR-V3	GCMA (Abiotique + réponse taxons)	4	+ (Classes Altérées)	Taxons – Taxons +	-1 +1
IDR-V4	GCMA (Abiotique + réponse taxons)	4	+ (Classes Altérées), - (Sites Référence)	Taxons 2– Taxons – Taxons +	-3 -1 +1
IDR-V5	GCMA (Abiotique + réponse taxons)	4	+ (Classes Altérées), - (Sites Référence)	Taxons 3– Taxons 2– Taxons – Taxons +	-5 -3 -1 +1

Tableau 1 : Résumé des principales caractéristiques de conception des 5 versions d'IDR testées

Les résultats des 5 versions d'indices ont été calculés et ont fait l'objet d'une évaluation comparative plus ou moins poussée. Pour raison de temps de travail limité à y consacrer, dans un contexte de préparation de l'atelier de fin Août 2013, certaines versions apparemment moins promises à un avenir que d'autres ont été diagnostiquées assez sommairement et n'ont pas fait l'objet d'un approfondissement après examen des premiers résultats et constat assez immédiat et évident de leur inadéquation avec l'objectif assigné à l'exercice. Toutes les sorties ont cependant été soigneusement archivées afin de pouvoir les re-travailler, dans le cas hypothétique ou l'intérêt d'une de ces formulations nous aurait échappé.

Le travail de diagnostic s'est donc orienté assez rapidement vers les versions les plus prometteuses dans la perspective de l'atelier de fin Août, c'est-à-dire celles donnant plus de progressivité dans le diagnostic d'altération tout en contenant la variation des notes dans une fourchette raisonnable sur les sites de référence ou sur d'autres manifestation proches du très bon état.

Les relations «pression-impact» de chacune des 5 versions d'IDA comparées à ce stade ont été éditées selon plusieurs règles de formalisation et leur physionomie a été soigneusement examinée (cf exemple présenté en **Figure 1** page suivante : Relation pression-impact entre gradient composite multimétrique d'anthropisation (CGMA) et notes d'IDA – version 3 « ET »).

Cependant, si la physionomie et la qualité de ces relations pression-impact ont été soigneusement regardées et diagnostiquées, la comparaison de pertinence des 5 versions d'indice pour évaluer plus ou moins finement les altérations n'a pas pu se baser fortement sur elles, ni sur une liste complètement objectivée de critères biomathématiques synthétiques qui en auraient découlé et qui rendraient compte de façon résumée, simple et fiable de leur performance dans le diagnostic de l'altération anthropique.

En effet, l'objectif de ces inter-comparaisons était bien de repérer la performance différenciée des versions candidates à **évaluer les impacts anthropiques**, et de pouvoir choisir au final celle qui répond le mieux au diagnostic de l'altération anthropique.

Notes
IDR_V3 « ET »

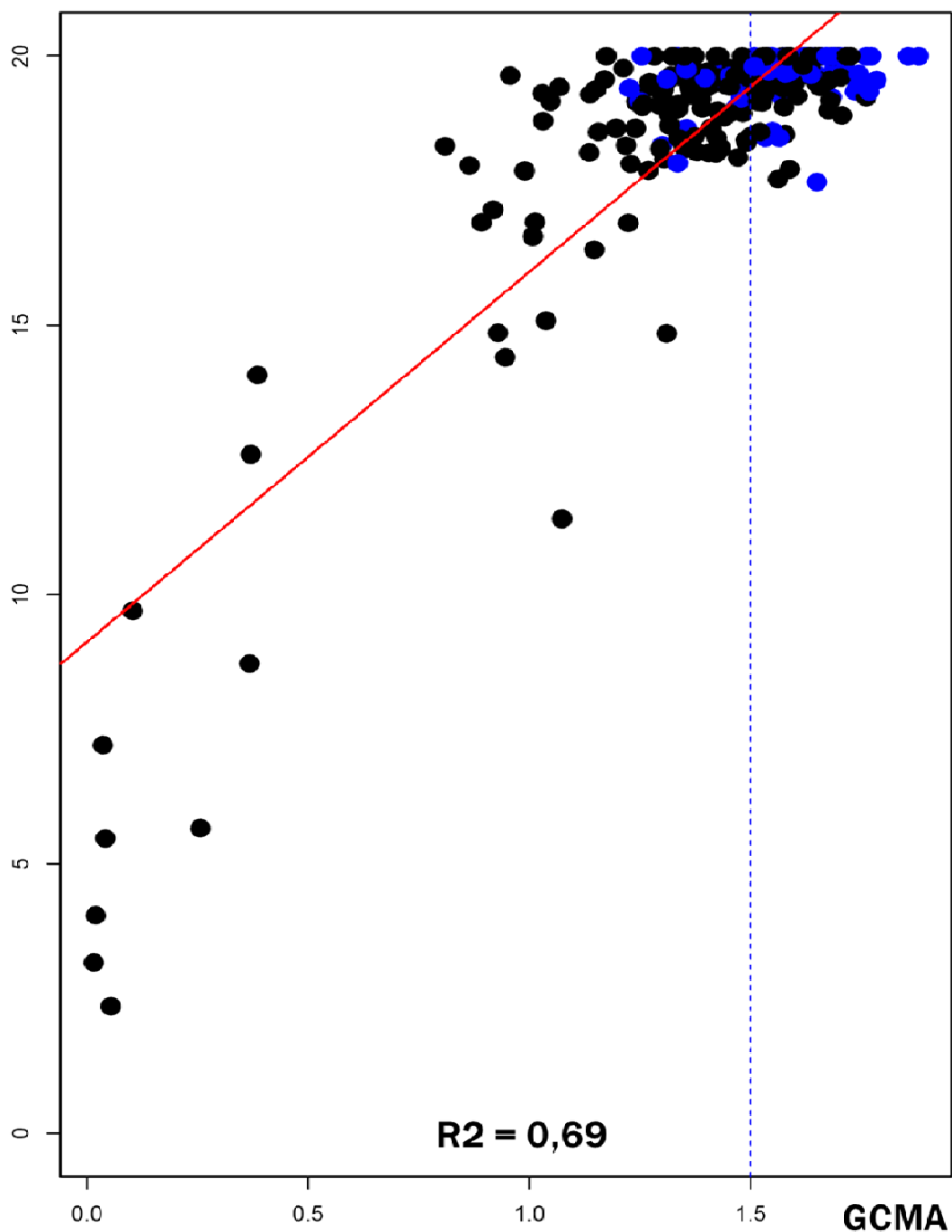


Figure 1 : Relation entre CGMA et IDR – Version 3 « ET »

Or « diagnostiquer les impacts anthropiques de façon sensible et fiable » n'est pas synonyme de « coller globalement à une relation pression-impact », l'établissement de ces relations rencontrant certains problèmes susceptibles d'en altérer la représentativité, globale, d'autres pouvant poser problème sur certaines zones du gradient, ou sur certains relevés particuliers.

Les principaux problèmes repérés susceptibles d'altérer la représentativité de ces relations sont les suivantes :

- La vision de la chimie au relevé a été obtenue à partir d'échantillonnages ponctuels. Cela ne constituera pas une forte limitation pour les situations naturelles ou pseudo-naturelles surtout influencées par les forçages environnementaux et à hydrochimie assez stable (sachant que les échantillonnages biologiques doivent être faits hors perturbation hydrologique récente et qu'il a été pris un soin particulier à ne pas intégrer des échantillonnages chimiques marqués par les crues). Par contre, ce référentiel abiotique souffre d'un défaut de représentativité temporelle évident pour les situations sous altération anthropique forte, et ce d'autant plus qu'il s'agit de rejets variables dans le temps ou discontinus (type STEPs, industrie sucrière etc...) dans un cours d'eau ayant lui-même un régime et un débit variables. Aussi, les valeurs de CGMA obtenues par calcul souffrent d'un défaut de représentativité pouvant les éloigner d'une situation physico-chimique moyenne, et cette probabilité est d'autant plus forte que l'intensité de l'altération est élevée et agit sur un mode discontinu ou doté d'une rythmicité non maîtrisée par la stratégie d'échantillonnage (secteur en bas et à gauche de tous les graphes produits sur le modèle de la Figure 1). Dans ce secteur, les réponses biologiques sont très probablement plus intégratrices de la qualité des conditions du milieu aquatique pour les diatomées que les valeurs de CGMA calculées au relevé.
- La vision de la chimie fait intervenir un assortiment de 9 variables très influencées par la pression anthropique. Bien qu'elles subissent chacune ses variations propres au site et à la date, en relation avec la nature de l'altération anthropique dominante qui s'exerce au site, elles sont fortement inter-corrélées. Par exemple, DBO5, DCO, NKj, NH4, PO4, NO2, NO3, P Total, Saturation en O2 voire aussi MES) covarient fortement et de façon inextricable à l'aval de pollutions diffuses domestiques ou d'élevage, de STEPs, de rejets de sucreries ou d'autres IAA, fait illustré par la physionomie de l'ACP abiotique réalisée pendant le programme de recherche (via le contenu de la matrice des corrélations de Pearson). Il n'était pas possible de faire un travail propre de bio-indication multimétrique traitant de façon séparée ces variables liées. Il a donc été choisi de les intégrer en un gradient composite multimétrique d'anthropisation unique (CGMA) qui résume le degré d'altération anthropique global, mais a le défaut d'accorder un poids à chaque variable qui ne peut être le reflet exact de l'impact isolé que cette variable génère sur les communautés diatomiques multispécifiques, puisque toutes ces variables covarient et n'agissent jamais seules. Outre le défaut de représentativité temporelle évoqué au point précédent, le score de CGMA représente un niveau d'altération anthropique global mais sa valeur n'est pas forcément exactement représentative de l'impact généré par la combinaison de descripteurs qu'il représente (par exemple, le PO4, forme immédiatement biodisponible du phosphore, est plus impactant que du P Total dont une partie serait sous forme particulière non immédiatement mobilisable pour l'eutrophisation, du NH4, qui peut revêtir une toxicité à partir d'une certaine teneur, sera beaucoup plus impactant pour les divers compartiments biologiques que du NO3 à teneur égale, etc...).
- Le jeu de données est très déséquilibré du point de vue de la représentation du gradient d'anthropisation : un nombre très dominant de relevés est représentatif de conditions naturelles ou pseudo-naturelles, il existe un déficit important de relevés de faiblement à moyennement altérés, une trentaine de relevés seulement présentent un degré d'altération de moyenne à forte. Ce déséquilibre influe fortement sur la qualité d'ajustement de la relation, dont le maximum d'inertie est porté par des sites en bon à très bon état, et sur l'équilibre des résidus.
- La relation entre notes d'indices (ou EQRs) et le gradient d'anthropisation restitué via les scores de GMA est visiblement non-linéaire pour les 6 versions ou variantes de

versions d'IDR testées. De ce fait, l'analyse de petites variations des R^2 procurés sur une base d'ajustement linéaire par les différentes versions d'indice à comparer ne serait pas un descripteur fiable vis-à-vis de l'objectif de l'inter-comparaison de la performance de repérage de l'altération anthropique par ces 6 formulations d'indice. En effet, le but n'est pas d'obtenir une relation linéaire si elle ne l'est pas, mais de sélectionner une version d'indice donnant la note la plus judicieuse en correspondance avec le degré d'altération des sites, sur toute la gamme du gradient et notamment dans la partie correspondant à la mise en place du début de l'altération anthropique. En effet, dans ses notes, l'indice doit limiter la prise en compte des variations naturelles et être focalisé sur les réponses biologiques associées à l'effet d'un impact anthropique.

Dans un contexte de temps limité, le diagnostic a porté sur des signes assez évidents d'amélioration apportée par les nouvelles versions d'IDR en test par rapport aux problèmes signalés avec l'IDR_V1. Ces apports ont été résumés dans les petites synthèses de comparaisons 2 à 2 des versions d'indices figurant un peu plus loin. Outre diverses indications globales sur l'influence des nouvelles versions sur la résolution de problèmes antérieurement signalés, la comparaison a porté sur un examen attentif de la classification des relevés et sites en fonction de la connaissance-expert détenue sur les pollutions et le statut des sites (via les référentiels de chimie mobilisés dans l'étude d'une part, via une bonne connaissance de terrain d'autre part).

A cet effet, la **Figure 2** page suivante illustre, sur l'exemple de la relation pression-impact entre CGMA et **EQRs-IDR_V5(-330)**, le positionnement particulier de relevés provenant de sites-campagnes connus (cf identifiant de relevé) et dont les relevés de chimie étaient disponibles et intégrés sur 2 à 3 dates (campagnes de terrain A à E) au long du gradient d'altération.

L'exemple présenté ici est basé sur un classement de qualité des sites calée sur 2 grilles d'EQRs (1 zone géographique regroupée Est, 1 zone géographique regroupée Ouest + cours d'eau de zones de transition climatique). La figure est construite sur l'assise-relevés de l'étude initiale (effectif pris en compte : 269 relevés), et les classes de qualité sont calées dans les 2 zones sur un seuil de basculement BE-EM de 0,94 (cf règles choisies en vue de la tenue de l'Atelier sur le classement des masses d'eau de la Réunion des 26 et 28-08-2013). La Figure 2 permet d'identifier aisément les sites moyennement à fortement impactés (nuage peu dense). Des zooms graphiques réalisés en tant que de besoin sur des parties plus restreintes des 2 échelles, ainsi que l'expertise du classement des relevés sous tableur Excel, ont permis d'asseoir un diagnostic plus fin de sites naturels et faiblement altérés se situant dans la partie la plus densifiée du nuage de relevés.

Il ressort de cette analyse comparative les éléments marquants suivants :

Par rapport à l'**IDR-V1**, l'évolution méthodologique principale intervenue dans la **V2**, qui consistait à construire les profils d'espèces sur la base d'une matrice abiotique **et** d'une métrique de réponse biotique issues de la CCA restreinte réduite à 9 variables d'anthropisation, s'avère amener une amélioration de la qualité de relation entre métrique composite d'anthropisation et IDR-V2 (resserrement net de quelques relevés vers cette relation avec diminution des résidus, ce qui souligne l'intérêt d'utiliser une **combinaison de ces 2 métriques pour pallier la faible représentativité temporelle des échantillonnages chimiques ponctuels**).

Ces 2 améliorations méthodologiques de la V2 par rapport à la V1 ont bien sûr modifié la physionomie des profils de qualité des espèces et ont rendu nécessaire une adaptation des règles d'interprétation des profils qui avaient été utilisées pour la V1, afin d'assigner aux taxons une valeur indicatrice adéquate dans l'indice. Ces évolutions plutôt concluantes sur le plan des résultats ont ensuite été adoptées pour toutes les nouvelles versions ultérieures (V3 à V5).

La **V3** introduit une **différence d'appréciation du poids à attribuer aux taxons d'alerte**, à savoir un poids d'alerte de (-3) pour les taxons au profil d'altération le plus confirmé, et un poids d'alerte de (-1) pour des taxons à message d'altération en apparence moins fort, ou alors établi de façon moins robuste en fonction de l'assise-données sur laquelle a été calculé le profil (nombre encore un peu limité d'occurrences et d'abondances relatives de l'espèce dans le jeu de données actuel). 2 variantes ont été produites, dont une avec un cumul de critères d'alerte (version **V3-ET**), une avec une alternative de critères d'alerte décidant de l'affectation (Version **V3-OU**). Cette dernière, dont les règles insuffisamment sélectives seront difficiles à légitimer sur le plan de l'écologie de l'altération, génère du flou dans la relation entre gradient d'altération (GCMA) et notes d'indice.

La raison en tient pour une bonne part à une sélection insuffisamment sélective avec de telles règles de seuillage, qui aboutit à retenir dans les taxons d'alerte des taxons euryèces (autrement dit, à amplitude écologique importante) qui ne sont pas plus liés à l'altération anthropique qu'à des conditions de vie en relation avec une bonne qualité des milieux. Cette 2ème alternative n'a donc pas été étudiée plus avant une fois ce constat dressé.

Faute de temps suffisant, la **V3-ET** n'a pas non plus été diagnostiquée à fond alors que des sorties de cartes d'état montrent déjà une amélioration assez sensible par rapport à la V1, révélant la plus-value des **profils de qualité écologique des espèces bâtis sur 4 classes de qualité** ainsi que l'intérêt de l'introduction d'une **pondération graduée des scores d'altération** par rapport à un poids unique lié au statut de de taxon d'alerte. Ces apports très intéressants ont été capitalisés et perpétués dans les versions ultérieures produites. Cependant, il a aussi été repéré sur cette version que certains taxons à préférences écologiques larges (euryèces), qui arrivent à s'accommoder indifféremment de conditions de bonne à très bonne qualité comme de conditions plus dégradées, pouvaient être rencontrés à des pourcentages d'abondance relative assez importants en sites de référence (exemple de taxons modérément à moyennement saprobes associés aux chutes de fruits et autres organes végétaux), générant des baisses de notes excessives sur sites de référence (alors qu'il s'agit d'une influence naturelle susceptible de se renouveler tous les ans sur ces sites) et par contrecoup, du flou dans le diagnostic réel de la première partie du gradient d'altération anthropique.

Suite à ce constat, une évolution de cette V3 également basée sur 2 classes de taxons d'alerte, la **V4**, s'est vu rajouter un principe additionnel de sélection visant à juger de la **consistance des taxons d'alerte** à la fois par rapport à la **forte représentation dans les 2 classes de qualité les plus basses** (Classe 1 et Classe 2), signant leur affinité pour l'altération, mais aussi par un **seuil-plafond de présence dans les situations de référence ou en très bon état** correspondant à la Classe 4.

Cette évolution méthodologique a visé spécifiquement à régler de façon plus satisfaisante le problème du niveau de saprobie naturelle plus élevé dans les DOMs qu'en métropole, et à maîtriser en partie la variation de note d'indice liée à cet enrichissement organique naturel qui intervient aussi de façon saisonnière dans des cours d'eau de référence incontestablement préservés d'incidences anthropiques indésirables.

De ce fait, les taxons saprobes naturellement présents en quantités supérieures aux seuils fixés sur des sites de référence non suspects d'altération anthropique ne sont pas retenus

comme taxons d'alerte, ou sont retenus comme taxons d'alerte à pondération plus faible selon le cas, afin de limiter leur incidence en termes de baisses de notes.

Cette version d'indice n'a pas non plus été diagnostiquée complètement à fond faute de temps, cependant l'examen de la classification des sites en notes brutes d'indice, plus consistante que les précédentes par rapport à la connaissance-expert des cours d'eau, a montré que cet apport est utile à l'évaluation en la rendant mieux focalisée sur des effets réels de l'altération anthropique.

Par conséquent, cet apport méthodologique de la V4 a été conservé pour la construction d'une **V5** qui **exploite encore de façon plus raffinée l'interprétation du profil écologique des taxons d'alerte** (cf. description plus élaborée des règles de sélection des taxons d'alerte utilisées pour cette version, décrites au chapitre précédent). Outre l'utilisation du plafonnement graduel de l'abondance en sites de référence introduit à partir de la version V4 (plus le taxon a un statut d'alerte fort, plus intense est le plafonnement de sa présence en situations de référence), l'apport principal consiste en un raffinement encore plus important du message porté par les taxons d'alerte, avec **3 pondérations différentes** selon la certitude et l'intensité du message d'altération qui a pu leur être affecté à partir des relevés complets du programme d'étude « IDR ».

Si certaines versions intermédiaires, en particulier la **V3_ET** et la **V4**, apportent leur lot d'amélioration par rapport à la V1, la **V5** résout de façon plutôt concluante la quasi-totalité des anomalies de classification d'état qui avaient été repérées pour la V1, notamment sur les cours d'eau des zones de transition climatique, et présente une maîtrise améliorée (même si elle n'est pas totale) de la variabilité naturelle, qui impacte désormais plus modérément le niveau de note indicielle. De ce fait, cette variabilité naturelle devient donc plus facilement contrôlable par une stratégie adéquate d'EQRs.

C'est donc sur la base de l'IDR-V5 que le travail de stabilisation de l'indice a été mené à son terme en travaillant et inter-comparant plusieurs variantes (cf chapitre suivant) et qu'ont ensuite été faits les travaux ultérieurs de déclinaison en EQRs et les simulations sur l'évaluation intégrée d'état écologique au site (cf nouvelle note de travail à venir prochainement).

5) Stabilisation finale de l'IDR-V5 : actualisation des profils de qualité des espèces constitutives, comparaison de 5 variantes :

A) Actualisation des profils de qualité des taxons constitutifs :

Les scientifiques chargés du programme d'étude et concepteurs de la nouvelle méthode indicielle ont jugé opportun de réintégrer l'ensemble des informations non-existantes pendant le programme initial mais devenues disponibles depuis, afin d'améliorer la connaissance écologique des taxons diatomiques réunionnais et d'inclure le maximum de connaissance utile dans l'IDR préalablement à sa stabilisation pour tout le prochain Plan de Gestion des masses d'Eau.

Dans ce but, en marge de la tenue des 2 ateliers de fixation de l'Etat Ecologique des masses d'eau qui s'est déroulé à la Réunion entre le 26 et le 29-08-2013, des séances de travail sur place organisées entre le 27 et le 29-08-2013 entre François DELMAS (IRSTEA)

et Gilles GASSIOLE (ASCONIT) ont permis d'expertiser et d'intégrer le maximum d'informations complémentaires utiles sur la connaissance de l'écologie des taxons procurées :

- a) par les résultats d'analyses spécifiques de données réalisées par Gilles dans la dernière partie de sa thèse,
- b) par l'assise étendue apportée par les 76 nouveaux relevés acquis dans le cadre des réseaux de surveillance de routine au cours des années 2011 et 2012.

Ces données ou informations additionnelles ont donc été expertisées conjointement afin de participer à l'établissement ou à l'actualisation de profils d'espèces constitutives de l'IDR.

La démarche de ré-actualisation et d'expertise a porté en 2 temps :

1) **Révision de la liste des taxons constitutifs de l'IDR** (incluant les taxons + et les taxons d'alerte) : Elle résulte d'un calcul basé sur le contenu de tous les relevés diatomiques désormais disponibles, et la participation du taxon à l'IDR se détermine ou non en fonction du dépassement des critères de seuillage initiaux des taxons (sur l'occurrence minimale, sur l'abondance relative minimale dans le jeu de données) appliqués sur le référentiel de données étendu, permettant d'augmenter ainsi l'assise-taxons de l'IDR en fonction des données complémentaires apportées par les relevés des réseaux de surveillance 2011 et 2012).

2) **Travail d'actualisation des profils de qualité des espèces constitutives** : Les taxons porteurs d'un fort message d'anthropisation, qui avaient bien sûr été repérés dès la V1, n'ont pratiquement pas changé. Cependant, en fonction du raffinement de l'échelle des scores attribués aux taxons d'alerte dans l'IDR-V5 par rapport à l'IDR-V1 (s'étendant désormais de Taxons³⁻ à score d'altération de -5 à des Taxons⁻ à score d'altération de -1), certaines espèces à message d'alerte trop modéré pour être prises en compte dans la première liste de taxons d'alerte, mais cependant associés de façon nette au gradient d'anthropisation et plus particulièrement utiles pour en détecter la première partie (altérations de modérées à moyennes), ont pu être rajoutées dans la liste de taxons d'alerte de la V5 en fonction des règles de seuillage raffinées adoptées pour cette version d'indice (cf Chapitre 3 / p 8 et 9 de la présente note) et d'une expertise au cas par cas de toutes les données de relevés désormais disponibles sur le taxon.

Nota 1 : Si la liste finale des taxons constitutifs de l'IDR a été arrêtée par un calcul rigoureux basé sur les règles de seuillage d'occurrence et d'abondance relative minimales utilisées dès le départ, il est intervenu plus d'expertise au cas par cas pour la modification du statut écologique de certains taxons ou l'inclusion de nouveaux taxons dans la liste des taxons d'alerte et pour le poids qui leur a été attribué. En effet, faute de disponibilité complète et immédiate des données abiotiques nouvelles, qui constituait un frein à leur post-traitement dans les mêmes conditions que pour les données abiotiques du programme initial, il n'a pas été possible dans un délai aussi contraint d'inclure les données de chimie correspondant aux campagnes de réseaux 2011 et 2012, puis de procéder au re-calcul complet des profils de qualité des taxons, ce qui reviendrait à refaire tourner de A à Z toute la procédure de construction indicielle pour une plus-value discutable par rapport à la grosse quantité de travail additionnel à réaliser.

Dans ce contexte de temps limité, l'incidence des nouveaux relevés sur la modification ou non de la physionomie de profils pré-existants a été soigneusement expertisée et prise en compte pour conforter ou modifier le statut de taxons déjà mobilisés dans l'indice. De plus, quelques taxons antérieurement trop peu présents pour entrer dans la liste se sont vus attribuer un nouveau statut dans l'IDR-V5 par dépassement des seuils d'occurrence et d'abondance minimales, à l'examen des conditions abiotiques de tous les relevés ou ils étaient recensés et en fonction de la bonne connaissance pré-existante sur le statut des sites concernés. Pour ces quelques taxons nouvellement rajoutés à l'assise-taxons de l'indice, l'expertise a conduit à l'attribution d'un classement (reporté dans l'encadré central) sans figuration de profil sous-jacent dans l'Annexe 1 (voir **Figure 3** ci-dessous).

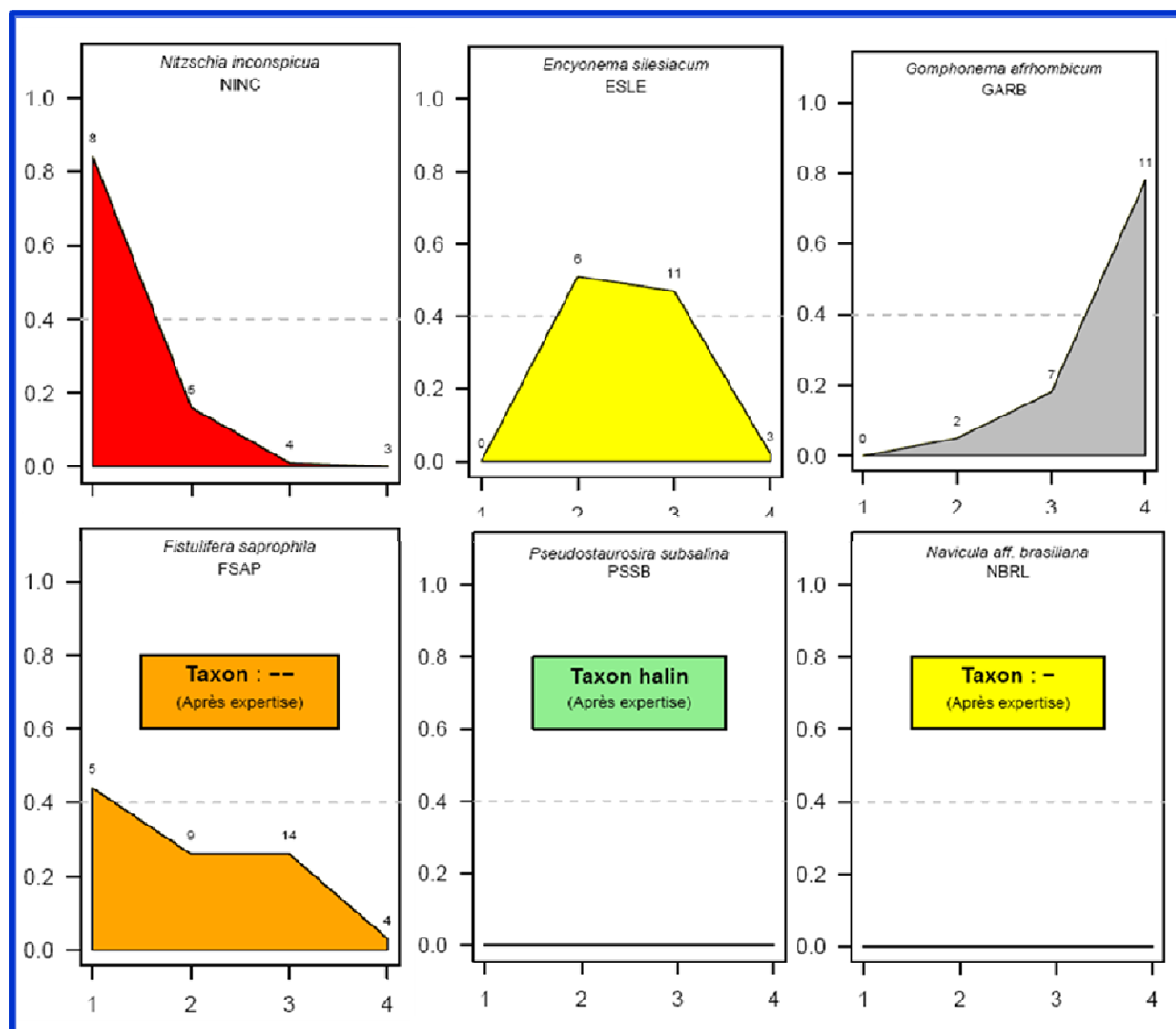


Figure 3 : Exemples de profils de taxons originaux ou modifiés dans l'IDR-V5

Quelques exemples-types de taxons constitutifs de l'IDR-V5 tel que consolidé le 01-10-2013 sont présentés dans la **Figure 3** ci-dessus.

Sur la première ligne figurent des taxons dont le profil n'a pas été modifié par l'ajout de l'information émanant des 76 nouveaux relevés diatomiques issus des réseaux 2011 et 2012. C'est le cas par exemple de NINC [Taxon 3-, valence d'altération (-5)], ESLE [Taxon -, valence d'altération (-1)], GARB [Taxon +, valence dans l'indice de (+1)].

Sur la 2^{ème} ligne figurent quelques exemples de taxons dont le profil a été modifié ou ajouté par rapport à la version d'indice précédente, sur la base des informations additionnelles apportées par les relevés additionnels des campagnes F et G (présence d'un encadré central fixant ou modifiant le statut du taxon après expertise et rappelant la couleur finale du statut affecté au taxon). Le statut d'alerte de FSAP a été atténué (passage du statut de [Taxon 3-, couleur rouge et valence (-5)] à un statut de [Taxon 2-, couleur orange et valence (-3)]. Les profils de taxons PSSB et NBRL ont été rajoutés suite au dépassement des seuils d'occurrence et d'abondance après l'ajout des données des 2 nouvelles campagnes. Pour mémoire, le profil de PSSB a été pris en compte dans l'assise de l'indice suite à l'atteinte de ces seuils mais, faisant partie des taxons halophiles et suite à la sélection finale de la **Variante 4 d'IDR_V5 (-330)**, les 12 taxons halophiles ne participent plus à l'effectif du relevé participant au calcul d'indice et n'ont plus aucun statut interprétable, ni de Taxon +, ni de taxon d'alerte dans l'indice.

***Nota 2 :** Il a été jugé utile de tirer bénéfice de toute l'information capitalisée à cette date pour actualiser le plus possible l'assise-taxons de l'IDR avant sa stabilisation définitive pour le Plan de Gestion à venir. Cette actualisation a été réalisée dans l'objectif principal de limiter les cas ou des taxons non-décrits dans l'IDR seraient ensuite trouvés avec une abondance significative dans un nombre croissant de relevés de terrain sans pouvoir intervenir dans le calcul d'indice.*

Cette connaissance méritera bien sûr d'être consolidée le moment venu par le re-calcul rigoureux des profils de toutes les espèces constitutives, une fois qu'un recul suffisant sur l'outil (retour d'expérience des utilisateurs sur les problèmes pratiques rencontrés) doublé d'une augmentation sensiblement plus importante des référentiels pourra sous-tendre ce travail et le justifier (par exemple, entre la moitié et la fin du Plan de Gestion à venir).

Résumé des éléments actualisés de construction de l'IDR-V5

L'actualisation et la stabilisation finale de l'IDR-V5 repose donc sur une assise de travail de **345 relevés biologiques**, soit les 269 relevés exploitables issus du programme d'étude IDR 2008-2011, auxquels se sont rajoutés (2x38) relevés collectés lors des campagnes 2011 et 2012 des réseaux de surveillance de routine. Il n'y a pas d'effet-opérateur à redouter sur ces données et sur leur regroupement avec le jeu de données pré-existant, dans le contexte où les prélèvements de terrain et les comptages ont été effectués dans tous les cas par Gilles GASSIOLE, les rendant parfaitement comparables.

Suite à cette exploitation de tous les relevés diatomiques actuellement disponibles, l'IDR-V5 s'appuie désormais sur les profils de qualité de **192 taxons constitutifs** (contre 175 profils spécifiques calculés pour l'IDR initial), dont les occurrences et/ou abondances relatives dépassent les seuils requis pour le calcul de profil écologique.

Leurs caractéristiques sont les suivantes (cf Annexe 1 : profils des espèces constitutives de l'IDR-V5 stabilisé) :

- 12 taxons ont une écologie halophile (contre 3 dans l'IDR-V1). Ils sont identifiés par une couleur verte donnée à leur profil. Le devenir à leur donner dans le calcul de la version stabilisée d'indice a été étudié et statué dans la dernière partie de cette note.
- 125 taxons non pourvus d'un message écologique particulier au sens de l'altération anthropique sont considérés comme « Taxons + » (contre 124 dans l'IDR-V1). Leurs profils sont figurés en gris.

- 55 taxons sont considérés comme taxons d'alerte (contre 48 dans l'IDR-V1), qui se répartissent en :
 - + 17 Taxons ³⁻ : couleur rouge, valence d'altération la plus forte (-5)
 - + 21 Taxons ²⁻ : couleur orange, valence d'altération moyenne (-3)
 - + 17 Taxons ⁻ : couleur jaune, valence d'altération modérée (-1).

B) Comparaison des résultats de 5 variantes d'IDR-V5 (01-10-2013)

Après que les grands principes généraux de construction et de calcul de l'IDR-V5 aient démontré l'aptitude de cet indice à diagnostiquer plus justement l'altération anthropique par rapport à la variation naturelle, notamment en zones climatiques de transition, il a été mis en comparaison 5 variantes de cet IDR-V5 afin de régler les derniers petits détails méthodologiques permettant de stabiliser le meilleur outil pour la Réunion dans le contexte actuel.

Les versions comparées ont été les suivantes (cf feuille du fond du classeur Excel « IDR-V5 Final Validé_02-12-2013 » joint à l'envoi) :

- 1) **IDR-V5, version du 05-07-2013.** Cette version construite strictement à partir des 269 relevés initiaux de l'étude IDR 2008-2011 a mobilisé comme les suivantes la formule d'IDR_V5 décrite au Chapitre 3, pages 8 et 9 de la présente note. Les critères de sélection des taxons dans les diverses catégories allant de « Taxons + » à « Taxons 3- » ont été appliqués sur la liste initiale de 175 taxons constitutifs de l'IDR, et les taxons halophiles ont participé au calcul d'indice en étant considérés comme « Taxons + », comme c'était le cas depuis la version V3. L'échelle 0-20 a été auto-ajustée entre la note la plus basse rencontrée (-394,64) et la note maximale rencontrée (+100). Cette première variante, calculée dans le cadre de l'inter-comparaison des différentes formules de calcul de l'IDR « avant Atelier Réunion », sert de repère permettant de lui comparer les modifications de résultats apportées par les 4 variantes formulées le 01-10-2013.
- 2) **IDR-V5, variante du 11-09-2013.** Cette version « Post-Atelier EEE Réunion » mobilise exactement la même formule de calcul que la précédente et s'appuie aussi sur les 3 catégories de taxons d'alerte mobilisant chacune un poids différent. Mais elle a été actualisée avec tous les relevés diatomiques actuellement disponibles (345, incluant les relevés de réseaux 2011 et 2012, au lieu de 269) et se base cette fois sur la liste étendue de 192 taxons constitutifs de l'IDR (au lieu des 175). Les 12 taxons halophiles qu'elle comporte ont participé au calcul d'indice en étant considérés comme « Taxons + » afin d'assurer la comparabilité directe de cette version avec la précédente. L'échelle complète de notation naturelle théorique (+100 ; -500) a été utilisée pour calculer les conversions en échelle (0 ; 20).
- 3) **IDR-V5 SH, variante du 01-10-2013.** Cette version est comparable directement à la précédente du 11-09-2013, la seule différence étant la non-intervention des 12 taxons halophiles dans le calcul d'indice. En effet, la question de la pertinence de leur participation au calcul d'indice s'est re-posée à 2 niveaux :

- Leur présence étant due à une incidence naturelle fortuite (entrées halines à certains sites et à certaines dates), ils ne participent pas réellement à l'évaluation de qualité des masses d'eaux considérées, pour lesquelles l'altération se propage avec l'eau douce comme vecteur et selon un sens de propagation très dominant allant de l'amont vers l'aval,
- Le fait de leur attribuer un poids d'altération (taxons d'alerte) ne serait pas judicieux (il ne s'agit pas, dans le contexte des sites littoraux de la Réunion concernés, d'une altération anthropique, mais d'une influence naturelle) et n'a pas été envisagé. Par contre, le fait de les considérer comme Taxons + présente aussi un inconvénient non-négligeable avec la formule finale d'indice de l'IDR-V5. En effet, s'ils sont présents en quantité non négligeable, ils contribueraient à accorder une note au site éventuellement plus favorable qu'elle ne doit l'être puisqu'ils participeraient au calcul en tant que Taxons⁺ et, mécaniquement, rendraient de plus en plus improbable l'atteinte de la note la plus basse théorique (zéro), qui ne peut être atteinte que si le relevé contient uniquement des Taxons 3⁻ dotés d'un coefficient de -5 (note minimale naturelle théorique atteignable si le relevé contient uniquement des Taxons 3⁻ = - 500). Or ces taxons halophiles ne bio-indiquent pas plus une bonne qualité qu'une mauvaise qualité des milieux considérés, ils qualifient seulement une influence littorale naturelle plus ou moins épisodique. Il a donc été jugé finalement préférable de leur donner un rôle neutre vis-à-vis de l'interprétation de l'altération anthropique en ne les faisant pas intervenir dans les effectifs comptés, ni dans l'interprétation de qualité effectuée au site. L'évaluation de la qualité du site se base donc sur le reste du relevé hors taxons halophiles. Même si cette pratique peut faire diminuer la pression apparente de comptage sur les quelques relevés concernés par une présence d'halophiles (ou leur non-prise en compte pour le calcul d'indice va faire porter celui-ci sur moins de 400 individus comptés), cela ne doit pas poser de problème pratique réel vu que, si une influence haline peut s'exercer à certains sites et à certaines dates, c'est dans le cadre d'une évaluation de masse d'eau douce avec une méthode dédiée eaux douces, et que cette influence devrait le plus souvent rester de marginale à faible sur le site d'une part (conditions d'eau douce dominantes), sur l'effectif total du relevé d'autre part.

4) **IDR-V5 (-330), version du 01-10-2013.** Cette version est comparable à la précédente (intervention des 192 taxons constitutifs – 12 taxons halophiles, soit **180 taxons constitutifs de l'IDR**). Sa formulation fait suite à l'observation pratique suivante : avec la formule de l'IDR-V5 faisant intervenir 3 catégories différentes de taxons d'alerte, la note minimale théorique (-500) ne sera jamais atteignable dans les conditions de la Réunion. En effet, pour l'atteindre, il faudrait qu'uniquement des taxons d'alerte 3⁻ (gratifiés d'un score d'alerte de -5) composent le relevé. Ce cas de figure n'est concrètement pas possible vu la faible longueur et les fortes pentes des bassins versants, qui entraînent en permanence un drift amont-aval de diatomées de moins mauvaise ou même de bonne qualité au sens de cet indice (Taxons⁺ non gratifiés de valeur d'altération). La note d'indice la plus basse qu'il a été possible de rencontrer sur tout le jeu de données en base (-500 – +100) avec cette version d'indice ayant été (-329), l'espace de variation des notes possibles de l'indice a été re-normalisé à l'échelle (-330 - +100) afin d'exploiter toute la gamme des possibles et tirer ainsi le parti maximal de la sensibilité de l'indice actuel.

5) **IDR-V5 (-350), version du 01-10-2013**. Cette version est comparable aux deux précédentes, la seule différence étant une option un peu différente pour la renormalisation de l'espace de variation des notes possibles, effectuée cette fois sur l'échelle (-350 - +100). Cette option présenterait l'avantage de pouvoir faire face par le calcul de note à une situation encore un peu plus dégradée que celle rencontrée à une seule date à la station Ermitage (Site ERA), mais présente en contrepartie l'inconvénient de comprimer l'échelle des notes basses, dans une mesure que cette comparaison va permettre de mieux évaluer, avec une perte de sensibilité de l'indice dans cette zone de forte altération.

6) Diagnostic d'évaluation des 5 variantes d'IDR V5 :

Les caractéristiques résumées des 5 variantes d'IDR-V5 sont récapitulées sommairement dans le **Tableau 2** ci-dessous :

Variantes IDR-V5	Assise relevés	Taxons constitutifs	Domaine de notation (échelle naturelle)	Domaine de notation (échelle 0-20)	Min-Max observés (échelle 0-20)
1) IDR-V5, V. 05-07-2013	269	175 (dont 9 halophiles)	(-394 ; +100)	(0 ; 20)	(0 ; 20)
2) IDR-V5, V. 11-09-2013	345	192 (dont 12 halophiles)	(-500 ; +100)	(0 ; 20)	(5,74 ; 20)
3) IDR-V5 SH, V. 01-10-2013	345	180 (-12 halophiles)	(-500 ; +100)	(0 ; 20)	(5,74 ; 20)
4) IDR-V5 (-330), V. 01-10-2013	345	180 (-12 halophiles)	(-330 ; +100)	(0 ; 20)	(0,10 ; 20)
5) IDR-V5 (-350), V. 01-10-2013	345	180 (-12 halophiles)	(-350 ; +100)	(0 ; 20)	(0,99 ; 20)

Tableau 2 : Caractéristiques sommaires de conception des 5 variantes comparées d'IDR-V5

Le diagnostic réalisé a amené les informations suivantes :

- IDR-V5, Version du 11-09-2013 (Variante 2) versus IDR-V5, Version du 05-07-2013 (Variante 1) :

Les 2 indices donnent des référentiels de notes assez proches mais sur une gamme de notes sur 20 moins étirée vers les très basses notes pour la version du 11-09-2013 (la note naturelle minimale pour obtenir 0 sur 20 serait -500, alors qu'elle était auto-ajustée à la plus basse note rencontrée pour la version précédente du 05-07-2013, soit -394).

Cette comparaison met d'ailleurs en évidence l'intérêt de re-normer la notation sur 20 sur le domaine de variation qu'il est réellement possible de trouver en notation naturelle (Variante 1), et non sur la note minimale théoriquement possible (-500), jamais atteinte.

Malgré cette caractéristique qui limite un peu la gamme de variation de l'indice vers le bas pour la Variante 2, l'ajout des nouveaux taxons expertisés fin Août (assise de la version = 192 taxons constitutifs, incluant les 12 taxons halophiles assimilés à des Taxons +) conduit dans la majorité des cas à une baisse de note de légère à modérée dans la zone de début d'altération.

Cette observation peut être interprétée comme le résultat d'un diagnostic plus fin des altérations modérées à moyennes (c'était le but de cette actualisation) et justifie la pertinence de l'ajout de ces taxons. Par rapport à toutes les versions antérieures d'IDR, cette version du 11-09-2013 donne un diagnostic plus sensible de la première partie du gradient d'altération anthropique.

L'ajout des nouveaux taxons expertisés fin Août 2013 apporte un plus pour la sensibilité du diagnostic de début d'altération et a donc été conservé pour toutes les variantes suivantes.

- IDR-V5_SH du 01-10-2013 (Variante 3) versus IDR-V5, Version du 11-09-2013 (Variante 2) :

En notation sur 20, les 2 versions comparées ici obtiendraient la note théorique de 0 en atteignant -500 en note naturelle (si uniquement des Taxons ³⁻, à valence (-5), étaient présents dans le relevé). La seule différence entre elles est que dans la Variante 2 du 11-09-2013, les taxons halophiles étaient considérés comme Taxons + alors que dans la Variante 3 Sans Halophiles (SH) du 01-10-2013, les taxons halophiles contenus dans certains relevés littoraux n'ont pas participé à l'effectif du relevé servant au calcul de la note.

Le **Tableau 3** ci-dessous illustre l'effet sur la notation des principaux relevés concernés par une présence d'halophiles, de leur non-prise en compte dans le relevé et dans la valeur indicatrice des taxons (Variante 3 sans halophiles, colonne la plus à droite) par rapport à la version antérieure (Variante 2 du 11-09-2013).

5 sites seulement ont été constatés sous influence littorale, cette influence pouvant varier fortement au même site selon les dates, le contexte hydrologique et météorologique, le coefficient de marée. Les 11 relevés concernés par la présence d'un effectif non anecdotique d'halophiles sont indiqués en bleu dans la colonne Relevé (gauche du tableau) :

Relevé	2) Note IDR-V5_11-09-2013	3) Note IDR-V5-SH_01-10-2013
CMAB	16,291	16,029
CMAD	15,974	15,798
CMAE	16,407	15,371
ERAE	7,846	7,000
ERAG	14,288	9,857
GOAE	18,743	18,624
MNAB	10,050	9,569
MNAC	14,349	13,263
MNAD	13,162	11,784
MNAE	11,542	10,019
SZDA	17,203	15,767

Tableau 3 : Notation avec et sans halophiles des principaux relevés diatomiques qui en contiennent

Les taxons halophiles sont apportés par une influence littorale naturelle liée à la très faible altitude du cours d'eau et à la proximité géographique du site au trait de côte. Cependant, ils sont plus souvent présents à des sites sous altération anthropique du fait de pressions humaines de différentes natures en accroissement au long du gradient amont-aval.

On peut par exemple y trouver la présence de STEPS, de grosses industries agro-alimentaires, de zones fortement urbanisées etc..., dont l'impact est plus probable en situation aval proche du littoral.

Dans le cadre d'une méthode conçue pour le diagnostic d'altération anthropique des eaux douces, leur non-prise en compte dans le calcul d'indice, ni en tant que Taxons +, ni en tant que Taxons -, semble donc la solution la plus judicieuse pour le bon diagnostic de l'état du site, le seul inconvénient étant de diminuer l'effectif utilisé du relevé (nombre de formes comptées et prises en compte pour le calcul d'indice).

Cependant, la méthode a été construite et est jugée valide pour le domaine des eaux douces ou sous faible influence littorale. La présence de taxons halophiles, très variable au même site selon les dates, doit rester épisodique et nettement minoritaire dans des relevés concernant la qualification d'une masse d'eau douce, même si le site est positionnés à l'aval des rivières. L'affaiblissement de la pression de comptage qui résulte de l'enlèvement de ces taxons peut être qualifié de faible à modéré selon le site et la date.

Les taxons halophiles étant auparavant considérés comme Taxons + (sans valeur particulière d'altération), leur présence contribuait mécaniquement à une moindre baisse de note par rapport à la note minimale, atteignable si et seulement si tous les taxons du relevé étaient des « Taxons ³⁻ » à valence (-5). On remarque logiquement dans le **Tableau 3** que leur non-prise en compte dans le calcul conduit maintenant à des baisses des valeurs indicielles sur les relevés (site x date) concernés (colonne de droite), ce qui correspond réellement à la répercussion du message apportés par des taxons d'altération présents au site, donc à une évaluation plus judicieuse de la pression anthropique sur ces sites aval impactés.

Dans tout le jeu de données actuellement disponible, la plus forte baisse de note indicielle constatée sur un site proche du littoral atteint un écart de plus de 4,4 points sur le relevé ERAG (dernière campagne de réseau de routine réalisée en 2012 sur la station Ermitage). Il s'agit du relevé où les taxons halophiles étaient le plus présents, traduisant la plus forte influence littorale constatée parmi les 7 dates d'échantillonnage pratiquées à ce site.

Cette non-prise en compte des taxons halophiles, qui permet une évaluation plus juste du degré réel d'altération anthropique présent sur les sites, semble donc la façon de faire la plus judicieuse. Elle a été adoptée, puis maintenue dans l'état pour les 2 variantes ultérieures d'indice testées (Variante 4 et Variante 5).

- Comparaison de l'IDR-V5 (-330) du 01-10-2013 (Variante 4) et de l'IDR-V5 (-350) du 01-10-2013 (Variante 5), à l'IDR-V5_SH du 01-10-2013 (Variante 3) :

Pour ces 3 variantes, la seule différence dans le calcul d'indice réside dans la définition du domaine des possibles en matière de note la plus basse atteignable par l'indice, la note la plus élevée restant à + 100 (échelle naturelle) et à 20 (note sur 20).

Comme cela est résumé dans le tableau de présentation sommaire des variantes d'IDR_V5 situé **Tableau 2** page 24, la note minimale théorique de l'IDR-V5_SH, correspondant à une présence unique de Taxons 3- dans le relevé, est de [-500], qui correspond à la note 0 en base 0-20. Or, du fait de la courte longueur des bassins versants de la Réunion, des fortes pentes, de la climatologie, de l'effet dilutif sur les altérations lors des périodes de fort soutien des débits, l'influence amont-aval est importante et il ne sera jamais possible de trouver des relevés avec présence unique de Taxons 3-.

Il a donc été étudié l'intérêt de restreindre la portée des notes d'indice aux plus basses notes réellement atteignables en note naturelle, d'où les 2 variantes étudiées :

- variante (-330), correspondant à la plus basse note actuellement observée dans tout le référentiel disponible,
- variante (-350), ménageant la possibilité de trouver un relevé à note naturelle encore un peu plus basse que celle trouvée actuellement.

Ces variantes d'IDR_V5 provoqueront une modification de nulle à faible sur la partie la plus faible du gradient d'anthropisation (situation très fortement dominante dans ce jeu de données Réunion). Il paraît intéressant de comparer les notes données par ces 3 variantes sur la station la plus altérée du jeu de données (station Ermitage, codée ERA) afin de voir les répercussions de ces actions d'ajustement du champ de notation naturelle sur les notes d'indice en base (0-20).

Relevés	1) IDR-V5, Variante 05-07-2013	2) IDR-V5, Variante 11-09-2013	3) IDR-V5 SH, Variante 01-10-2013	4) IDR-V5 (-330), Variante 01-10-2013	5) IDR-V5 (-350), Variante 01-10-2013
ERAA	0,000	5,740	5,740	0,103	0,987
ERAE	2,876	7,846	7,000	1,861	2,667
ERAF	NC	8,833	8,833	4,418	5,110
ERAD	0,520	8,922	8,922	4,543	5,230
ERAG	NC	14,288	9,857	5,847	6,476
ERAB	6,745	10,137	10,137	6,238	6,850
ERAC	8,063	10,760	10,760	7,107	7,680

Tableau 4 : Comparaison des notes obtenues par les 5 variantes d'IDR-V5 au site le plus dégradé (station Ermitage - ERA)

Le **Tableau 4** ci-dessus montre clairement l'intérêt de re-normer le calcul des notes (0 ; 20) au domaine de note minimale réelle (et non théorique, le -500 étant inatteignable en conditions réelles de terrain) qu'il est possible d'atteindre en échelle de notation naturelle (-500 ; +100). En effet, dans les Variantes 2 et 3, on perd 5,7 points d'amplitude des notes sur 20 pour la plus basse note rencontrée (relevé ERAA), ce qui resserre beaucoup la gamme de notation des possibles et limite de fait l'amplitude de discrimination de l'indice vers les basses notes.

La **Variante 4**, calée sur une **note naturelle minimale de - 330**, alors que la note minimale effective constatée (relevé ERAA) est -327,79, obtient sa note la plus basse constatée proche de zéro (0,1).

La **Variante 5**, calée sur une **note naturelle minimum de -350**, obtient une note la plus basse très proche de de 1 sur 20, ce qui pourrait aussi être considéré comme correct.

Il a finalement été choisi de tirer le parti maximal de la gamme de variation de notes sur 20. **L'IDR-V5 a donc été stabilisé sur sa Variante 4 pour l'avenir** (colonne de notes d'indice ressortant en police bleue dans le Tableau 4).

Dans le cas tout-à-fait exceptionnel ou la note d'indice sur 20 deviendrait légèrement négative, un test final dans le script a été inclus pour réaliser le post-calcul :

$$(IDR < 0) = 0$$

6) Relations Pression-Impact de la version stabilisée d'IDR V5 :

La physionomie globale de la relation pression-impact n'a pas été fortement mobilisée pour choisir de la version finale stabilisée, même s'il a été tenu compte de l'assise la plus adéquate des notes naturelles atteignables pour dériver la note sur 20 (Variante 4).

En effet, la relation est visiblement non-linéaire, et le référentiel de données permettant de l'établir très déséquilibré (beaucoup de situations naturelles ou pseudo-naturelles, très peu de relevés moyennement ou fortement impactés). De ce fait, la relation est très fortement influencée par les nombreux relevés en haut à droite du graphe et peu influencée par les valeurs extrêmes d'altération dans la partie gauche et basse. D'autre part, les R2 obtenus sur la base d'un ajustement linéaire ne peuvent pas servir de descripteur fin venant appuyer le choix d'une version plutôt que d'une autre vu la non-linéarité évidente de la relation et le déséquilibre des résidus (entre le haut et le bas de la relation, entre la partie située au-dessus et celle située en-dessous de la loi d'ajustement).

Bien que la régression entre gradient anthropique et les notes d'IDA soit assez éloignée d'un modèle d'ajustement linéaire, les 2 figures suivantes, qui concernent toutes deux l'étude de la relation pression-impact de l'IDR-V5, Variante 4 (variante retenue au final), montrent clairement que la qualité de l'ajustement est beaucoup plus dépendante de la règle de construction choisie pour bâtir la régression qu'elle ne le serait par une influence différentielle des 5 variantes d'indice testées.

La **Figure 4** page suivante illustre la relation Pression-impact entre CGMA considéré dans toute sa gamme de variation naturelle comme anthropique, et notes d'IDR_V5 (-330). La régression est bâtie sur les 269 relevés du programme original pour lesquels le CGMA a pu être calculé (ça n'a pas été possible dans le délai imparti pour les relevés complémentaires 2011 et 2012). Les relevés de référence sont repérés par une figuration en bleu, les relevés au statut à évaluer par des points noirs. Il est assez patent que, du fait du fort déséquilibre du jeu de données en faveur des sites de très bonne à bonne qualité, le maximum d'inertie est détenu par le nuage de points dans la partie supérieure droite du graphe, et que les résidus s'équilibrent surtout dans cette partie au détriment du secteur très minoritaire des fortes altérations. La relation a donc un déséquilibre des résidus et présente un caractère assez marqué de non-linéarité, ce qui rend impossible de se baser sur des variations fines du R2 obtenu pour juger de la qualité de l'évaluation de l'impact anthropique par l'indice. Il n'est pas possible de dire si le non-alignement des points les plus altérés vient de la nature intrinsèque de la relation entre ces 2 variables ou s'il ne viendrait pas du fait que l'on a moins de chance de rendre compte du niveau moyen réel d'altération abiotique, en sites altérés échantillonnés en régime stable et hors événements hydrologiques particuliers, qu'en sites pseudo-naturels. En effet, la rythmicité et l'aspect perpétuellement variable des rejets en quantité et en qualité, ce qui est particulièrement le cas des rejets de STEPs et d'IAA, fait qu'il est beaucoup plus aléatoire d'obtenir une représentativité temporelle avec 2 à 3 prélèvements ponctuels qu'en situations pseudo-naturelles. L'hypothèse forte, confirmée de longue date en matière de pollutions par les micropolluants métalliques et pesticides dans les cours d'eau de métropole, est qu'on a beaucoup moins de chance de tomber, au moment des échantillonnages ponctuels, sur les pics de pollution que sur des situations plus courantes et plus moyennes, et qu'on sous-estime ainsi l'exposition intégrée et les effets toxiques réels qui se sont exercés dans les milieux. Le compartiment biologique est nettement plus intégrateur du temps (il représente 2 à 3 mois de qualité intégrée du milieu où il a vécu) et le décalage entre les 2 variables (plus d'impact anthropique manifesté par les notes d'IDR que par le score de CGMA) inciterait à considérer la réponse biologique comme la plus fiable des deux.

Notes
IDR_V5 (-330)

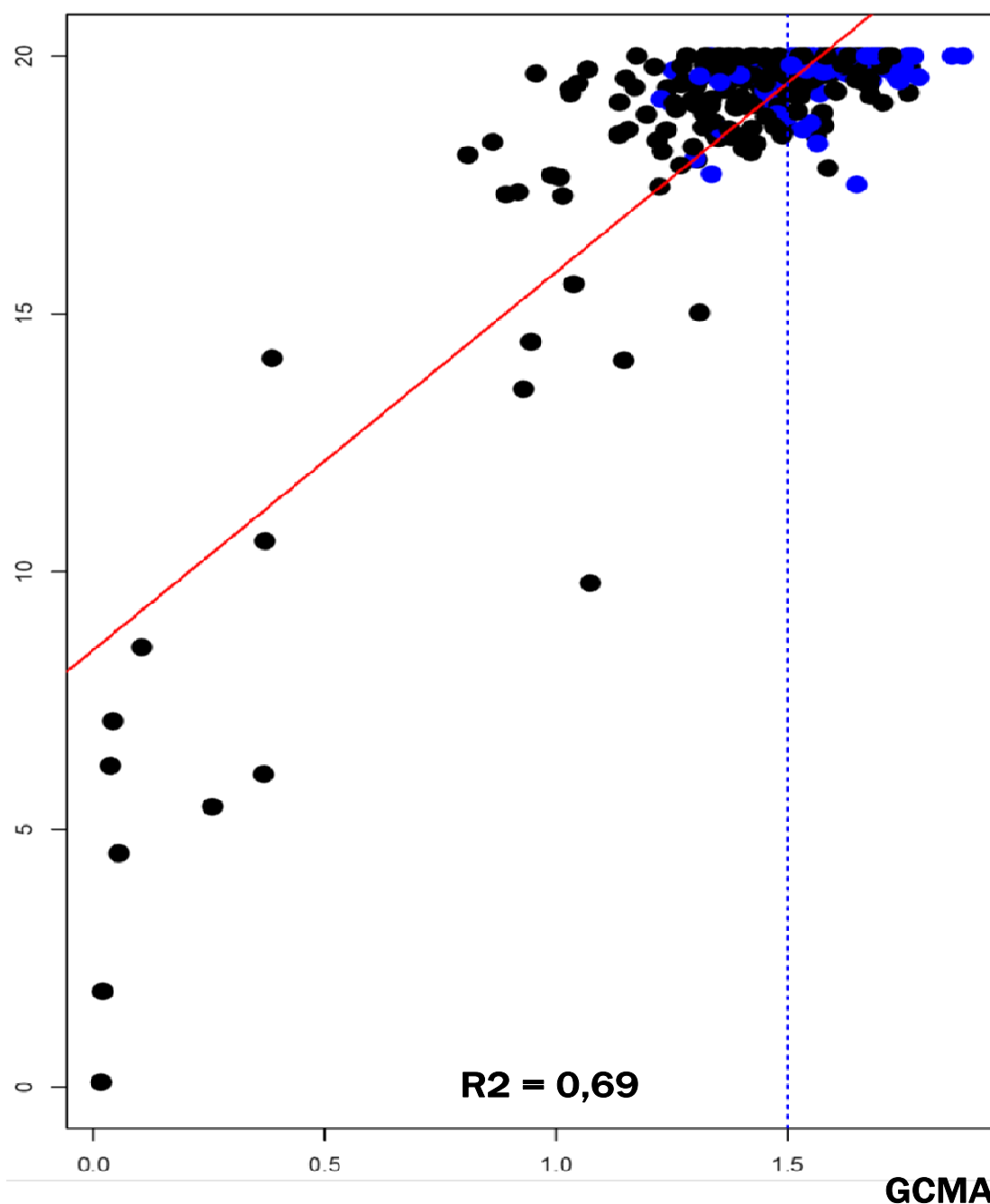


Figure 4 : Relation Pression-impact entre CGMA complet et IDR_V5 (-330)

La Figure 5 page suivante repose sur une autre façon de concevoir la mise en relation entre ces deux variables, toujours sur une hypothèse *a priori* d'ajustement linéaire. Un domaine de variation naturelle du CGMA est défini, qui correspond à la statistique de variation du niveau de CGMA sur 75 % des relevés correspondant à des sites de référence. C'est la même notion qui a servi à bâtir la classe de la meilleure qualité abiotique mobilisée pour construire les profils de qualité des espèces constitutives de l'IDR (Classe 4 pour les versions nouvelles d'indice intercomparées à l'IDR-V1 dans la présente note technique).

Notes
IDR_V5 (-330)

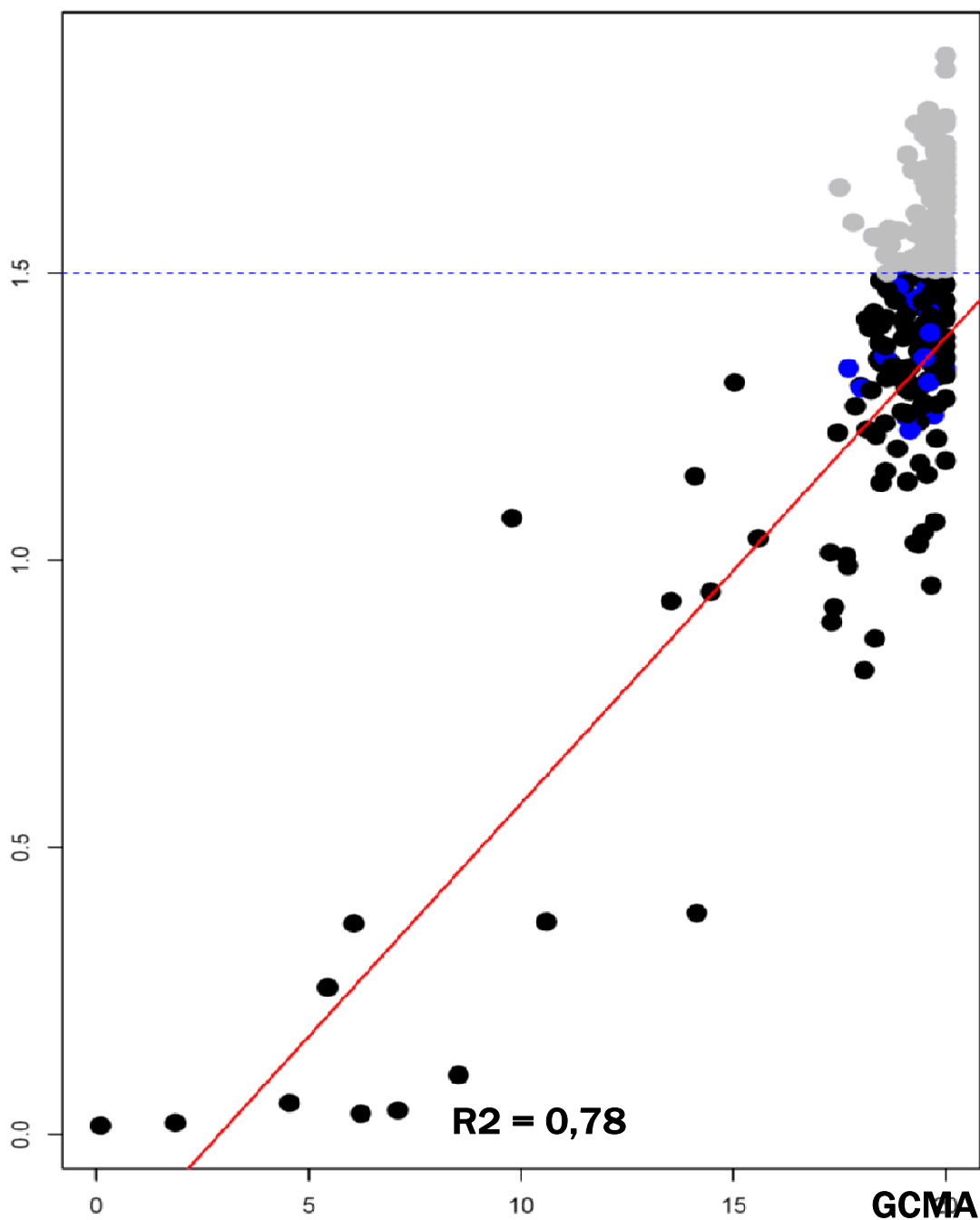


Figure 5 : Relation Pression-impact entre domaine d'altération du CGMA et IDR_V5 (-330)

Dans ces conditions, modulo les 25 % de scores de CGMA de relevés de référence affectés par un reliquat de variation naturelle, le gradient d'altération réel des sites ne serait pas représenté par toute la gamme de variation du CGMA, mais par la partie des valeurs du gradient étant considérées comme en-dehors du domaine de référence (le domaine de référence correspondant à la variabilité la plus habituelle pouvant être rencontrée dans 75% des cas en sites de référence et étant sorti du domaine de la relation étudiée (cf domaine figuré en points gris, valeurs supérieures à 1,5 en score de CGMA).

En construisant la relation sur ce principe (25 % seulement des valeurs de CGMA les plus basses enregistrées sur des relevés de sites de référence (cf points bleus continuant d'être mobilisés dans l'établissement de la relation pression-impact, ce qui revient à tenir compte de la variation naturelle de période de retour fréquent et de se caler plus à proximité du début de gradient d'altération), la relation augmente sensiblement en qualité d'ajustement linéaire, en équilibre général des résidus et en R^2 .

Cette nouvelle construction de relation (**Figure 5**) à mettre en parallèle de la **Figure 4**, montre assez clairement que la règle de construction choisie pour bâtir une relation pression-impact est beaucoup plus influente sur la physionomie de la relation, sur l'équilibre général de ses résidus et sur son R^2 que les différences de résultats de relations pression-impact qui pourraient être induites, à règles de construction égales, par les différentes versions ou variantes d'IDR testées.

Comme l'ajustement linéaire n'est pas une fin en soi et comme l'amélioration de celui-ci est une notion différente de la qualité de détection et de mesure d'un impact anthropique par une version d'indice (cf défaut de linéarité de la régression illustrée **Figure 4** dans un domaine où l'intensité de l'altération anthropique, confirmée par une réponse biologique, n'est pas à mettre en doute), la sélection finale de la version d'indice à retenir pour l'avenir a surtout été **déterminée par expertise de la qualité de sa détection du début d'altération anthropique** (amélioration prodiguée par une construction indicielle de type IDR_V5), via comparaison de classements de relevés et de sites sous classeur Excel.

S'est ajouté à cela l'aspect plus opportun de **faire correspondre le domaine de la notation sur 20 avec la gamme réelle atteignable en notation naturelle d'indice** par rapport à la gamme de variation théorique possible (-500 ; +100), jamais atteinte en conditions réelles.

Enfin, comme indiqué précédemment, il a été jugé plus pertinent de ne pas tenir compte au final de l'information apportée par les taxons halophiles du relevé, qui ne sont ni un indicateur de qualité naturelle, ni le témoin d'une altération anthropique sur des sites de la Réunion situés à proximité du littoral.

La version d'indice finalement retenue **IDR_V5(-330)**, utilisée pour produire les illustrations présentées en Figures 4 et 5, est celle qui a été jugée donner les résultats les plus judicieux et sensibles vis-à-vis de la détection des impacts anthropiques à la Réunion.

7) Cartes de qualité obtenues avec l'IDR-V5 (-330) (Variante 4) :

Afin de pouvoir simuler et figurer des classements de qualité de relevés sur la base de la version d'indice retenue au final, nous nous sommes appuyés en première approche sur le calage de scénarios d'évaluation étudiés au préalable dans la perspective de l'atelier d'évaluation de l'état des masses d'eau des 27 et 29-08-2013 (note technique du 03-08-2013).

En fonction des quelques problèmes résiduels qui subsistaient à l'époque, il est apparu judicieux d'amender un peu le rattachement des masses d'eau à des regroupements de régions naturelles proposés dans cette note.

Ainsi, les figurations et simulations qui suivent sont construites sur la base des niveaux de référence d'EQRs calculés dans le fichier Excel joint, avec 2 grilles différenciées :

- une grille s'appliquant sur la Zone Est dite zone au vent (**Zone E**), la plus arrosée,
- une grille s'appliquant sur la Zone Ouest, à laquelle se greffent les cours d'eau des zones de transition Nord (Rivière St Denis, Rivière des Pluies) et Sud (Rivière Langevin, Rivière des Remparts), dite zone sous le Vent (**Zone W**).

Une nouvelle note technique plus détaillée, centrée sur l'évaluation de l'Etat Ecologique des relevés individuels à partir du compartiment des diatomées benthiques, ainsi que sur des propositions de scénarios d'agrégation de l'information à la masse d'eau, sera envoyée en complément de la présente et dans un futur proche.

En attendant, dans le but d'illustrer en première approche les résultats donnés par la Variante 4 de l'IDR_V5, les simulations graphiques qui suivent sont présentées pour visualiser l'inter-classement des relevés sur la base d'un basculement BE-EM calé sur l'EQR unique de 0,94 pour les 2 zones (le niveau de référence étant différent et un peu plus bas pour la Zone Ouest, à la climatologie et au soutien hydrologique plus variables, que pour la Zone Est).

La **Figure 6** en page suivante représente la relation Pression-Impact entre CGMA et EQRs IDR_V5 (-330), compte-tenu de l'application des grilles d'EQRs qui suivent pour les les 2 grandes zones naturelles Est et Ouest de la Réunion. Le statut des relevés est figuré en couleurs de qualité comme indiqué ci-dessous :

Zone	Référence	TBE-BE	BE-EM	EM-ME	ME-TME
Est	1	<0,9875	<0,94	<0,76	<0,42
Ouest	1	<0,98	<0,94	<0,76	<0,42

Après calcul des valeurs d'EQRs sur chacun des 2 grands ensembles naturels retenus, la relation illustrée en **Figure 6** présente une physionomie générale très similaire à celle qui a été construite sur les valeurs brutes de cette même version d'IDR (cf **Figure 4**).

Le changement de système de repère correspondant à la prise en compte de l'assise naturelle régionale (utilisation de 2 grilles d'EQRs) ne modifie que marginalement la physionomie de la réponse de l'indice au gradient composite.

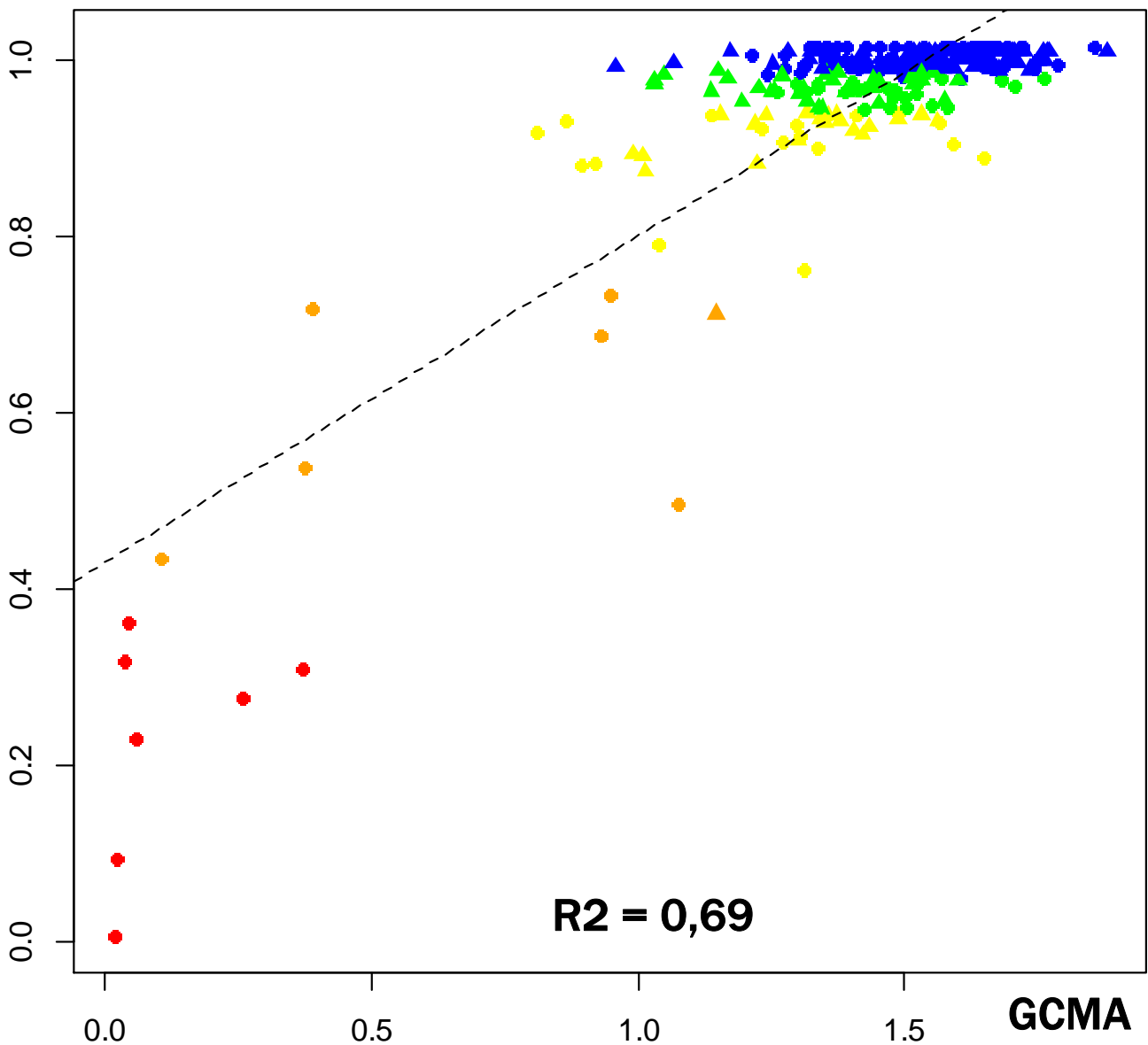
Il y a donc une relation forte entre le GCMA et la réponse de l'IDR_V5 (-330) en EQRs régionalisés. Toutefois, le défaut général de linéarité reste identique par rapport à celle observée avec la note brute de ce même indice, ce qui semble donc dédouaner l'incidence de la régionalisation ou non sur le patron de cette relation.

Il faut plutôt en chercher la raison du côté du défaut de représentativité temporelle des valeurs de CGMA obtenues sur les sites très altérés.

En effet, les référentiels abiotiques collectés (chimie de l'eau) ne rendent probablement pas compte de l'intensité maximale de l'altération, qui a peu de chance d'être échantillonnée pile au maximum d'intensité des pics.

La métrique biologique, probablement plus intégrative du temps, se révèle très sensible à ces fortes altérations, même si elles sont discontinues ou d'intensité très changeante (c'est probablement la cause de ce décalage entre les 2 variables), et mobilise complètement l'échelle de notation utilisable (valeur d'EQR la plus faible très proche de la valeur zéro).

EQR
IDR_V5
(-330)



**Figure 6 : Relation Pression-Impact entre CGMA et EQRs IDR_V5 (-330)
(Zone W et Zone E regroupées)**

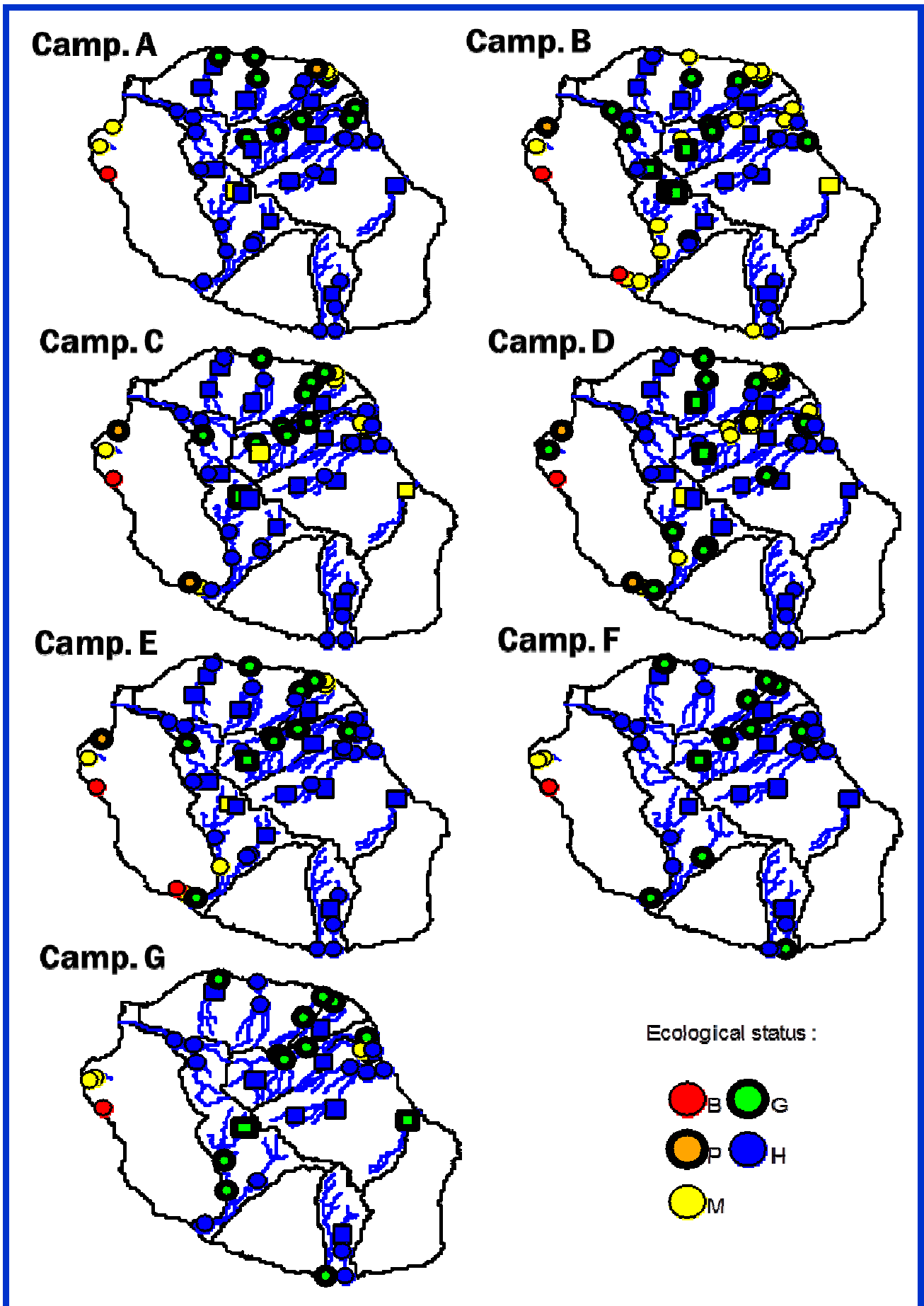


Figure 7 : Classification d'Etat Ecologique (Site X Date) sur la base des EQRs IDR_V5 (-330)

Les résultats indiciaires obtenus lors des 7 campagnes de terrain actuellement disponibles (Campagnes A à E réalisées pendant le programme de recherche-Développement initial, campagnes F et G provenant des prélèvements diatomiques de routine acquis par les réseaux de surveillance en 2011 et 2012) à partir de la Variante 4 de l'IDR-V5 (-330), sont rapportés dans la **Figure 7** page précédente, après calculs d'EQRs respectivement inféodés à la zone est d'une part, à la zone Ouest + les 2 zones de transition climatique d'autre part. Les seuils de qualité utilisés pour définir les classes et les couleurs des relevés sont ceux indiqués en bas de la page 29, notamment EQR (BE-EM de 0,94 pour les 2 zones naturelles).

Par rapport aux premières classifications d'état découlant de l'IDR-V1 (rapport final du programme, version du 12-10-2012), ces résultats montrent à la fois un diagnostic plus sensible et plus juste des altérations, et résolvent les principaux problèmes de diagnostic auparavant constatés sur des sites manifestement non impactés de cours d'eau des zones de transition climatique. C'est le cas pour les stations amont de la Rivière Langevin et du Bras de la Plaine (zone de transition climatique Sud), ainsi que pour la Rivière St Denis amont et Rivière des Pluies Amont, qui ressortent désormais quasiment à toutes les dates en TBE.

Une station de référence très particulière, marquée par des eaux thermales fortement minéralisées et une ambiance plutôt réductrice à la source (station BEA, Bras des Etangs aux Anciennes Thermes) subit un impact biologique qui correspond, non çà une altération anthropique mais à une exception typologique d'origine hydrochimique. C'est le seul site au statut de référence ressortant souvent en couleur jaune du fait de l'ambiance réductrice à la source et de son effet défavorable sur les diatomées qui vivent son aval proche.

Pour les cours d'eau diagnostiqués impactés avec cette version d'indice, ce diagnostic converge avec les avis d'experts-terrain qui est étayé par la physionomie de la relation pression-impact. L'IDR_V5 (Variante 4) se révèle donc sensible et performant pour le diagnostic de pollution anthropique.

Un phénomène déjà remarqué avec la version initiale se confirme avec cette version stabilisée d'indice, à savoir que, au moins pour certaines rivières (Bras de Cilaos, Rivière Ste Suzanne aval, Rivière du Mât et affluents), les campagnes B et D, qui correspondent à l'approche de la saison hivernale, manifestent visiblement plus d'impact anthropique (cartes sensiblement plus « jaunes ») qu'à la saison d'approche de l'été austral (Campagnes A, C, E, F, G).

La conjonction à cette saison d'usages particuliers provoquant des pollutions sur ces rivières et du contexte hydrologique favorable aux transferts avec dilution modérée se confirme donc. Pour Cilaos, on peut penser notamment à des pollutions saisonnières correspondant à des usages dans le Cirque (pollutions vinicoles liées au travail dans les chais, pollutions chimiques autres en liaison avec des pratiques textiles, fréquentation touristique et augmentation de rejets domestiques ???). Pour les rivières de la Côte Est (type Rivière du Mât, Rivière Ste Suzanne aval), on peut penser plus particulièrement aux pratiques fertilisantes ou phytosanitaires, à l'assainissement individuel et à leurs conséquences en matière de pollution diffuse.

Un diagnostic plus précis à distance est difficile car ces impacts sont dus à des usages locaux saisonniers, mieux connus des gestionnaires de proximité que par des metteurs au point de méthodes biologiques résidant en métropole.

Il serait donc utile de pousser un peu plus loin le diagnostic et d'identifier plus clairement, en relation directe avec les gestionnaires, les raisons possibles de ces altérations saisonnalisées, afin d'adapter la stratégie de surveillance aux usages saisonniers susceptibles d'altérer le plus fortement le fonctionnement biologique de ces cours d'eau. Outre l'amélioration de la situation résultant du rejet ponctuel de gros équipements collectifs, type STEPs ou sucreries, ce sont ces problèmes d'impacts constatés sur des cours d'eau avec une activité humaine assez peu densifiée qui pourraient être porteurs d'un enjeu de diagnostic et de restauration assez important.

Autre cas spécifique qu'il paraît utile d'aborder : la station située sur la rivière de l'Est aval était considérée comme référence a priori, du moins sur le plan de la qualité des eaux. Or, d'une part cette rivière est le lieu d'une anthropisation liée à la gestion physique de la ressource en eau (présence de réservoirs et conduite forcée), d'autre part il semble qu'à certains moments, des pratiques à préciser, liées à la gestion de ces équipements, provoquent des impacts biologiques dans le cours d'eau, sur un compartiment diatomique pas spécialement réputé pour diagnostiquer des impacts physiques. Ainsi, sur la base de l'EQR de basculement BE-EM de 0,94, les prélèvements de 2 campagnes successives (campagne B, campagne C) basculent en jaune sans que nous en connaissions la raison précise. Ceci est peut-être à rapprocher au fait que, pour la Campagne C, des contraintes d'exploitation, a priori sur la gestion physique du cours d'eau, avaient conduit à différer notre autorisation de prélèvement sur ce site. Or ce relevé, ainsi que le précédent, révèlent des flores impactées, ce qui ne s'est plus reproduit à ce niveau depuis. La raison en était peut-être physique, mais rien n'est certain à ce niveau, des pratiques d'accompagnement à préciser ayant pu provoquer une atteinte chimique ou trophique (on constate notamment à une date une présence significative de NPAL, espèce tolérante, à ce site...).

De ces observations découlent deux répercussions à retombées pratiques :

- ce site aval susceptible de subir des impacts anthropiques ne peut plus être considéré comme un site de référence valide, même sur le plan chimique. Si une station de référence doit être identifiée et suivie sur ce cours d'eau, elle ne peut être située qu'à l'amont de la prise d'eau de la conduite forcée hydroélectrique, ce qui évitera les impacts humains physiques et peut-être certaines pratiques avec des répercussions chimiques en liaison avec la gestion des infrastructures ;

- dans l'état actuel de la grille d'interprétation des EQRs utilisée pour illustrer les résultats de cette version d'indice, le site apparaîtrait déclassé en état moins que bon. Or 2 relevés biologiques sont en limite : à l'EQR 0,935, ils resteraient dans la frange basse du Bon Etat, à l'EQR-seuil de 0,94 utilisé ici, ils basculent à l'état moins que bon. Il y a donc débat sur l'évaluation la plus judicieuse de ce site qui, s'il subit à certaines dates des impacts, ne mérite peut-être pas pour autant d'être déclassé en état moins que bon. Il s'agit donc ici d'un site-repère important pour aider à caler plus judicieusement les seuils de la grille d'EQRs Est.

Ce cas-repère sera mobilisé, entre autres, dans un prochain rapport d'expertise visant à repérer les seuils d'état écologique au relevé et au site et à proposer des scénarios permettant de dériver l'Etat Ecologique du site sur le plan du maillon diatomique.

La classification d'état au relevé procurée par l' IDR-V5, Variante 4 semble désormais très consistante par rapport à l'expertise des sites. Il est possible de se reporter plus en détails aux profils de qualité des espèces retenues dans l'IDR (cf Annexe 1), ainsi qu'aux cartes plus détaillées des classements écologiques de relevés par campagne de terrain (cf Annexe 2).

8) Conclusions sur l'IDR :

Chaque nouvelle version d'IDR étudiée depuis Juillet 2013 a apporté son lot d'amélioration sur la capacité de diagnostic de l'indice (plus spécifique, plus sensible) par rapport à l'IDR-V1 du rapport final d'Octobre 2012.

En particulier l'IDR-V5, qui s'appuie sur une utilisation plus raffinée des profils de qualité des espèces constitutives (3 types de taxons d'alerte dotés d'un poids d'altération graduel), apporte une notation de l'altération et des classifications d'état des relevés très intelligibles et conformes aux référentiels de physico-chimie acquis pendant le programme, ainsi qu'à l'avis des experts de terrain sur l'altération des sites.

Depuis le premier prototype d'IDR_V5, qui date du 05-07-2013, 4 nouvelles variantes visant à apporter des améliorations plus ponctuelles ont été testées, intégrant successivement :

- l'évolution ou l'ajout de nouveaux profils d'espèces, après intégration des données de réseaux 2011 et 2012, portant à 192 le nombre des taxons ayant un profil de qualité mobilisable dans l'IDR ;
- l'étude d'impact de l'inclusion ou non des taxons halophiles dans le calcul de l'indice, la décision finale ayant été de ne pas intégrer les effectifs des 12 taxons halophiles dans l'assise du relevé et dans le calcul d'indice ;
- une étude relative à l'intérêt ou non d'ajuster le du domaine de variation réel des notes naturelles de l'indice (échelle -500 ; +100) dans la conversion en notes de 0 à 20.

Suite au test comparatif de ces 5 variantes, **il a été décidé de stabiliser l'IDR_V5 sur sa Variante 4 du 01-10-2013, l'IDR_V5 (-330)**, dont les résultats pour le diagnostic d'état écologique des relevés diatomiques ont été figurés dans la dernière partie du présent rapport.

Cette version stabilisée d'IDR fait intervenir **180 taxons constitutifs** (au lieu de 172 dans l'IDR_V1), répartis en 4 catégories : **125 Taxons⁺** (sans valeur d'altération particulière) à valence de (+1), **17 Taxons⁻** (jaunes) à valence de (-1), **21 Taxons²⁻** (oranges) à valence de (-3) et **17 Taxons³⁻** (rouges) à valence de (-5).

12 taxons identifiés comme ayant une **écologie halophile** sont repérés, mais sont **retirés de l'effectif du relevé** et **n'interviennent pas dans le calcul de l'indice**.

Les figurations de qualité présentées en fin de cette note technique à l'aide de la Variante 4 de l'IDR_V5 se sont appuyées sur un calage de grilles d'EQRs qui ressortait d'un travail antérieur d'approche des seuils de qualité (cf Rapport d'Etude et d'Expertise « Optimisation de l'IDR-V1 ») basé sur le prototype d'IDR_V5 de l'époque (version finale 03-08-2013).

Les grilles d'EQRs concernant les 2 grands ensembles naturels de la Réunion (Zone Ouest versus zone Est), qui sous-tendent les figures présentées, sont basées toutes deux sur un seuil standard de basculement BE-EM de 0,94, ce qui semble déjà relativement satisfaisant en première approche. Cependant, il reste à proposer un travail complémentaire de déclinaison de plusieurs scénarios d'évaluation permettant de réaliser un tunage fin autour des zones d'intérêt pour le basculement de classes de qualité.

Ce travail, qui permettra d'alimenter la discussion collective et de procéder au choix optimisé de grille finale d'EQR pour l'évaluation écologique de chaque grand ensemble

naturel de la Réunion, fera l'objet d'un prochain rapport d'étude et d'expertise à paraître prochainement.

Ce futur rapport, focalisé sur les règles d'Evaluation de l'Etat Ecologique pouvant être proposées sur la base du compartiment diatomique des cours d'eau, abordera la problématique de l'évaluation d'état à 2 échelles différentes :

1) Il étudiera tout d'abord, par tunage fin décliné autour de l'EQR de basculement de 0,94 dont l'intérêt a déjà été remarqué ici, divers scénarios d'interprétation de l'état écologique **au relevé individuel** (IDR_V5 variante 4).

2) Il abordera ensuite de façon prospective les effets de divers scénarios d'agrégation de l'information diatomique **au site** telle qu'elle pourrait être agrégée dans le cadre de bilans temporels sur un plan de gestion des masses d'eau à venir.

Des recommandations figureront en conclusion de ce rapport. Les règles finales, qui constituent un compromis de gestion, seront à arrêter conjointement entre scientifiques producteurs de la méthode (consortium IRSTEA-ASCONIT) et gestionnaires des hydrosystèmes de la Réunion.

- Annexe 1 -

Profils de qualité des taxons diatomiques dans l'IDR_V5 (-330)

Légende :

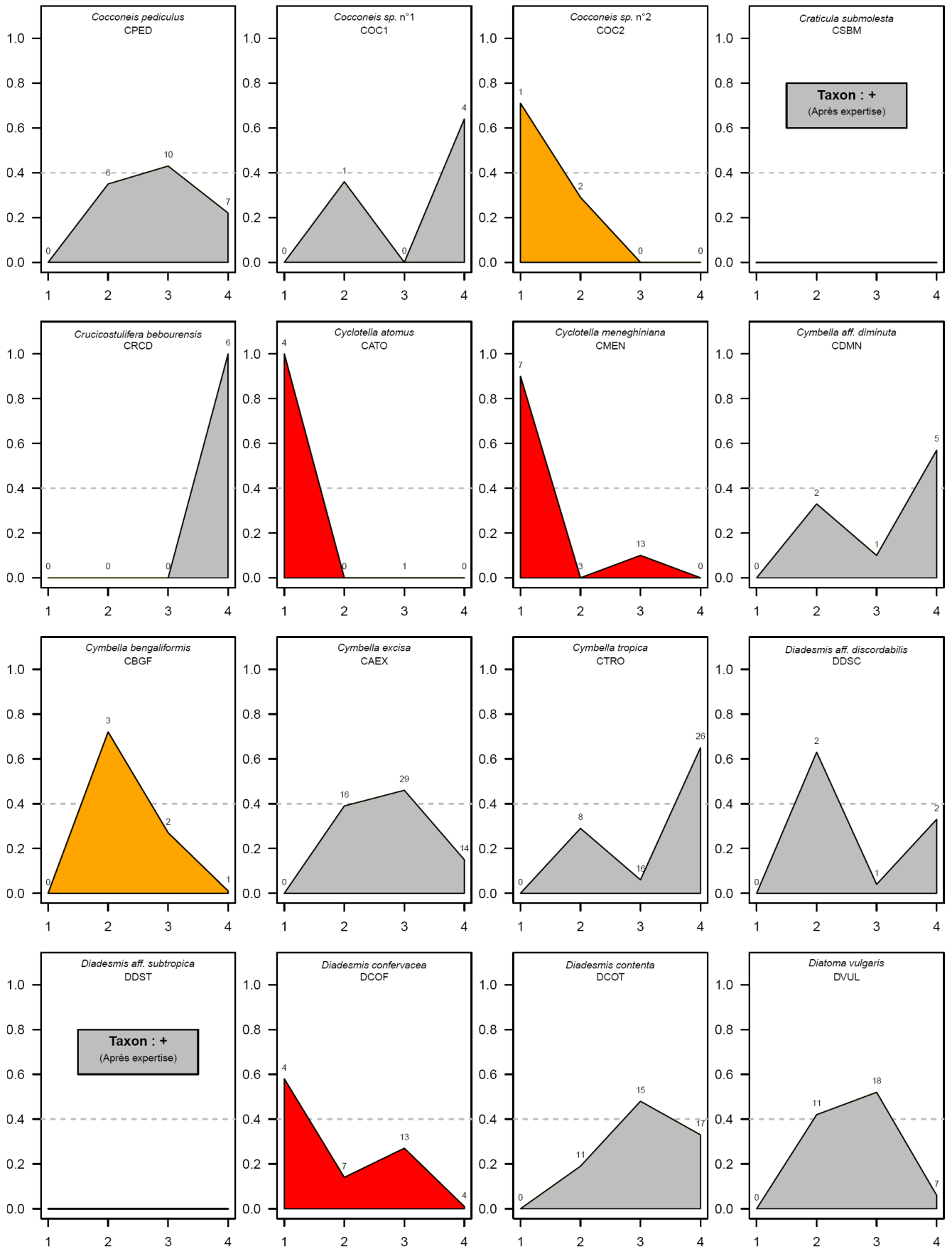
180 taxons constitutifs de l'IDR_V5 :

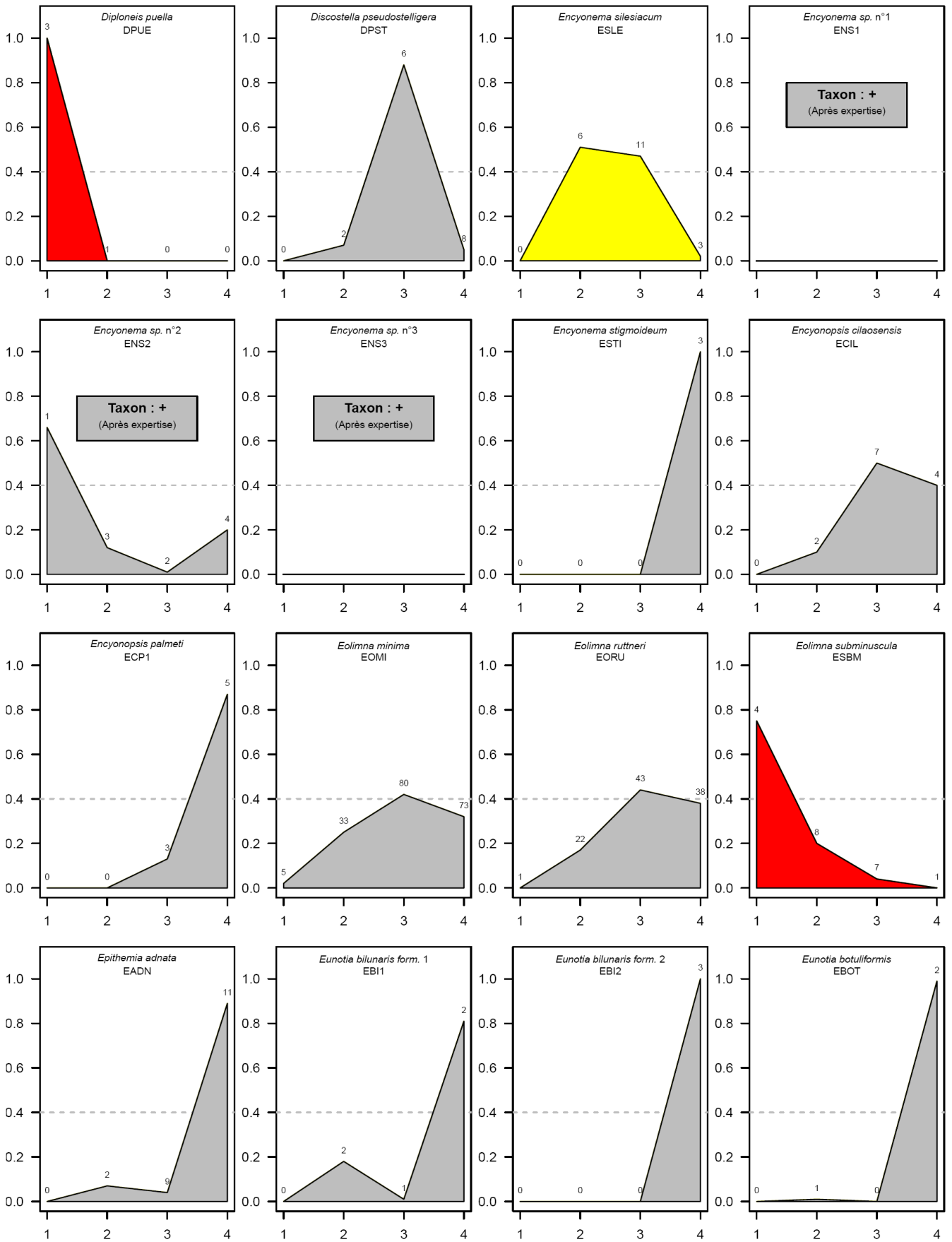
- 125 Taxons ⁺ (gris), Valence (+1)
- 17 Taxons ³⁻ (rouges), Valence (-5)
- 21 Taxons ²⁻ (oranges), Valence (-3)
- 17 Taxons ⁻ (jaunes), Valence (-1)

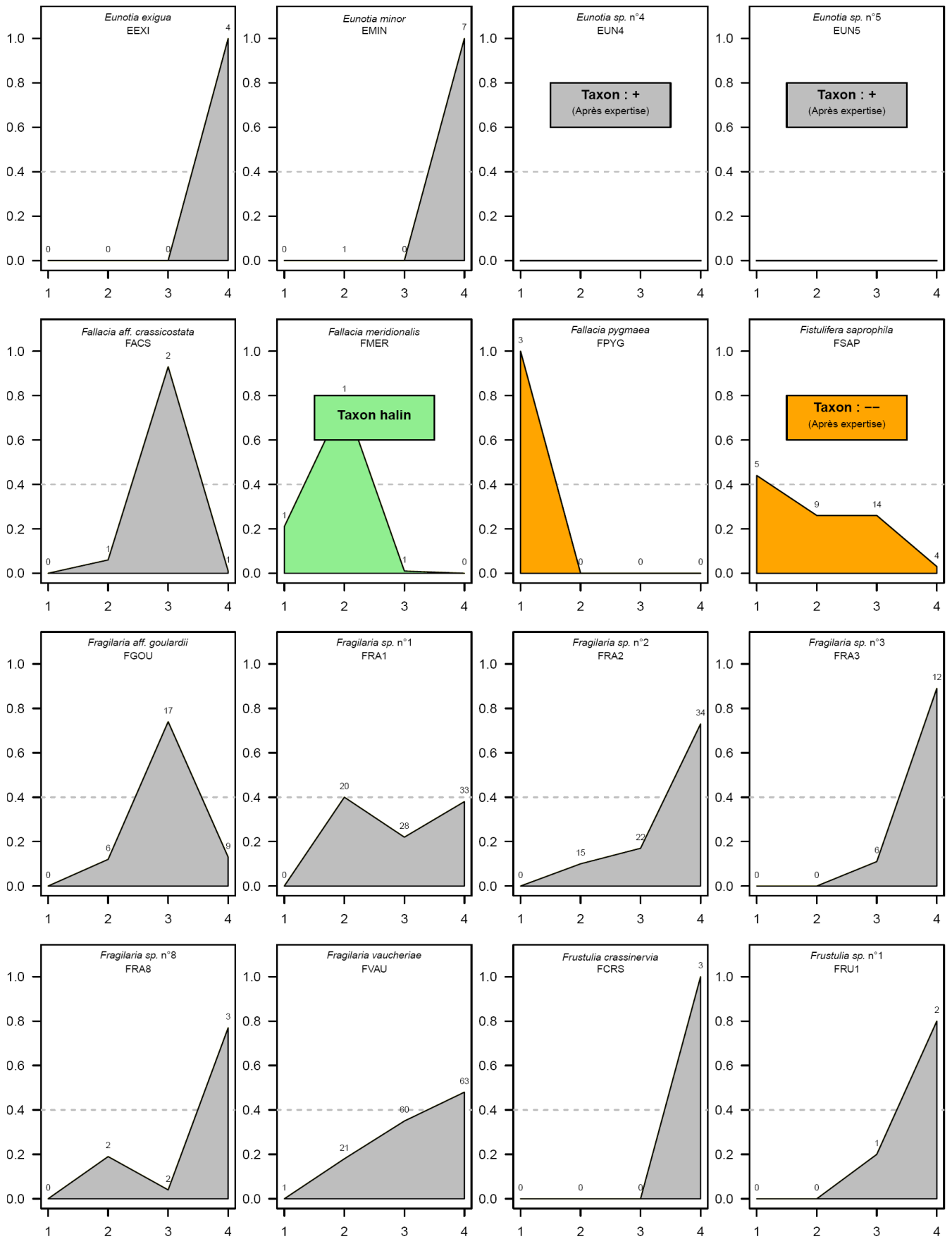
12 Taxons halophiles (verts),

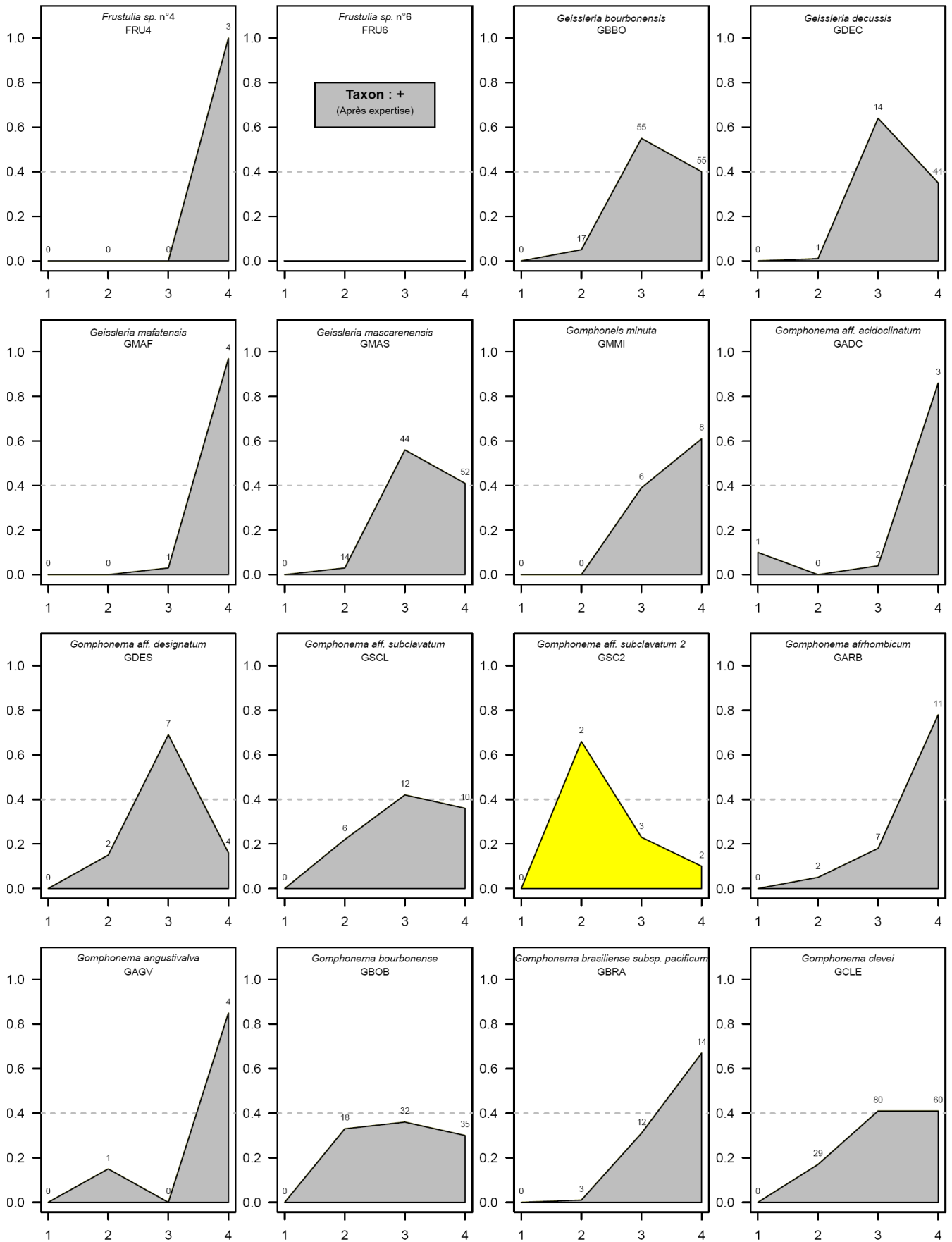
**Non pris en compte dans l'effectif du relevé
ni dans le calcul d'indice**

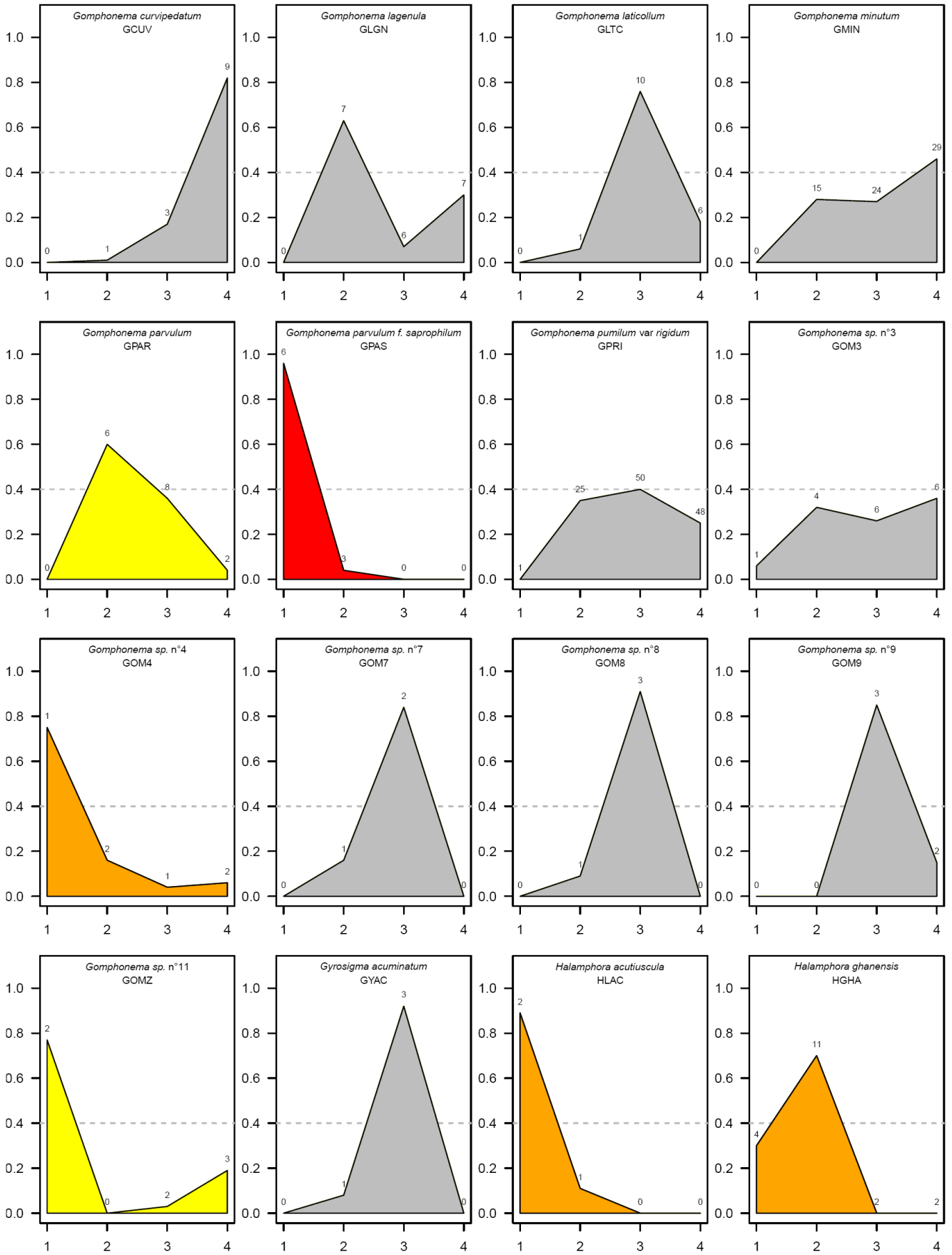
Annexe 1 : Profils de qualité des taxons constitutifs de l'IDR_V5 (-330)

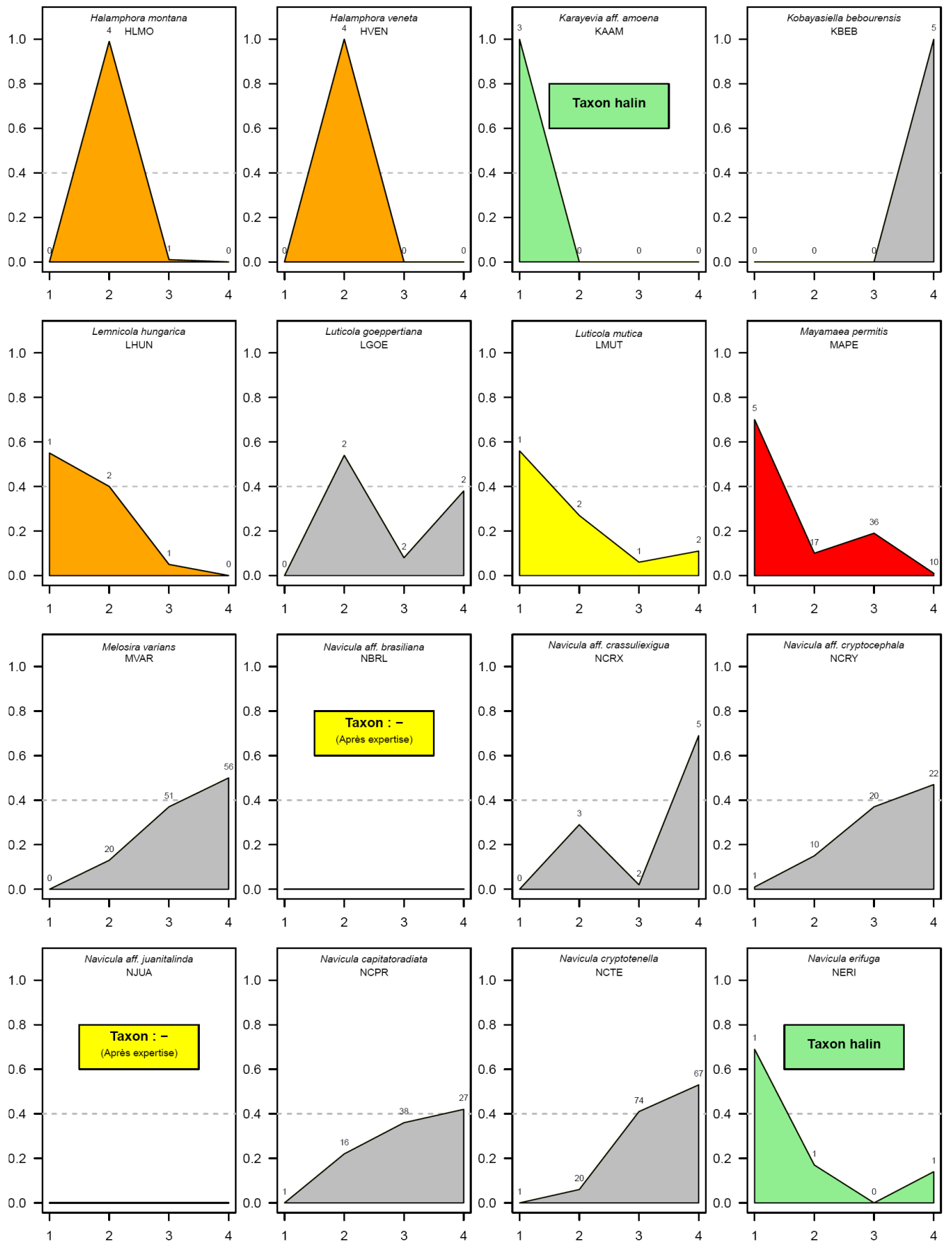


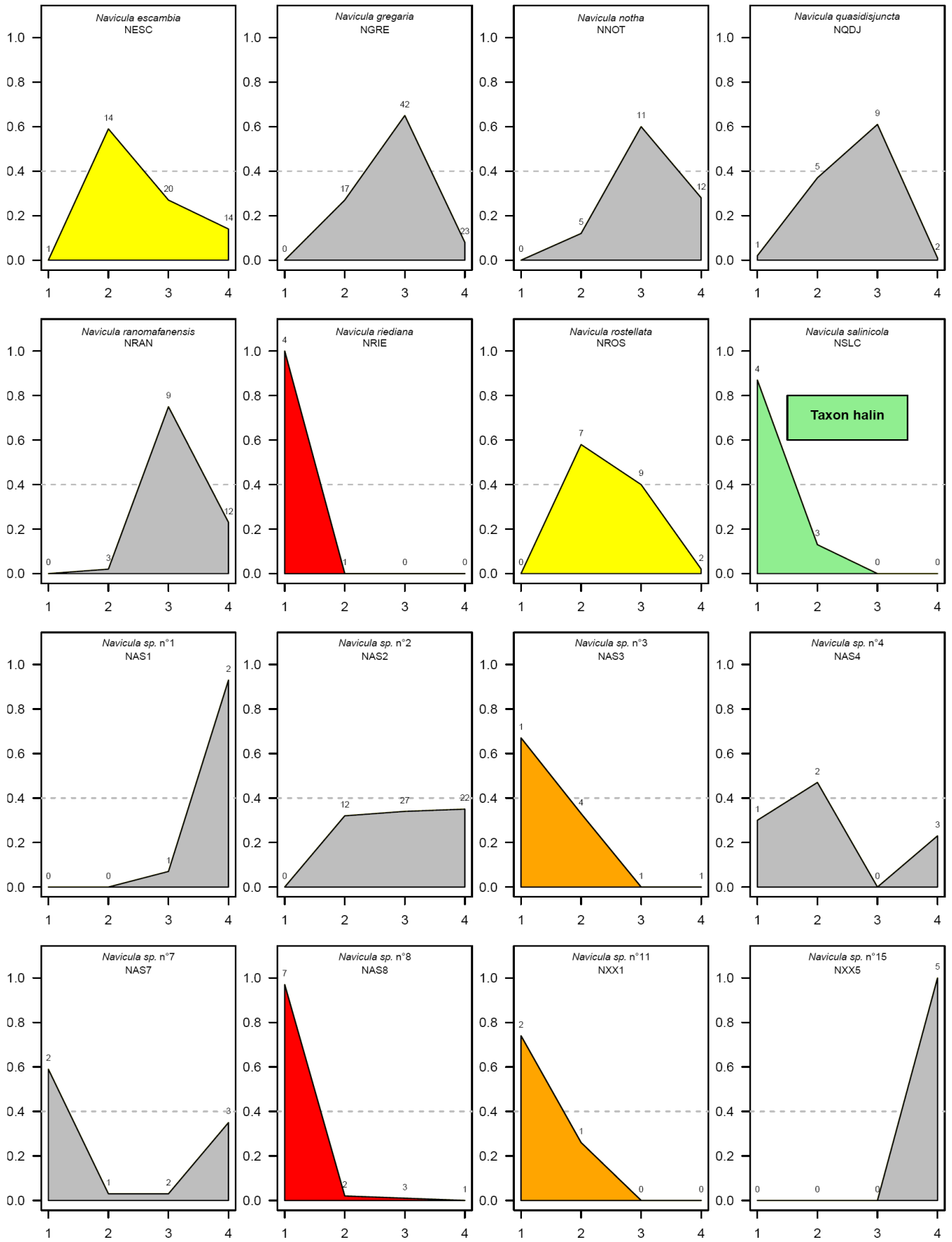


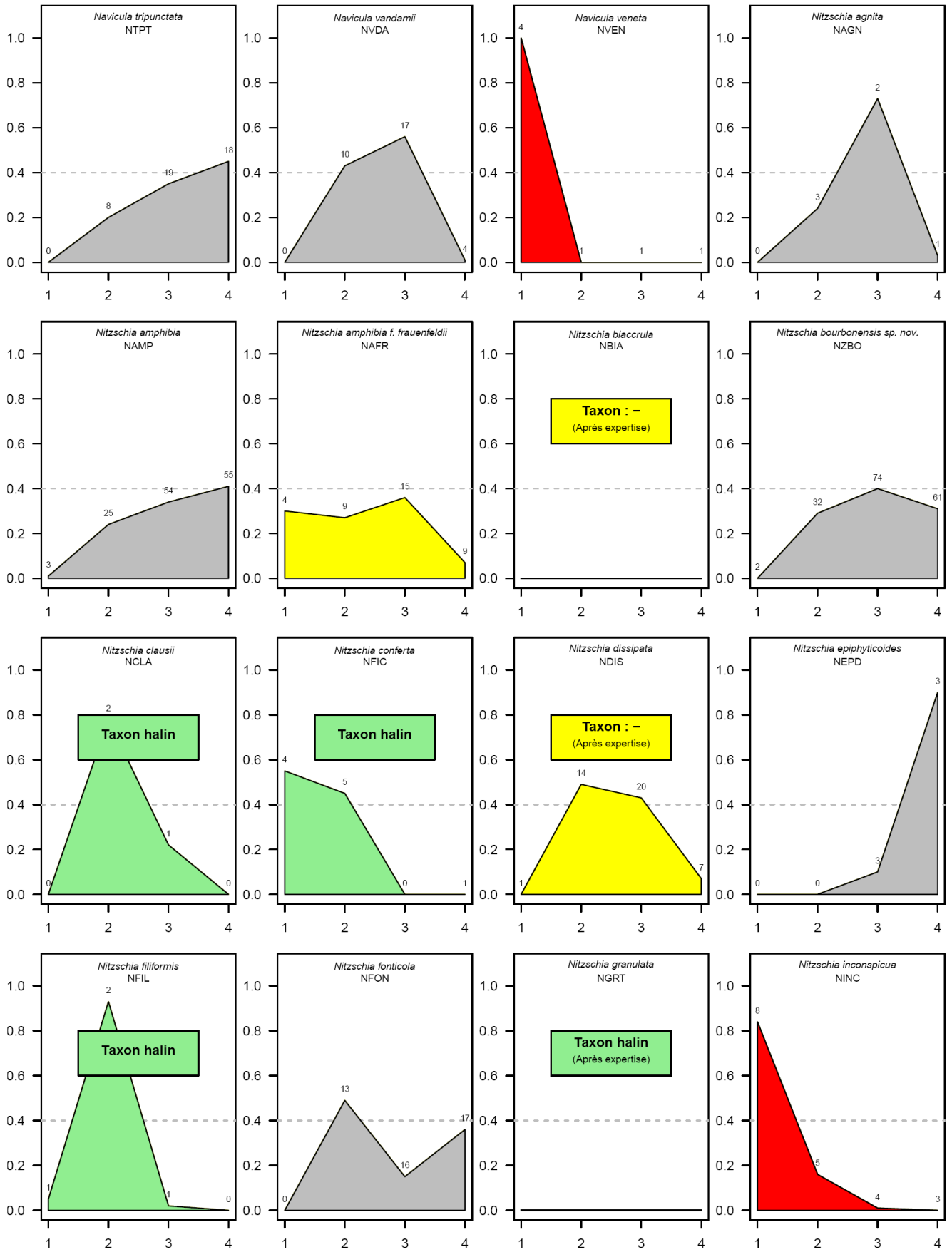


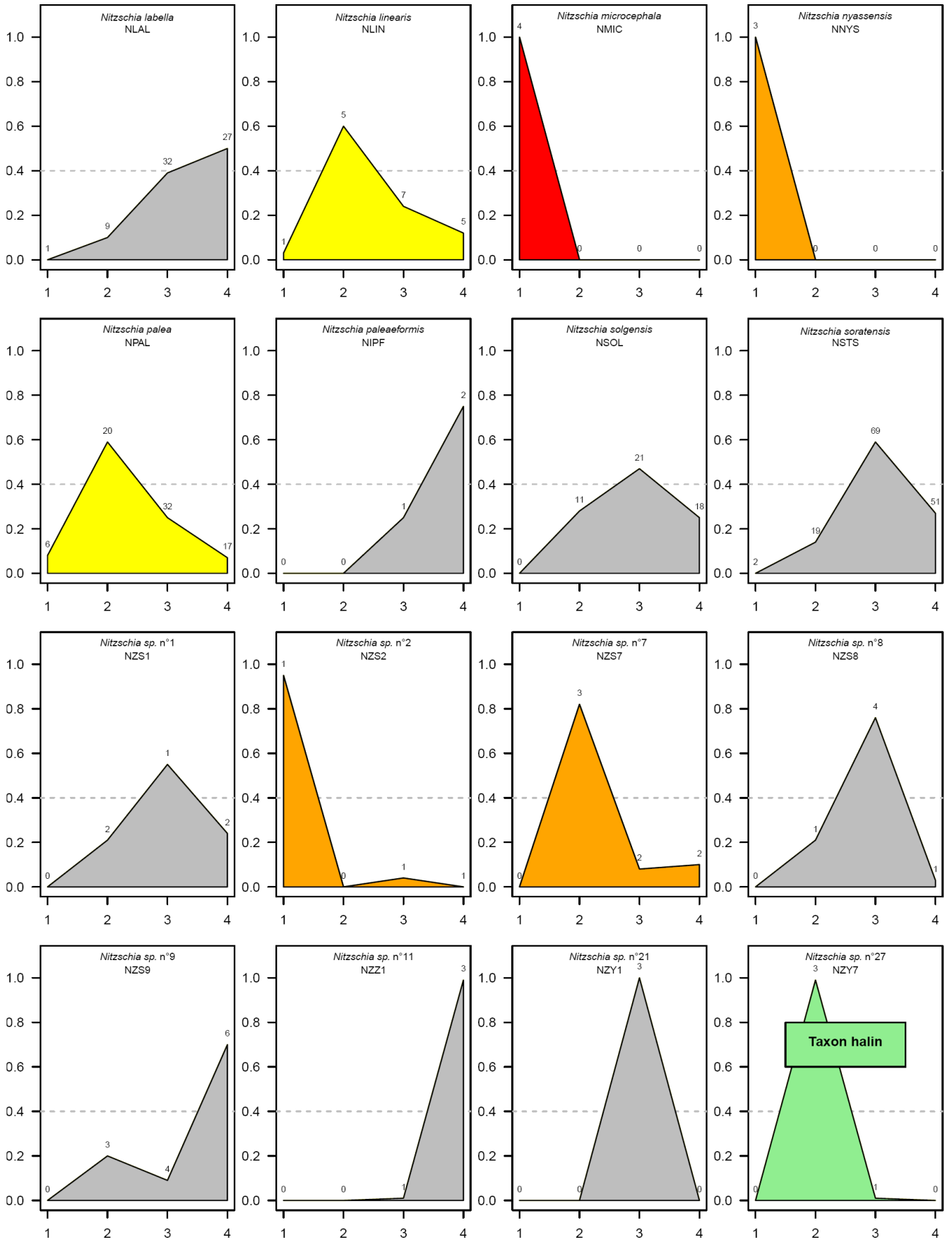


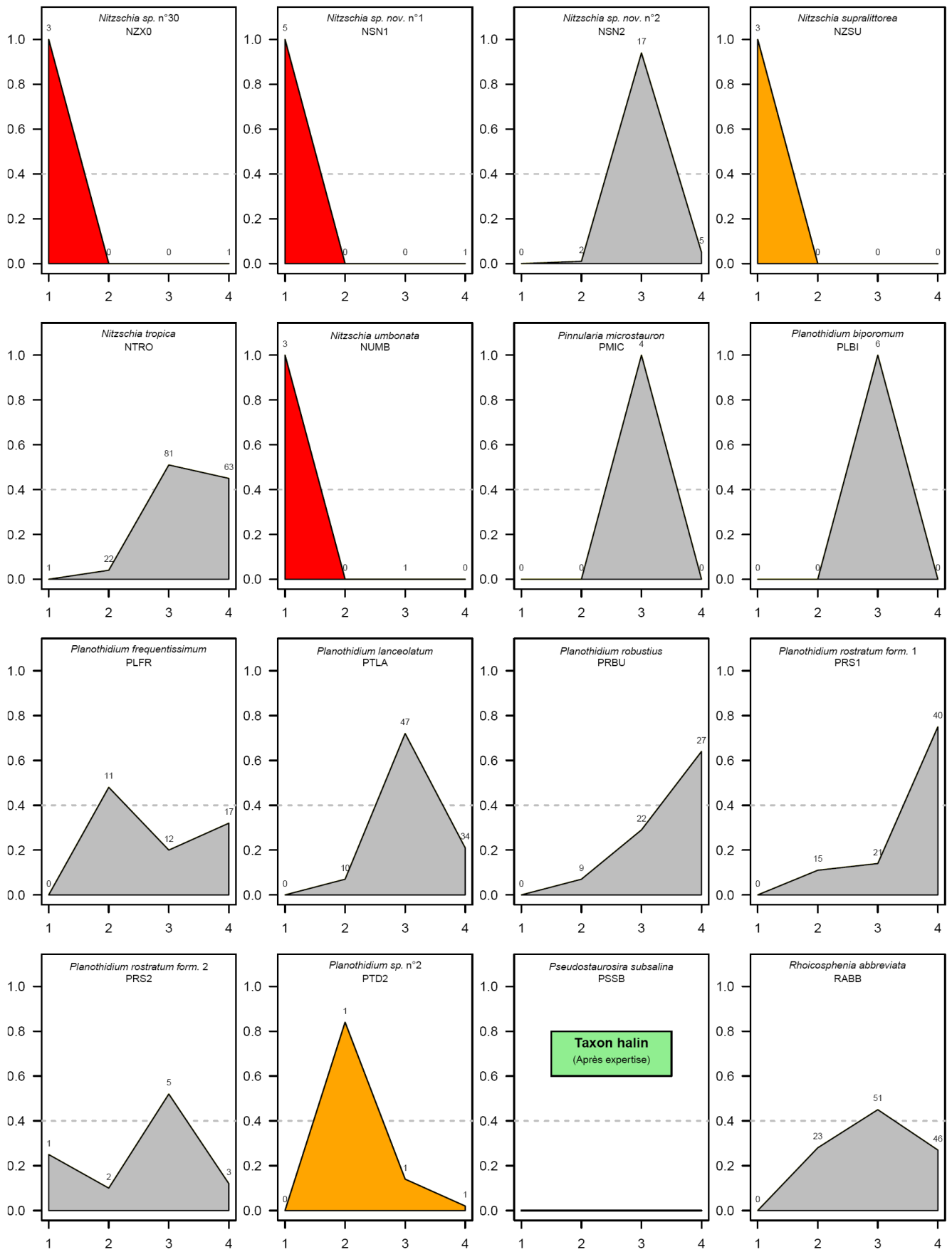


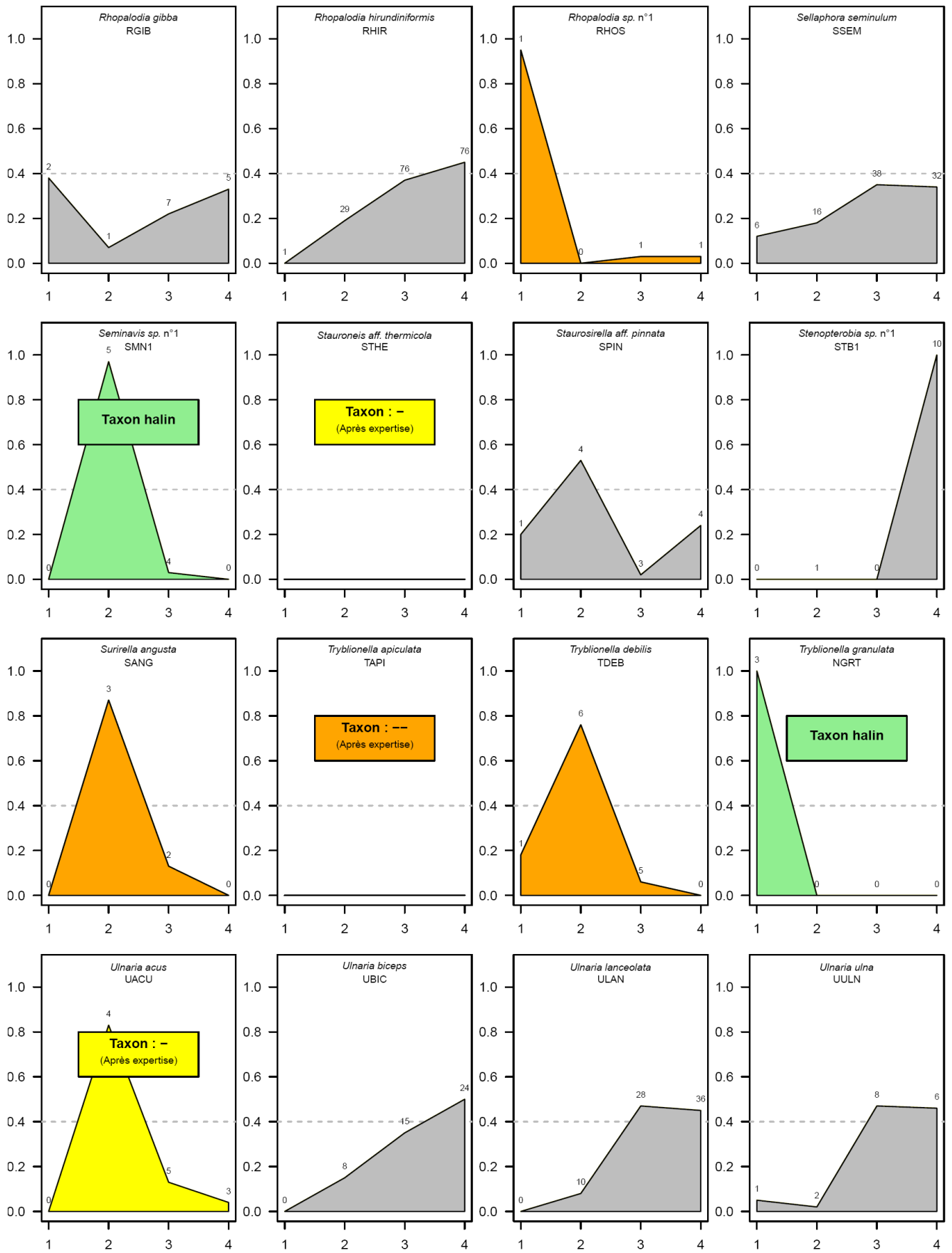












Annexe 2 :

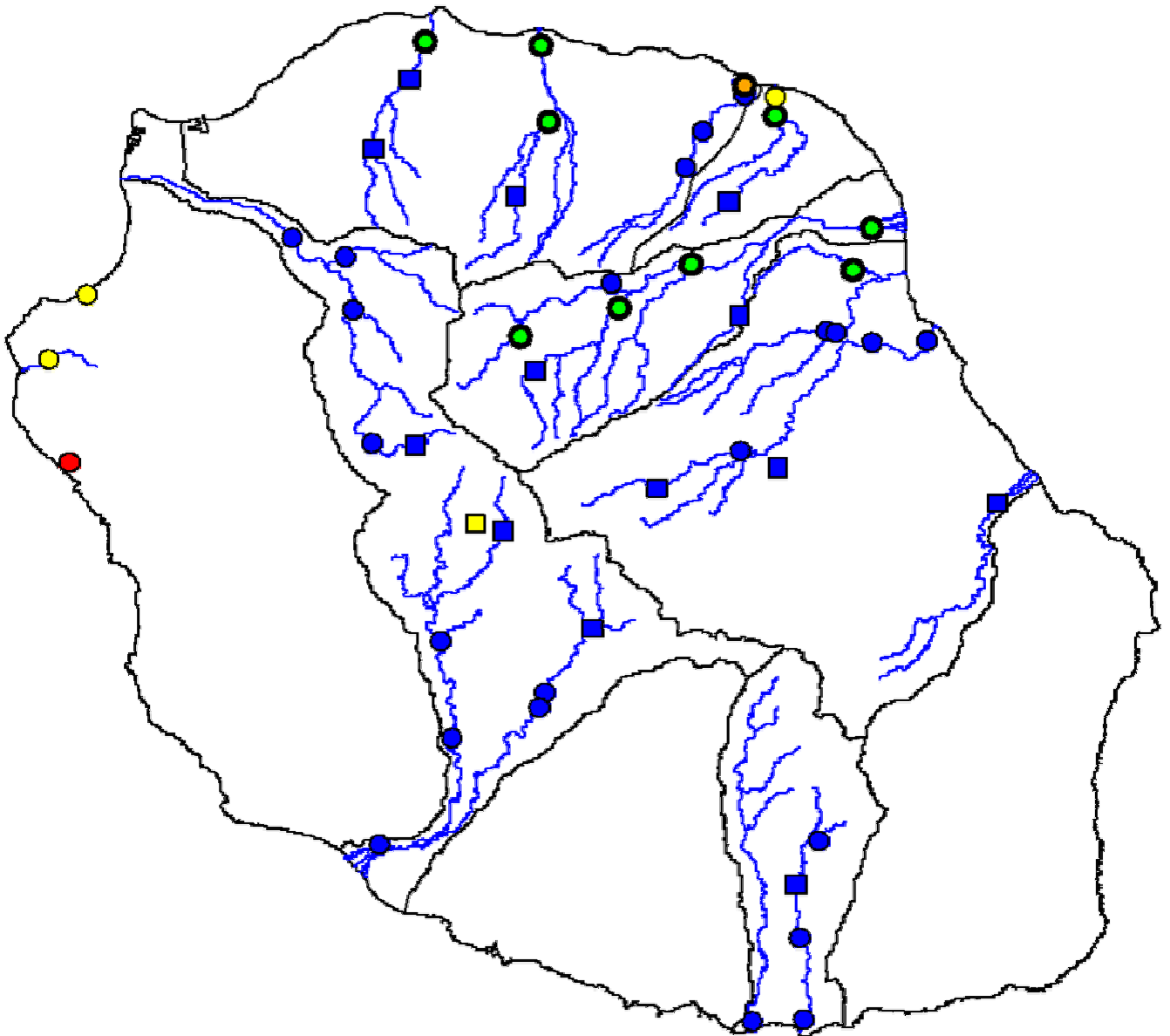
**Cartes détaillées d'état obtenues au relevé
par campagne de terrain
avec les EQRs-IDR_V5 (-330)**

Légende :

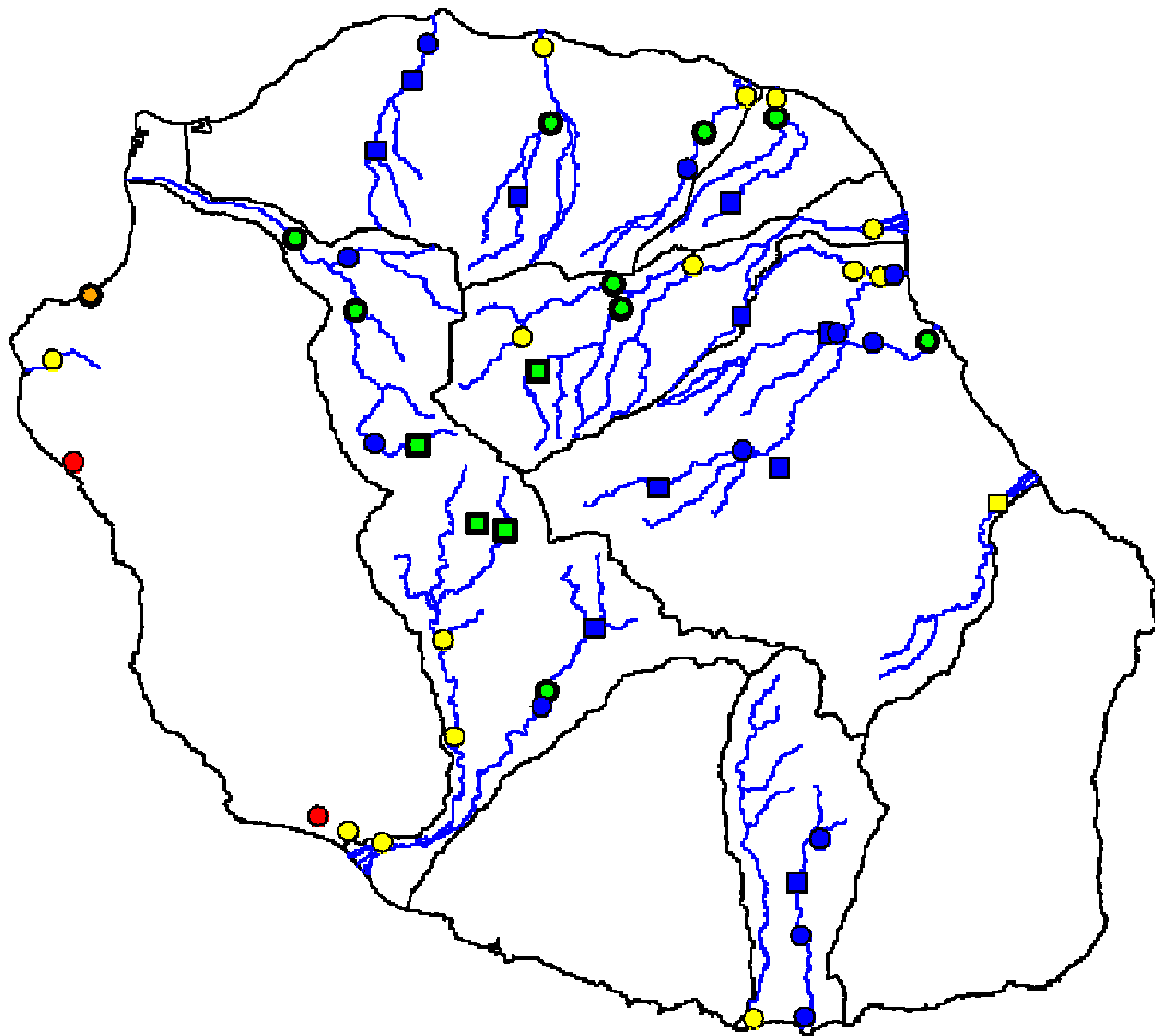
Limites des classes de qualité (en EQR) :

Zone	Référence	TBE-BE	BE-EM	EM-ME	ME-TME
Est	1	<0,9875	<0,94	<0,76	<0,42
Ouest	1	<0,98	<0,94	<0,76	<0,42

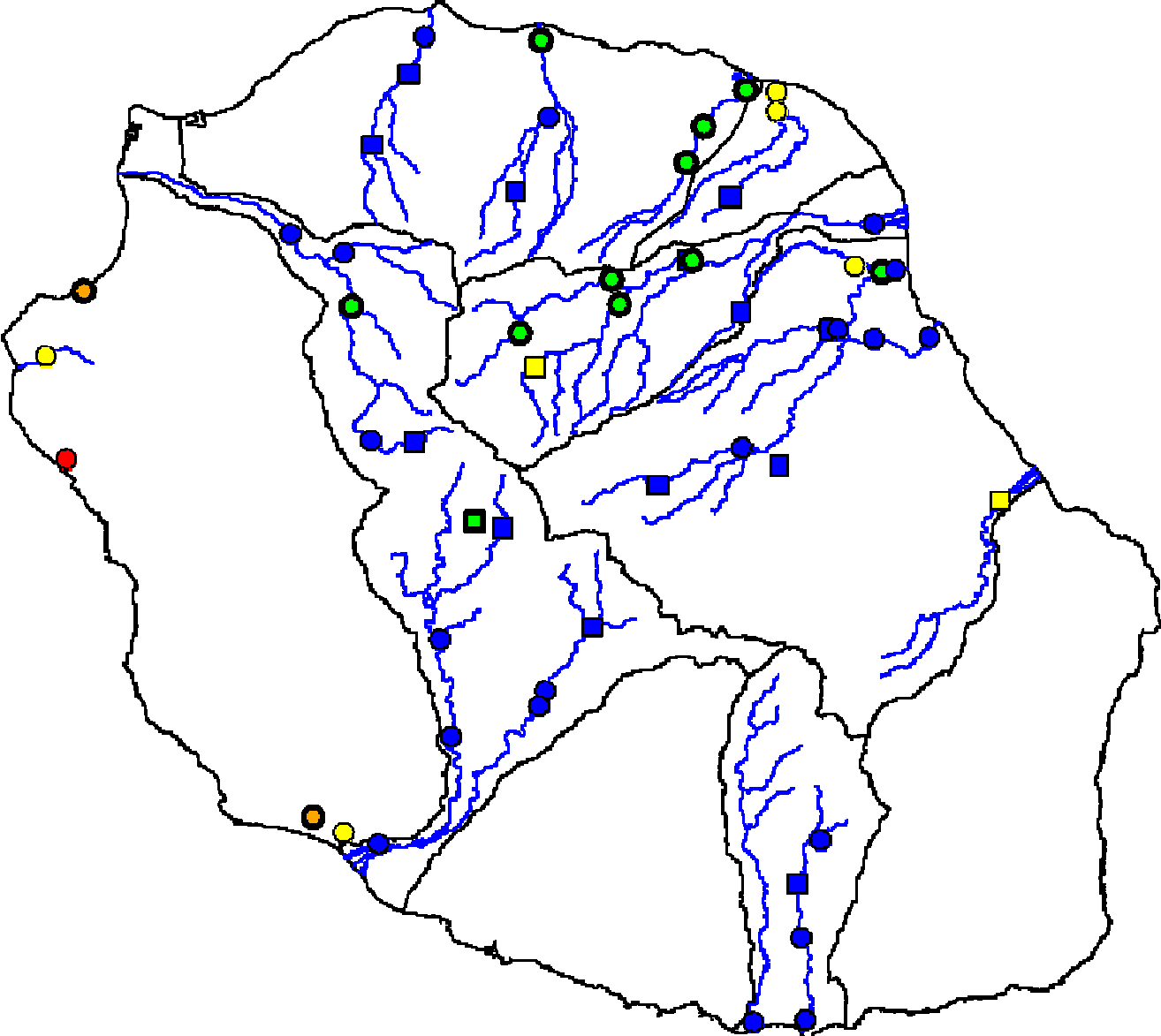
Campagne A



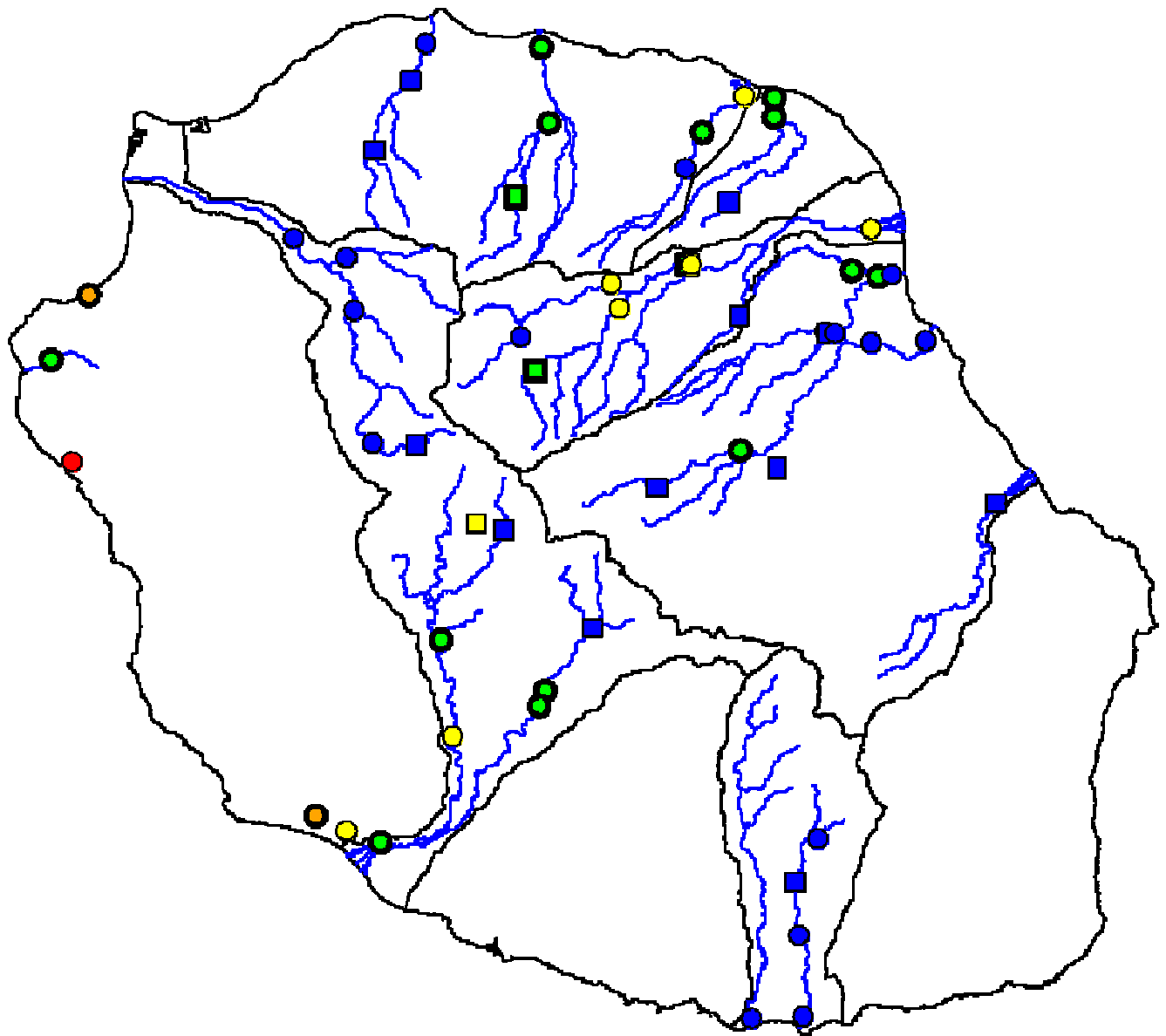
Campagne B



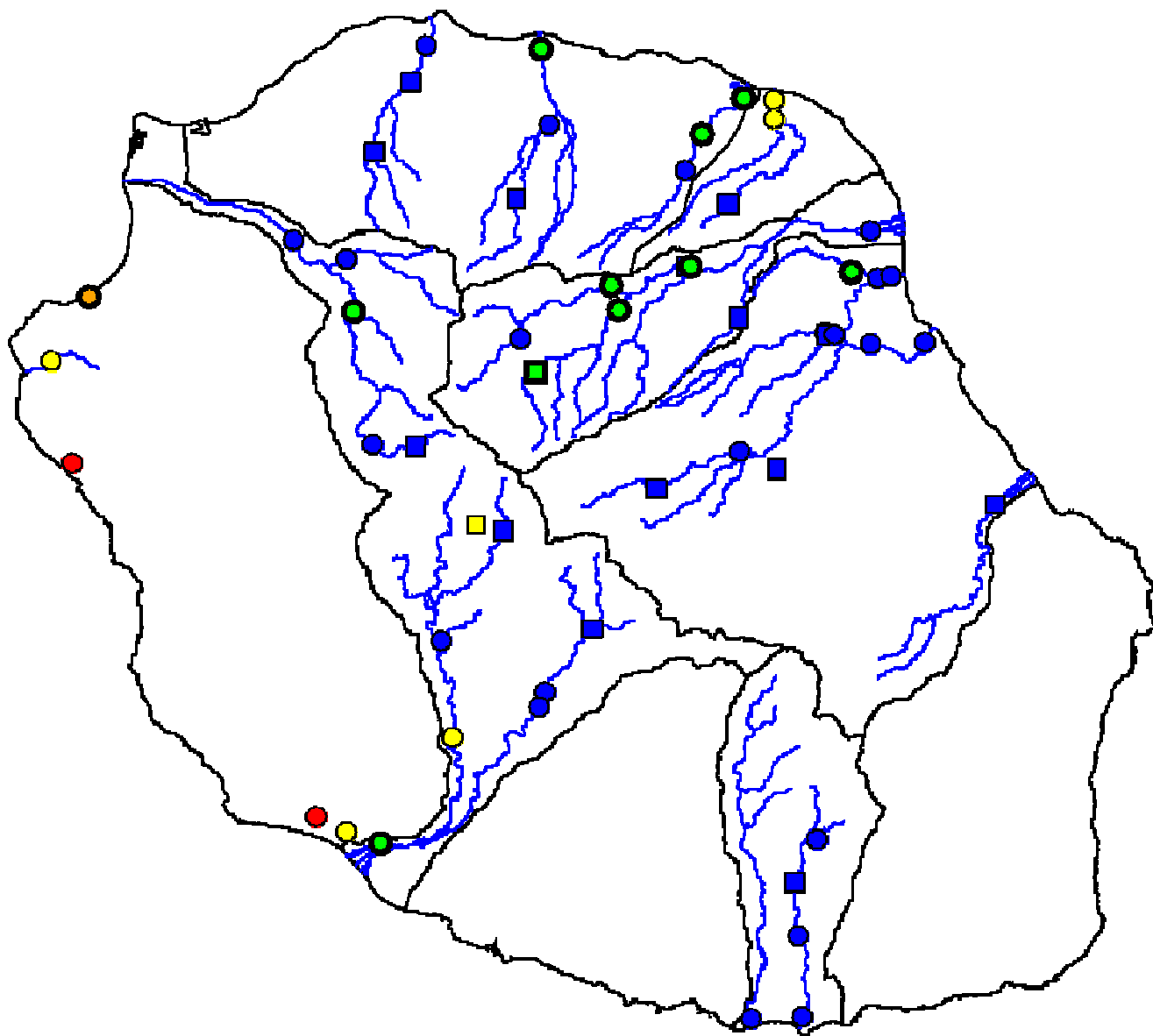
Campagne C



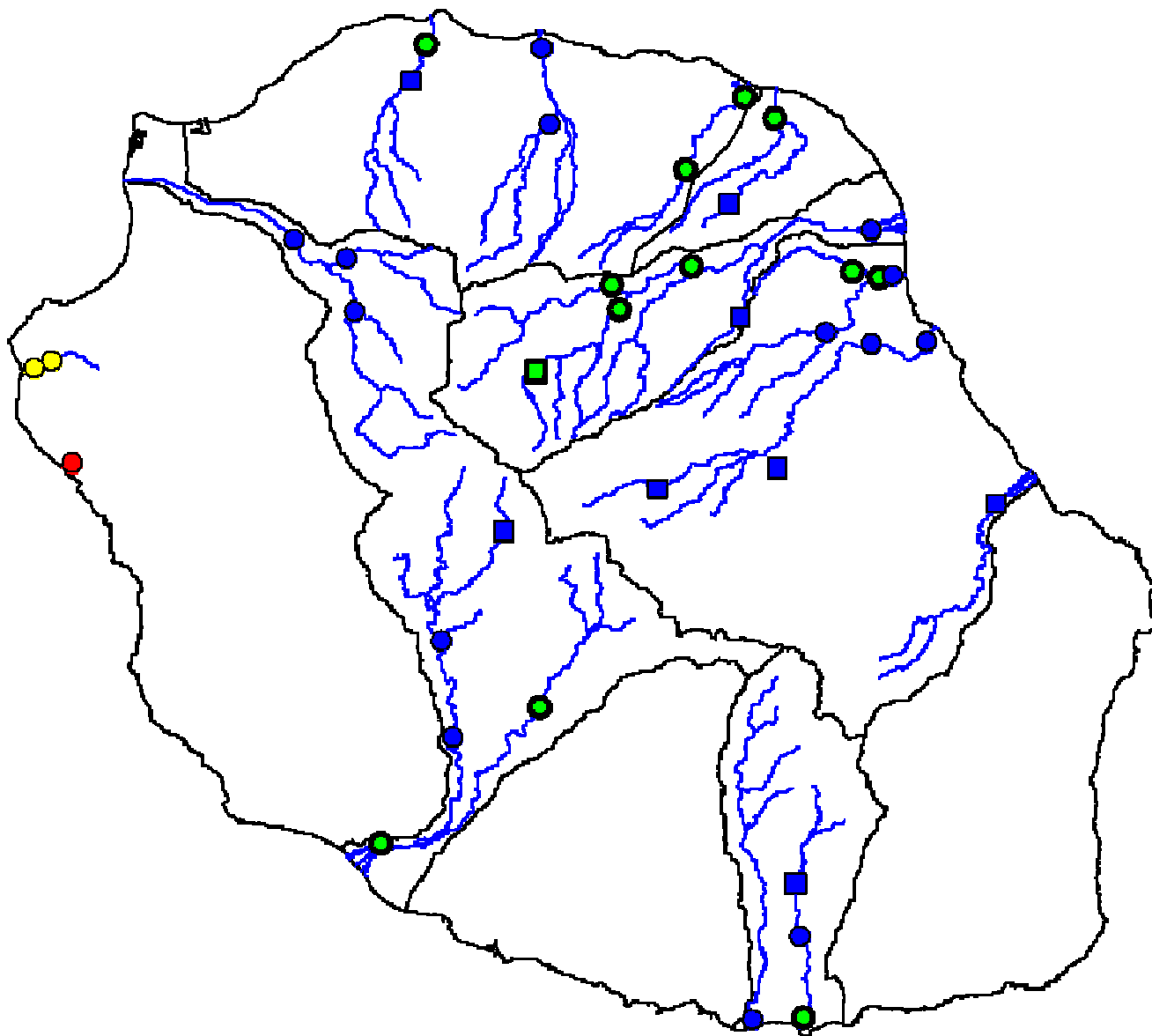
Campagne D



Campagne E



Campagne F



Campagne G

