

- Fiche-Action ONEMA-IRSTEA N° 82 : Expertises DOM 2013-2014 -

Rapport d'expertise : Evaluation de l'Etat Ecologique aux Antilles à partir de l'IDA-2 (Indice Diatomique Antilles)

Anne EULIN (*), Estelle LEFRANCOIS (*), Julie GUEGUEN (**), Juliette ROSEBERY (**), Michel COSTE (**), François DELMAS (**)

(*) : ASCONIT Consultants, Antenne Caraïbes , 97224 DUCOS (Martinique) et Antenne de Montpellier, 34 790 GRABELS

(**) : IRSTEA / Centre de Bordeaux, UR EABX, 50 avenue de Verdun, 33612 - CESTAS Cedex

Rapport du 11-05-2014

V.F. du 18-07-2014, après inclusion des modifications signalées

(Erreur grille volcan corrigée)

Résumé :

Dans le contexte biogéographique particulier des Antilles, aucune méthode de bio-indication diatomique pré-existante n'est réellement utilisable pour diagnostiquer l'état écologique des cours d'eau, qui comporte de nombreuses espèces de diatomées tropicales inconnues en métropole. La DCE ayant vocation à s'appliquer dès que possible dans les DOM français, les Offices de l'Eau et DEALs de Martinique et de Guadeloupe, appuyés par l'ONEMA, ont lancé en 2009 un premier programme de recherche-transfert de 3 à 4 ans destiné : 1) à repérer et identifier les flores diatomiques de chaque Île ; 2) à étudier leur écologie ; 3) à mettre en place un nouvel indice diatomique spécifique destiné à être utilisé ensuite en routine dans le cadre des réseaux de surveillance. Ce programme initial, pris en charge par le consortium ASCONIT-IRSTEA, a abouti à une première version d'Indice Diatomique des Antilles utilisable (Rapport Final IDA du 14-10-2013). Cette première version présentait quelques défauts de jeunesse essentiellement dus à un **manque de recul-données**. La réalisation de campagnes complémentaires d'échantillonnage en 2012 et 2013 a permis de renforcer de façon ciblée certaines situations insuffisamment documentées. Au final, huit campagnes saisonnières de prélèvement, qui ont concerné en tout **130 stations** réparties de façon presque égale sur les deux îles, ont permis de disposer de façon couplée d'échantillonnages d'eau et de mesures de terrain permettant de caractériser le milieu abiotique, ainsi que de prélèvements de biofilms diatomiques représentatifs de l'état des stations. **607 relevés complets** ont été pleinement exploitables, permettant d'identifier et de compter **512 taxons diatomiques différents** et de réaliser une nouvelle fois les analyses de données. Des analyses exploratoires à visée typologique ont notamment permis d'asseoir un zonage naturel simplifié en 2 grands ensembles naturels. L'IDA-2 (Indice Diatomique des Antilles, version 2) a été construit sur un Gradient Composite Multimétrique d'Anthropisation (GCMA) intégratif de 10 variables abiotiques significativement influencées par les pressions humaines. Sa division en 5 classes de qualité a permis, après intervention d'un double seuillage quantitatif, de calculer les profils écologiques de 186 espèces ainsi sélectionnées. 8 d'entre eux provenant d'entrées halines littorales, **178 taxons** participent au final au calcul de l'indice, dont **131 «Taxons +»** non-porteurs de message particulier relatif à l'altération anthropique. **47 taxons sont porteurs d'un message d'alerte**. Par rapport à l'IDA-1, une interprétation raffinée de leurs profils a permis de les répartir en **25 «Taxons -»**, révélateurs d'altérations anthropiques moyennes, et **22 «Taxons²⁻»** indicateurs d'altération anthropique forte, qui exercent un poids différent dans la diminution des notes d'indice. Une stratégie d'**évaluation d'état écologique au relevé**, basée sur l'élaboration de 2 grilles d'EQRs, une pour la zone aux eaux peu minéralisées des massifs volcaniques des 2 îles (**Zone « Volcan »**), et une pour la zone à hydrochimie naturelle fortement minéralisée regroupant les Mornes et la Plaine du Lamentin en Martinique (**Zone « Plaine »**) a pu être calée et donne satisfaction. Concernant l'**évaluation temporelle intégrée au site**, dans l'attente de stabilisation de règles officielles nationales qui seront diffusées dans un prochain Arrêté d'Evaluation, 4 types de scénarios prospectifs d'agrégation ont été testés et évalués dans le cadre de ce programme. Un scénario de type OO-AO ménagé avec tolérance 25% a donné des résultats satisfaisants en utilisant les **mêmes grilles que pour déterminer l'état au relevé**. Comme il n'est pas voué à passer en application, un travail complémentaire d'adaptation de ces grilles reste donc à réaliser sur la base des règles précises proposées au niveau national (moyenne sur 3 ans par site)

Sommaire

1. Introduction : contexte et objectifs	1
2. Rappel des démarches réalisées dans le cadre du programme diatomées, éléments de signalétique des indices diatomiques produits.....	2
2.1. Le programme de Recherche-Développement, ses acquis, l'IDA-V1 :	3
2.2. Etudes complémentaires 2013-2014, bilan des acquis :	4
3. Différentes phases d'élaboration de l'IDA-2 :.....	5
3.1. Méthodologie, conception de l'indice	5
3.2. Résultats de l'IDA-2, performance de l'indice :.....	8
3.3. Projection cartographique d'Etats basés sur les résultats bruts d'IDA-2 au relevé :	11
3.3.1. <i>Martinique</i>	11
3.3.2. <i>Guadeloupe</i> :.....	13
4. Stratégie d'évaluation de l'Etat Ecologique au relevé, EQRs :	15
4.1. Eléments d'historique et de contexte :	15
4.2. Trame des zones naturelles adaptée aux Antilles.....	17
4.3. Principe de construction des grilles d'EQRs aux Antilles	18
4.4. Elaboration d'une grille d'EQRs au relevé « Zone Plaine » :.....	20
4.4.1. <i>Eléments statistiques sur les relevés de référence</i> :.....	20
4.4.2. <i>Descriptif rapide des travaux sur scénarios de grilles effectué (Zone « Plaine»)</i>	22
4.4.3. <i>Résultats et recommandations au relevé Zone « Plaine »</i> :.....	24
4.5. Elaboration d'une grille d'EQRs au relevé « Zone Volcan » :.....	25
4.5.1. <i>Eléments statistiques sur les relevés de référence</i> :.....	25
4.5.2. <i>Descriptif rapide des travaux sur scénarios de grilles effectués (Zone « Volcan»)</i> ..	26
4.5.3. <i>Résultats et recommandations Zone « Volcan »</i> :.....	29
4.6. Représentation cartographique de l'évaluation des sites au relevé :	30
4.6.1. <i>Généralités</i> :.....	30
4.6.2. <i>Représentations cartographiques au relevé : Martinique</i>	31
4.6.3. <i>Représentations cartographiques au relevé : Guadeloupe</i>	33
5. Travail méthodologique sur l'évaluation intégrée d'Etat au site :	36
5.1. Problématique, méthodologie :	36

5.2. Présentation synthétique des résultats agrégés au site	38
5.2.1. Test de 4 scénarios d'agrégation Zone « Plaine » :	38
5.2.2. Test de 4 scénarios d'agrégation « Zone « Volcan » :	40
5.3. Eléments généraux de diagnostic communs aux deux regroupements d'HERs :41	
5.4. Présentation cartographique des résultats agrégés au site selon les différents scénarios d'agrégation	42
5.4.1. Martinique :	42
5.4.2. Guadeloupe :	43
6. Conclusions générales :	45

Figures

Figure 1 : Principes d'établissement des profils de qualité des taxons de l'IDA-2.....	7
Figure 2 : Relation pression-impact entre score de GCMA et notes brutes d'IDA-2.....	9
Figure 3 : Relations pression-impact sur jeux de données séparés « Plaine » (en vert) et Volcan (en rouge).....	10
Figure 4 : Cartes d'état diatomique des sites de Martinique pour les quatre premières campagnes de terrain exploitées dans le cadre du programme de recherche-développement « Diatomées Antilles »	11
Figure 5 : Cartes d'état diatomique des sites de Martinique (Campagne 4 : dernière du programme de Recherche-Développement ; autres campagnes : réseaux 2012-2013 + campagnes complémentaires)	12
Figure 6 : Cartes d'état diatomique des sites de Guadeloupe pour les quatre premières campagnes de terrain, réalisées dans le cadre du programme de recherche-développement « Diatomées Antilles »	13
Figure 7 : Cartes d'état diatomique des sites de Guadeloupe (Campagne 5 : dernière du programme de Recherche-Développement. Autres campagnes : réseaux 2012-2013 + campagnes complémentaires)	14
Figure 8 : Trame hydroécocorégionale (HER) proposée par Wasson et al pour les Antilles dans un rapport Cemagref de décembre 2004	16
Figure 9 : Zonage naturel retenu pour l'élaboration et l'application de grilles de qualité diatomique basées sur les notes d'IDA-2 en Guadeloupe et Martinique.....	17
Figure 10 : Cadre conceptuel de référence pour l'établissement de grilles d'interprétation de l'EtatEcologique à partir de notes de méthodes indiciaires	19

Figure 11 ; Etude des différents descripteurs utilisables pour l'élaboration d'une grille d'évaluation basée sur des EQRs (Zone « Plaine »).....	21
Figure 12 : Scénarios optimisés testés sur la Zone « Plaine » et résultats de classement d'Etat au relevé (en effectifs, en pourcentage).....	24
Figure 13 : Etude des différents descripteurs utilisables pour l'élaboration d'une grille d'évaluation basée sur des EQRs (Zone « Volcan »).....	25
Figure 14 : Scénarios optimisés testés sur la Zone « Volcan » et résultats de classement d'Etat au relevé (en effectifs, en pourcentage).....	29
Figure 15 : Cartes d'Etat diatomique des sites de Martinique au relevé selon les 2 nouvelles grilles d'EQR-IDA2 (4 premières campagnes du programme de recherche-développement «Diatomées Antilles»).....	31
Figure 16 : Cartes d'Etat diatomique des sites de Martinique au relevé selon les 2 nouvelles grilles d'EQR-IDA2 (campagnes suivantes d'échantillonnage)	32
Figure 17 : Cartes d'Etat diatomique des sites de Guadeloupe au relevé selon les 2 nouvelles grilles d'EQR-IDA2 (4 premières campagnes du programme de recherche-développement «Diatomées Antilles»).....	34
Figure 18 : Cartes d'Etat diatomique des sites de Guadeloupe au relevé selon les 2 nouvelles grilles d'EQR-IDA2 (campagnes suivantes d'échantillonnage)	35
Figure 19 : Présentation synthétique des résultats, au relevé et agrégés au site,	38
Figure 20 : Présentation synthétique des résultats, au relevé et agrégés au site, du Scénario Volcan (15)-3-1 Optimisé	40
Figure 21 : Résultats cartographiques des scénarios d'Evaluation agrégés au site sur la Martinique : a) Scénario OO-AO ; b) Scénario «Moyenne notes relevés» ; c) «Tolérance 25 %» ; d) Tolérance 1/3 Cl.	43

1. Introduction : contexte et objectifs

L'application de la DCE dans les DOM nécessite la mise en œuvre d'opérations de surveillance et la mise en application d'indices biologiques permettant d'évaluer l'état écologique intégré de leurs milieux aquatiques. Cependant, jusqu'à un passé récent, il ne pré-existait pas d'outils biologiques adaptés pour ce faire, les indices biologiques mis en place pour l'espace européen continental, dont la France métropolitaine, étant entachés d'un décalage biogéographique beaucoup trop important pour y être utilisables et donner des résultats satisfaisants.

Dans ce contexte, un programme de Recherche-Développement mené conjointement au niveau de la Martinique et de la Guadeloupe par le consortium ASCONIT Consultants - IRSTEA, sous un montage financier composite associant les Offices de l'Eau et les DEALS des 2 Antilles, l'ONEMA et incluant également une participation prenant la forme d'un autofinancement partiel des 2 organismes impliqués dans la réalisation, a été mené entre 2009 et 2012.

Ses principaux objectifs étaient : 1) la détermination taxonomique d'assemblages encore fortement méconnus caractéristiques du contexte biogéographique des Antilles ; 2) la formalisation de connaissance auto-écologique de ces taxons et des principaux biotypes (assemblages typiques d'espèces) caractéristiques des différents types de cours d'eau naturels et altérés des Antilles, 3) la production d'un guide iconographique résumant la connaissance acquise sur les taxons, notamment ceux utilisables en bio-indication, ce recueil constituant une pierre angulaire essentielle aux opérateurs futurs dans le cadre des marchés de bio-indication diatomique ; 4) la création d'un indice diatomique adapté au contexte spécifique des Antilles et la genèse d'un dispositif permettant l'évaluation judicieuse de la qualité écologique de leurs cours d'eau.

A l'issue de ce programme, qui s'est achevé en mai 2013, les principaux livrables correspondant aux objectifs prévus ont été rendus dans leur Version 1 encore évolutive, dont l'IDA-V1 (Indice Diatomique des Antilles). La genèse et la conception de cet indice ont été décrites dans le rapport final « Mise au point d'un indice de bio-indication de la qualité de l'eau des cours d'eau antillais à partir des diatomées : l'IDA » du 12-03-2013 (dernière version corrigée : 14-10-2013).

Les référentiels disponibles en fin du programme de recherche-développement précité n'étaient pas encore suffisants pour résoudre de façon satisfaisante certains verrous de connaissance identifiés. Deux campagnes complémentaires d'acquisition de données ont été organisées en 2013 sur la Guadeloupe et la Martinique, afin :

- 1) d'améliorer la description de l'Etat de référence sur la zone fortement minéralisée « Plaine » de la Martinique,

- 2) de préciser autant que possible l'auto-écologie de l'espèce *Nitzschia inconspicua* (NINC). En effet, l'interprétation de la signification de sa présence dans de nombreux relevés restait ambiguë et le lien direct avec l'anthropisation restait à établir. D'autre part, en 2012 et 2013, des données abiotiques et des relevés diatomiques ont continué d'être acquis dans les réseaux de routine, contribuant également à augmenter le recul-données disponible.

Les jeux de données significativement confortés étant devenus effectivement disponibles à l'approche de la jonction 2013-2014 (**607 relevés complets**, au lieu de 484 antérieurement disponibles pour la première version d'IDA), il a été pris le parti d'actualiser et d'améliorer l'indice Diatomique des Antilles sur la base de toutes les données disponibles à ce jour, dans le but de pouvoir résoudre les quelques problèmes de jeunesse identifiés sur l'IDA-1 et de livrer un outil indiciel le plus optimisé possible pour aborder le 2^{ème} Plan de Gestion des Masses d'Eau.

En fonction des dates de disponibilité des données abiotiques et des relevés biologiques, quelques semaines ont été nécessaires pour adapter et faire tourner à nouveau les analyses de données. Un nouvel Indice diatomique plus élaboré que le précédent, l'**IDA-2**, a donc été finalisé à l'approche de la mi-Mars 2014 et a fait l'objet de 2 présentations orales, l'une méthodologique, l'autre plus orientée taxonomie et hydrobiologie des taxons, au séminaire ONEMA-DOM de Paris les 20 et 21/03/2014. Dans l'attente de la publication du rapport final de présentation de ce nouvel indice, qui sera effective dans les semaines à venir, il est possible de se reporter au fichier transmis parallèlement « Appréciation de la DCE-compatibilité de l'IDA (indicateur DCE-DOM) » et aux quelques éléments résumés de signalétique concernant ce nouvel indice au paragraphe suivant).

Le but du présent rapport d'expertise est de **proposer une stratégie d'évaluation de l'Etat Ecologique des cours d'eau des Antilles à partir du compartiment diatomique** qui, à partir des notes d'IDA-2 obtenues dans le cadre des réseaux de surveillance, permette de soutenir le rapportage périodique d'Etat Ecologique à faire par les Bassins auprès de l'Union Européenne dans le cadre des Plans de Gestion des Masses d'Eau. Celle-ci doit se caler sur une trame prenant en compte les zones naturelles homogènes des Antilles et leur niveau de référence interne calculé sur la base de cette métrique IDA-2 (notion de référence adéquate mise en avant dans la DCE). Elle prend la forme de grilles d'évaluation calées sur des Equivalents de Qualité Biologique internes à la zone (ou EQRs).

2. Rappel des démarches réalisées dans le cadre du programme diatomées, éléments de signalétique des indices diatomiques produits

La DCE (JO-CE, sept. 2000), qui s'applique sur l'espace Européen continental, doit aussi être mise en application de façon obligatoire et dans les meilleurs délais dans les DOM français.

Or les indices biologiques mis en place sur le territoire national métropolitain ou ailleurs en Europe continentale sont beaucoup trop décalés sur le plan biogéographique pour pouvoir être utilisés à bon escient dans ces départements à fortes spécificités géo-climatiques et biologiques.

Afin de mettre en place un nouvel indice diatomique réellement dédié au contexte biogéographique des Antilles, un programme de Recherche-Développement mené conjointement au niveau de la Martinique et de la Guadeloupe par le consortium ASCONIT Consultants - IRSTEA a été mené entre 2009 et 2012, intégrant les acquisitions de données des réseaux de surveillance et des données complémentaires visant à illustrer certaines conditions spécifiques, qu'il s'agisse d'environnements naturels particuliers ou de pollutions anthropiques typiques.

Ce programme a bénéficié d'un montage financier composite associant les Offices de l'Eau et les DEALs des 2 Antilles, l'ONEMA, et incluait également une participation sous la forme d'un autofinancement partiel des 2 organismes impliqués dans sa réalisation.

2.1. Le programme de Recherche-Développement, ses acquis, l'IDA-V1 :

Le travail réalisé sur le terrain et en laboratoire dans le cadre de ce programme initial, à l'occasion de 5 campagnes de terrain qui ont pu concerner de façon plus ou moins complète jusqu'à 110 stations différentes (55 en Martinique, 55 en Guadeloupe), a permis de collecter et d'identifier-compter **483 relevés** (244 en Martinique et 239 en Guadeloupe).

Le premier indice produit suite à ce travail (l'IDA-1) et ses documents d'accompagnement pour le transfert donnaient déjà des résultats assez satisfaisants, notamment sur la grande région naturelle regroupée « Volcans » qui avait déjà été assez largement couverte par les échantillonnages (**408 relevés**). Par contre, le recul était nettement moindre sur la zone de Mornes et la Plaine du Lamentin de Martinique, regroupée en une zone naturelle fortement minéralisée « Plaine » (**75 relevés** seulement, entachés d'un déficit relatif de sites de référence et d'une très forte variabilité hydroclimatique).

Un faible nombre de relevés (8 en tout sur les 2 Antilles) a été entaché d'un problème irrémédiable concernant soit les descripteurs abiotiques (problèmes sur échantillons ou sur analyses chimiques), soit le contenu des relevés biologiques (matériel biologique trop peu abondant et/ou trop peu diversifié, à certaines dates et dans certaines rivières peu biogènes, pour permettre un comptage conforme au cadre normatif). Cela a réduit de 483 à **475** l'effectif de relevés exploitables pour la genèse de l'indice, ce qui reste un excellent taux d'efficacité des opérations de terrain dans ces contextes naturels aux conditions hydroclimatiques très contrastées et parfois difficiles.

D'autre part, si les profils écologiques des espèces principales rencontrées ont pu être calculés et établis sur des déjà assez robustes, ce n'était pas encore le cas pour les espèces rencontrées de façon plus occasionnelle (certains profils de l'IDA-1 ayant été calculés et construits jusqu'à un seuillage minimum de 3 occurrences et d'au moins 2,5 % d'abondance relative dans un relevé).

Dans ce contexte, **179 taxons** se sont vus calculer un profil de qualité et ont été mobilisés comme taxons constitutifs de l'IDA-V1 (dont 48 à 49 taxons d'alerte selon la région naturelle).

Jusqu'à plus ample informé, NINC se voyait affecté dans la catégorie de taxons d'alerte dans la zone "Volcans" aux eaux faiblement minéralisées (elle y semblait associée aux situations de pollution anthropique), mais pas dans la zone fortement minéralisée « Plaine » ou elle peut participer fortement aux assemblages de référence de la zone des Mornes de Martinique.

A ce stade, du fait du recul limité sur l'écologie de nombreux taxons constitutifs de l'IDA mais encore insuffisamment occurrence et/ou abondants pour certains d'entre eux, les profils ont été déclinés en seulement 2 statuts pour intervenir dans la première version d'IDA, 49 ou 48 taxons d'alerte appelés « Taxons⁻ » (valence -1 dans l'indice) et 130 ou 131 taxons non reliés de façon évidente à un statut altéré, nommés « Taxons⁺ ».

Enfin, l'évaluation sur des relevés de référence restait entachée d'une variabilité résiduelle parfois non négligeable de la note d'IDA-1, plusieurs raisons pouvant contribuer à cette conséquence :

- 1) recul encore limité sur l'écologie de nombreux taxons constitutifs, comme pré-évoqué,
- 2) existence d'un niveau de saprobie naturelle plus élevé dans les DOM tropicaux qu'en métropole (chute de feuilles, de pièces florales, de fruits saisonnièrement très importantes directement dans les cours d'eau,
- 3) recul insuffisant sur la condition de référence de certaines HERs (Zone des Mornes), voire aucune station de référence (Plaine du Lamentin) en Martinique,
- 4) statut de NINC vis-à-vis de l'altération anthropique à approfondir et à statuer.

2.2. Etudes complémentaires 2013-2014, bilan des acquis :

Afin de compléter les connaissances encore insuffisantes subsistant sur certains aspects particuliers à l'issue du programme de recherche-développement IDA-1, les instances locales mobilisées par la gestion des bassins (Offices de l'Eau, DEALs) ont pris en charge des campagnes complémentaires visant à combler des pans de connaissance insuffisante (2 campagnes saisonnières par île), qui ont été organisées et réalisées en 2013, afin :

- 1) **d'étoffer la connaissance de la condition de référence sur la zone fortement minéralisée des Mornes de Martinique** (avec des acquisitions spécifiques supplémentaires sur quelques sources ou résurgences non anthropisées identifiées par le BRGM),
- 2) **d'éclaircir l'auto-écologie de NINC** en s'appuyant sur des doublets « amont-aval » de sites sur les mêmes cours d'eau. En effet, à l'issue du premier programme, il était difficile de faire la part des choses entre : a) **le besoin de minéralisation minimum de l'eau** pour que cette espèce, qui nécessite des eaux moyennement à fortement minéralisées pour s'installer et survivre, b) les problèmes de positionnement amont-aval des sites et leurs implications sur la **thermique *in situ*** (NINC a des exigences thermophiles) , et enfin c) la liaison déterministe ou non de cette espèce avec un **impact anthropique chimique et/ou trophique**.

L'intégration des données complémentaires acquises en 2012 et 2013 aux référentiels précédents a permis de couvrir en tout **125 sites différents** sur les cours d'eau des Antilles (pour 110 prospectées à une ou plusieurs reprises dans le programme initial) et augmenté le référentiel disponible de 468 à **607** doublets « données abiotiques-relevés diatomiques utilisables ».

Les analyses d'eau visaient à décrire les conditions physico-chimiques *in situ* au moment du prélèvement, à l'aide d'appareils portables de terrain (pH, conductivité électrique, concentration et saturation en O₂), à décrire l'hydrochimie naturelle et enfin, à caractériser les enrichissements trophiques et organiques en liaison avec l'altération anthropique.

22 descripteurs abiotiques ont donc été régulièrement analysés et ont servi à décrire les conditions environnementales pouvant être mises en relation avec les prélèvements diatomiques effectués aux mêmes sites. Les descripteurs hydrochimiques qui renseignent surtout sur la typologie des environnements naturels ont surtout été mobilisés pour cerner l'écologie naturelle de chaque taxon (caractéristiques autoécologiques), ainsi qu'en appui à la caractérisation de l'écologie des assemblages naturels typiques (ou biotypes) rencontrés dans les principaux environnements.

Neuf paramètres dont l'augmentation permet de rendre compte de façon non ambiguë du degré d'altération anthropique ont été collectés et ont fait l'objet d'une attention particulière : MES, P. Total, PO₄, déficit O₂, DBO₅, NH₄, NO₂, NO₃, N Kjeldahl.

Ils ont servi à repérer l'affinité des taxons avec les impacts anthropiques (afin de commencer à cerner leur écologie de l'altération). Ces variables ont été mobilisées à une phase ultérieure de la démarche pour bâtir une variable composite d'anthropisation, le Gradient Composite Multimétrique d'Anthropisation ou GCMA, qui a été utilisée ensuite comme proxy du gradient de pressions anthropiques pour la construction de l'IDA.

Sur le plan des prélèvements biologiques, seul un faible effectif de relevés (7 ou 8 en tout), le plus souvent issus de milieux peu biogènes, se sont révélés insuffisamment pourvus en matériel biologique pour permettre un dénombrement normal (au minimum 400 valves, objectif de comptage-cible aux Antilles = 500). Au bilan, 607 inventaires de bonne qualité (couples station-date) ont pu être examinés, déterminés et comptés d'une façon conforme avec le cadre normatif. Par rapport à la métropole, où ce problème de matériel insuffisant peut aussi arriver épisodiquement, il n'y a donc pas de problème spécifique sur ces 2 DOM pour la mise en œuvre d'une telle technique de surveillance.

Sur le plan des espèces présentes, **517 taxons différents ont été inventoriés et peuvent désormais être reconnus**, dont 188 avec une abondance relative $\geq 10\%$ dans au moins un relevé. Il y a une assez bonne correspondance des flores entre la Basse-Terre de Guadeloupe et la Martinique (65 genres dont 51 communs aux deux îles). A ce stade, environ 180 taxons sont communs aux deux îles.

Parmi toutes ces espèces, dont beaucoup sont peu abondantes dans les relevés, seuls les 186 taxons suffisamment rencontrés pour dépasser les seuils de sélection (présence dans au moins cinq échantillons différents et abondance relative $> 2,5\%$ dans au moins un relevé) et remplir ainsi les conditions minimales nécessaires pour calculer un profil écologique non fantaisiste) se sont vus ensuite calculer un profil de qualité dans l'IDA2.

Parmi ces profils calculés, 8 profils d'espèces à auto-écologie haline ont été repérés et sont considérés à part (profils figurés dans une couleur particulière –violet- afin de pouvoir transférer efficacement cette information aux futurs opérateurs de réseaux, qui seront amenés à les rencontrer sur certains sites proches du littoral). Cependant, ces 8 taxons ne seront pas pris en compte dans le calcul de la note d'indice (il s'agit d'une influence naturelle littorale, pas d'une altération anthropique). Au final, **178 espèces** ont donc été intégrés à la construction et au calcul de l'indice IDA2.

3. Différentes phases d'élaboration de l'IDA-2 :

3.1. Méthodologie, conception de l'indice

Un « **gradient composite multimétrique d'anthropisation** » (GCMA) a été établi par l'intégration du gradient abiotique avec la réponse biologique dans le cadre d'une CCA « restreinte » limitée aux 9 variables d'anthropisation. Il a été construit sur la base de l'agrégation d'une métrique issue de la matrice des gradients abiotiques de pollution anthropique (ACP) avec une métrique de réponse des cortèges de taxons aux gradients. Les deux gradients ont été normalisés entre 0 (très impacté) et 1 (non impacté), le GCMA correspondant à la somme des deux.

La création des **classes de qualité** dans le GCMA a été établie par une méthode de segmentation mobilisant un arbre ascendant hiérarchique. Celui-ci permet un principe de segmentation des groupes de qualité abiotique maximisant l'inertie intra-classe par rapport à l'inertie inter-classe.

5 classes de qualité ont ainsi été retenues. 102 relevés sont classés dans la Classe 5 (Très Bonne Qualité), 159 dans la Classe 4 (Bonne Qualité), 183 dans la Classe 3 (Moyenne Qualité), 101 dans la Classe 2 (mauvaise Qualité), 62 dans la Classe 1 (Très Mauvaise Qualité).

Les profils de distribution des 178 taxons pré-sélectionnés dans ces classes de qualité ont ensuite été calculés en se basant sur les conditions abiotiques présentes à chaque relevé et sur l'abondance relative de chaque espèce à chaque relevé « site-date ». Les profils obtenus par le calcul sont tels que présenté en haut de la **Figure 1**, partie 1 (page suivante)

Ensuite, en fonction de la répartition du taxon dans les différentes classes de qualité abiotique, des règles de décision générales sont édictées. L'interprétation des profils selon ces règles permet d'affecter une valeur indicatrice à chaque taxon dans l'indice (cf exemple de règles donné en partie 2 de la Figure 1, qui permettent de sélectionner les Taxons²⁻ de l'IDA-2). Ces règles portent principalement sur la distribution du taxon dans les 2 classes les plus dégradées, qui revêtent le plus de sens pour diagnostiquer l'altération anthropique.

Dans l'IDA-1, le respect des règles de décision conduisait à identifier 2 catégories de taxons seulement : 1) les taxons d'alerte (une seule catégorie de Taxons -), ou des taxons non spécifiquement liés à une altération anthropique, plutôt indicateurs de bonne qualité de milieu (Taxon +).

Dans l'IDA-2, l'utilisation des informations des profils sont plus élaborées. Ainsi, **2 catégories de taxons d'alerte**, avec affinité plus ou moins forte avec l'altération, ont été définies. Les règles d'attribution sont :

Pour «**Taxons²⁻**», dotés d'une valence d'altération de (-3) :

(Probabilité en Cl.1 \geq 0,6) **ET** [Σ Probabilités en (Cl.1 + Cl.2) \geq 0,8] **ET** [Σ Probabilités en (Cl.4 + Cl.5) \leq 0,1]

Pour «**Taxons¹⁻**», dotés d'une valence d'altération de (-1) :

[Σ Probabilités en (Cl.1 + Cl.2) \geq 0,55] **ET** [Σ Probabilités en (Cl.4 + Cl.5) \leq 0,175]

Trois types différents de taxons interviennent donc dans le calcul de l'IDA (partie 3 de la Figure 1), avec les effectifs suivants dans chaque catégorie :

- 22 «Taxons--», assortis d'une valence d'altération de -3 (couleur marron),
- 25 «Taxons-», assortis d'une valence d'altération de -1 (couleur beige)
- 131 «Taxons+» (couleur bleu clair), auxquels il n'est pas affecté de valeur particulière vis-à-vis de la détection de l'altération.

Nouveauté dans l'IDA-2 par rapport à l'IDA-1, un plafonnement d'abondance dans la Classe 5 (très bonne qualité) a été rajouté pour conforter le statut des taxons d'alerte et ne pas les amalgamer avec quelques espèces saprobes faisant partie des cortèges habituels de référence, qui ne peuvent pas être considérées comme liées à l'anthropisation, leur augmentation étant à mettre en liaison avec d'importantes chutes saisonnières de matériel végétal (feuilles, pièces florales, fruits...) directement dans le cours d'eau.

8 taxons halins, à considérer à part (hors taxons constitutifs de l'IDA-2), ont eu un profil calculés. Leurs profils sont présentés et figurés en violet afin d'informer les opérateurs sur leur écologie particulière. Mais, leur présence étant conditionnée par des influences naturelles, ils n'interviennent donc pas dans le calcul de l'indice sur le relevé.

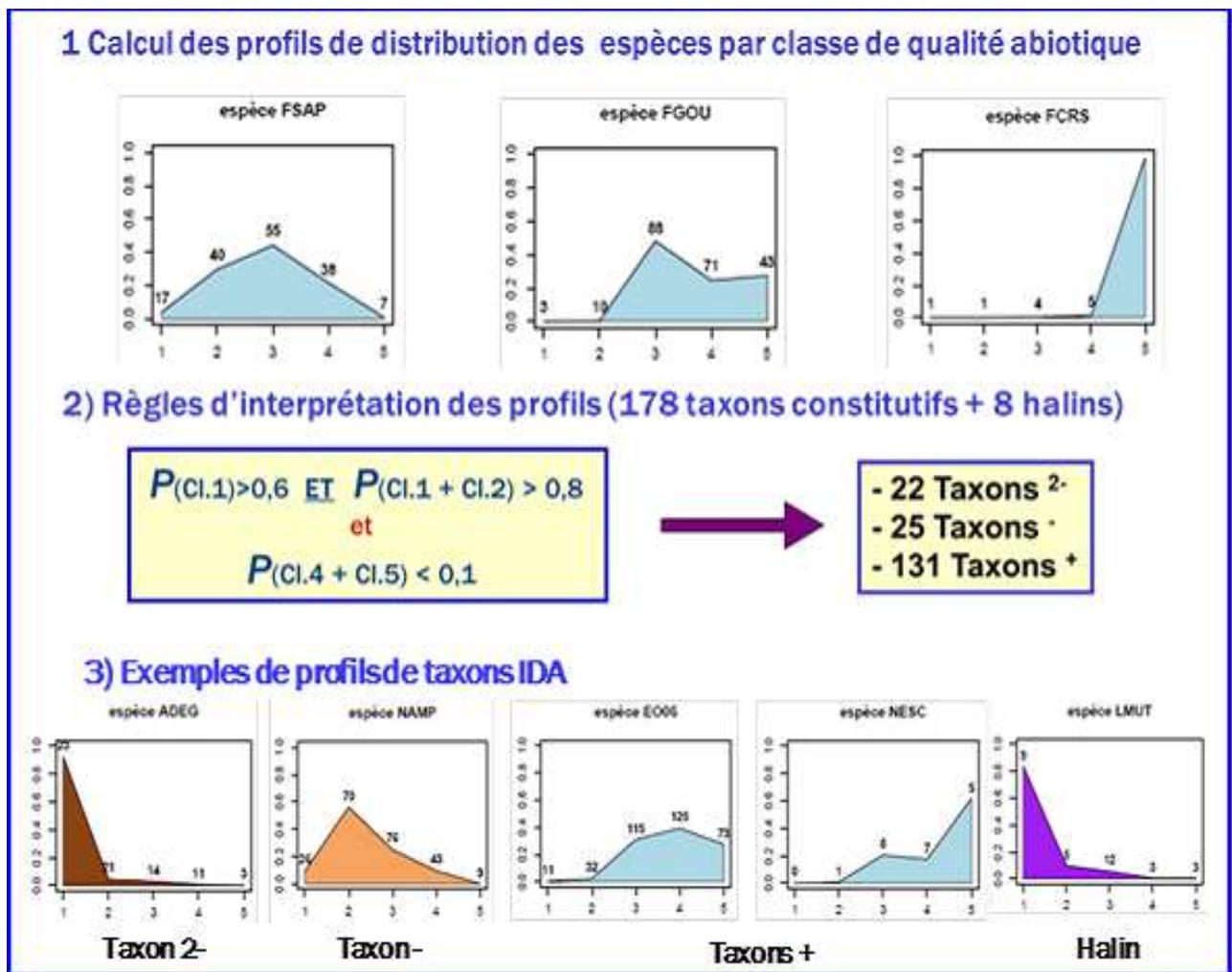


Figure 1 : Principes d'établissement des profils de qualité des taxons de l'IDA-2

Il convient de garder en mémoire pour la suite que l'IDA-2 prend en compte exactement la **même liste commune de taxons constitutifs** pour les 2 zones naturelles «Plaine» et «Volcan», soit **178 taxons**.

Nota : Après étude complémentaire 2013, le taxon *Nitzschia inconspicua* (**NINC**), qui était doté d'une écologie encore controversée et restant à éclaircir, voit sa présence expliquée surtout par une minéralisation assez forte de l'eau (qui peut être naturelle) et par ses préférences thermophiles la conduisant à apparaître surtout à l'aval des bassins versants pour une raison de liaison d'augmentation de la température de l'eau *in situ* avec la baisse de l'altitude.

Ce taxon, qui peut bien sûr aussi s'accommoder d'environnements un peu dégradés (ou la minéralisation de l'eau augmente), se trouve assez fortement à fortement distribué sur la plupart des sites de référence aux eaux minéralisées. Dans la Zone Plaine, il fait donc partie des flores de référence.

Il en est de même sur 2 sites de référence Nord Martinique rattachés à la zone Volcan (Anse Céron, CERm, Grand-Rivière Trou Diabliesse, GRDm), mais avec la particularité géologique d'un placage superficiel de tufs par-dessus les substrats de lave qui augmente la minéralisation et la conductivité des eaux, en sites absolument indemnes d'anthropisation.

Toutefois, il apparaît aussi clairement que ce taxon régresse fortement dans les situations de forte altération (Cl.1), qui ne lui conviennent donc pas. Il ne s'est finalement pas vu affecter un message particulier d'altération anthropique, et a été rattaché à la liste de Taxons "+".

La formule de calcul de l'IDA-2 est présentée ci-dessous :

$$\begin{aligned}
 \text{IDA-2} = & \left[\sum \text{Ab}_{\text{relative}}^+ * (\text{NbrEsp}^+ / \text{RS}) \right] \\
 & - \left[1 * \left[\sum \text{Ab}_{\text{relative}}^- * (\text{NbrEsp}^- / \text{RS}) \right] \right] \\
 & - \left[3 * \left[\sum \text{Ab}_{\text{relative}}^{2-} * (\text{NbrEsp}^{2-} / \text{RS}) \right] \right]
 \end{aligned}$$

RS = richesse spécifique du site en taxons constitutifs

Elle fait intervenir les abondances relatives de chaque taxon et une valence d'altération gradée entre Taxons - et Taxons 2-, le nombre d'espèces de chaque statut du relevé et la richesse spécifique du relevé (en taxons constitutifs de l'IDA-2).

La note théorique pourrait varier entre + 100 et – 300 si tous les individus d'un relevé étaient des «Taxons 2-», ce qui ne peut jamais arriver en pratique dans les conditions des Antilles. En fait, la gamme des notes effectivement rencontrées sur des cas réels du jeu de données a toujours été contenue entre [-150] et [+100], le [-150] étant approché pour un relevé d'aval de STEP extrêmement dégradé.

La note « naturelle » est ensuite re-normée [0-20] sur cette gamme maximale de variation constatée [-150] à [+100], et c'est la note sur 20 qui est ensuite manipulée par les gestionnaires.

3.2. Résultats de l'IDA-2, performance de l'indice :

L'IDA-2 a en grande partie résolu certains problèmes détectés avec la première version d'IDA.

La première amélioration concerne une meilleure maîtrise de la saprobie naturelle, qui est bien plus élevée aux Antilles comme dans l'autres DOM tropicaux (Réunion...) qu'en métropole.

Avec les règles actuelles d'établissement des profils, même s'il en existe encore un peu, le chevauchement entre la gamme de variation naturelle et le début du gradient d'altération anthropique est limité. La gradation du message d'altération porté par les taxons permet aussi une réponse plus fidèle de l'indice.

Enfin, cet indice est beaucoup moins impacté par des effets des fortes minéralisations naturelles de l'eau que les indices métropolitains, notamment l'IPS. Sur des sites à forte minéralisation stable (conductivités pouvant monter au-dessus de 4000), il est possible de trouver certains relevés qui se voient encore affecter la note maximale de 20 (notamment site de Paquemar dans la zone des Mornes de Martinique...)

Diverses facettes du comportement de l'IDA-2 ont fait l'objet d'un examen-expert plus satisfaisant que pour la version précédente.

Cependant, les améliorations procurées par cette version, en extrayant et en diagnostiquant des séries de relevés au cas par cas sur des points particuliers à examiner, ne sont pas forcément faciles à formaliser de façon démonstrative.

La relation pression-impact entre notes brutes d'IDA-2 (toutes les notes obtenues sur les Antilles, régions naturelles regroupées) et Gradient composite d'anthropisation (GCMA), présentée en **Figure 2** ci-dessous, est censée donner une information globale sur l'intérêt de ce nouvel indice pour diagnostiquer l'altération anthropique.

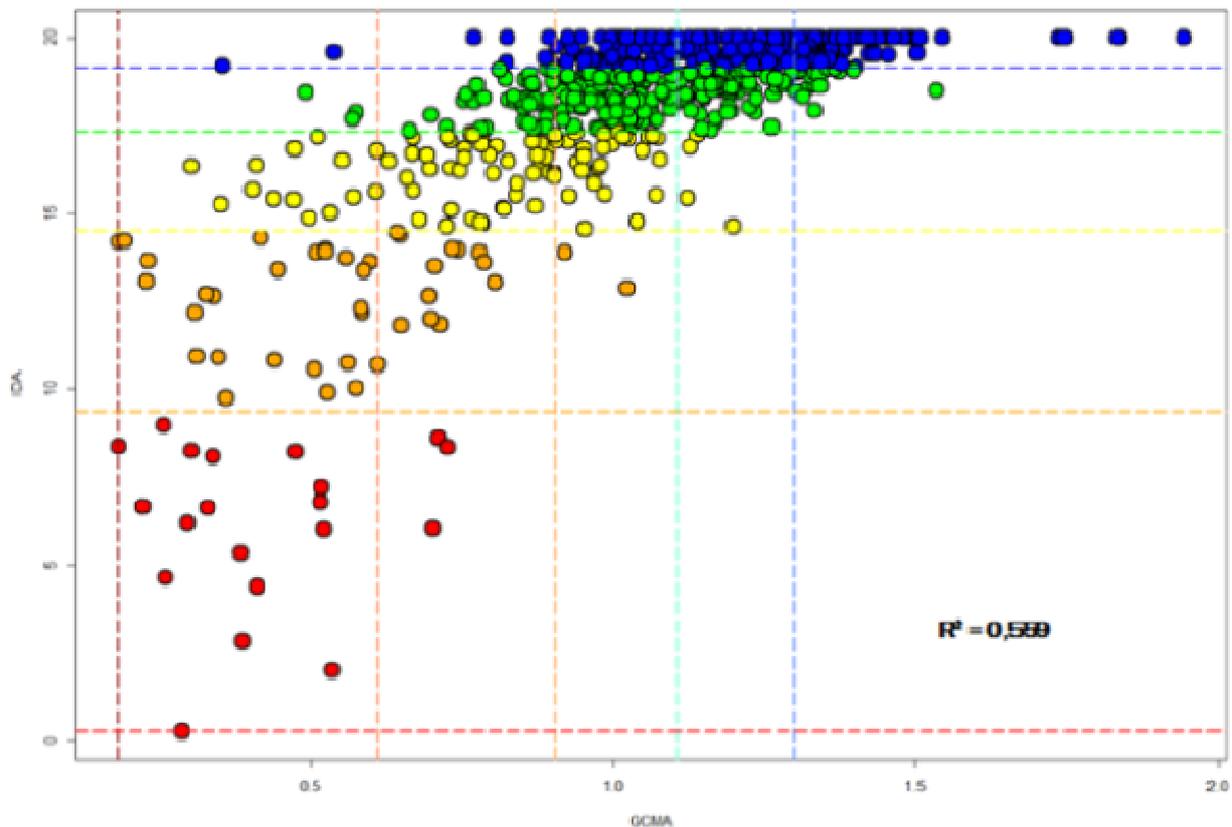


Figure 2 : Relation pression-impact entre score de GCMA et notes brutes d'IDA-2

Sans aucun toilettage de données, le R^2 s'établit à 0,538, ce qui est une valeur plus élevée que pour les indices métropolitains de type IPS ou IBD (entre 0,35 et 0,40).

Il faut d'autre part noter que le GCMA est établi sur la base d'**échantillons ponctuels uniques d'eau** pour représenter 2 mois de variation de qualité intégrée de l'eau qui ont contribué à sélectionner les assemblages diatomiques en place, ce qui en limite la représentativité temporelle et élargit le nuage de points (la correspondance entre pression et réponse s'ajustant moins bien point par point).

Enfin, le R^2 indiqué dans cette figure a été calculé sur une base d'ajustement linéaire, or il est manifeste, quelle qu'en soit la raison, que le patron de cette relation est curvilinéaire. Cette caractéristique est de nature à affaiblir la valeur du R^2 calculé sur cette base linéaire par rapport au niveau réel de la relation.

Au bilan, c'est une relation de qualité plutôt satisfaisante pour un indice de genèse si récente, et en tenant compte du fait que les référentiels et le recul acquis en particulier sur la zone minéralisée sont encore limités.

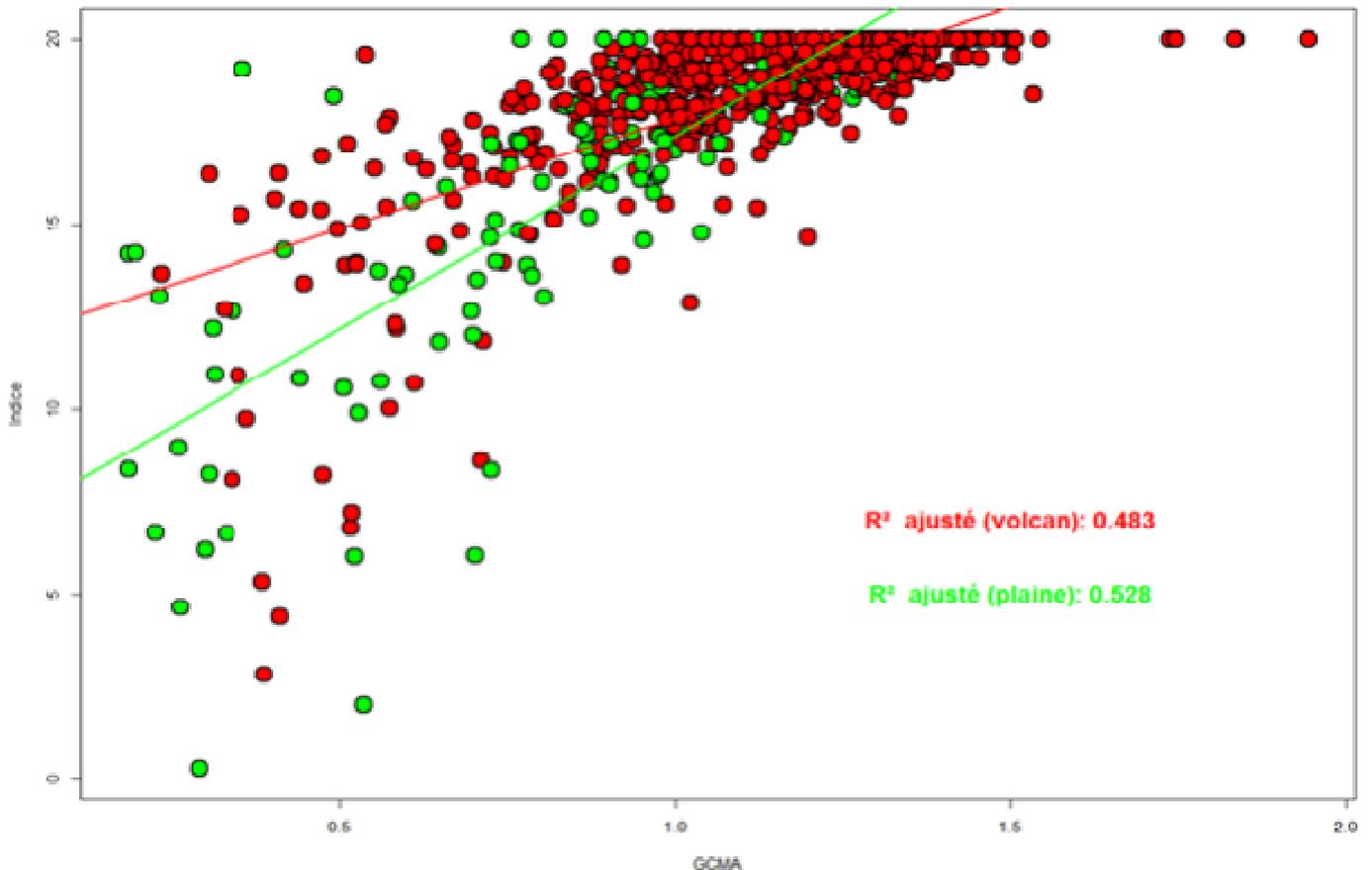


Figure 3 : Relations pression-impact sur jeux de données séparés « Plaine » (en vert) et Volcan (en rouge)

Ces données regroupant des échantillonnages biologiques de 2 zones naturelles aux forçages très différents, il est envisageable que la relation pression-impact s'y exerce de façon différente et notamment avec une pente différente, ce qui peut entraîner comme conséquence opérationnelle le besoin d'une grille différente d'EQRs sur ces 2 zones. L'examen de la Figure 3 ci-dessus montre dans les 2 cas une relation pression-impact incontestable et consistante, mais effectivement avec des pentes assez sensiblement différentes pour ces 2 relations, laissant présager la nécessité de grilles d'évaluation particulières pour chacune de ces 2 zones.

Il ne faut pas accorder une attention exagérée aux différences de R^2 , la Région Plaine présentant un gradient d'altération plus marqué que la région Volcan (ce qui contribue à amplifier la pente de la relation pour cette première région), et le défaut de linéarité du patron de ces relations étant évident dans les 2 cas. Mais ce n'est pas parce que l'ajustement de la relation pression-impact est non-linéaire qu'elle serait de moindre consistance et de moindre qualité. Bien que ce point ne soit pas l'urgence la plus essentielle du moment, il restera par la suite à trouver un outil sous R permettant d'ajuster les équations les plus adéquates en correspondance avec la physionomie des nuages de points et de calculer le coefficient de détermination optimisé qui correspond à chacune d'entre elle (les valeurs en étant certainement un peu plus élevées, pour cause de meilleur contrôle des résidus, que les valeurs mentionnées dans la **Figure 3**).

Toujours dans le but d'évaluer, en première approche globale, la qualité du diagnostic permis par cette nouvelle version IDA-2, il a aussi été produit des cartes de qualité dérivées des notes brutes d'indice.

3.3. Projection cartographique d'Etats basés sur les résultats bruts d'IDA-2 au relevé :

3.3.1. Martinique

Les **Figures 4 et 5** données ci-dessous et en page 12 présentent les résultats détaillés d'état diatomique par campagne obtenus sur la Martinique au relevé de terrain à partir des notes brutes d'IDA-2. La grille d'évaluation utilisée en première approche pour tester cette nouvelle version d'indice (grille de calage donnée en partie basse des figures) a été calée de façon identique, identique pour les 2 zones naturelles.

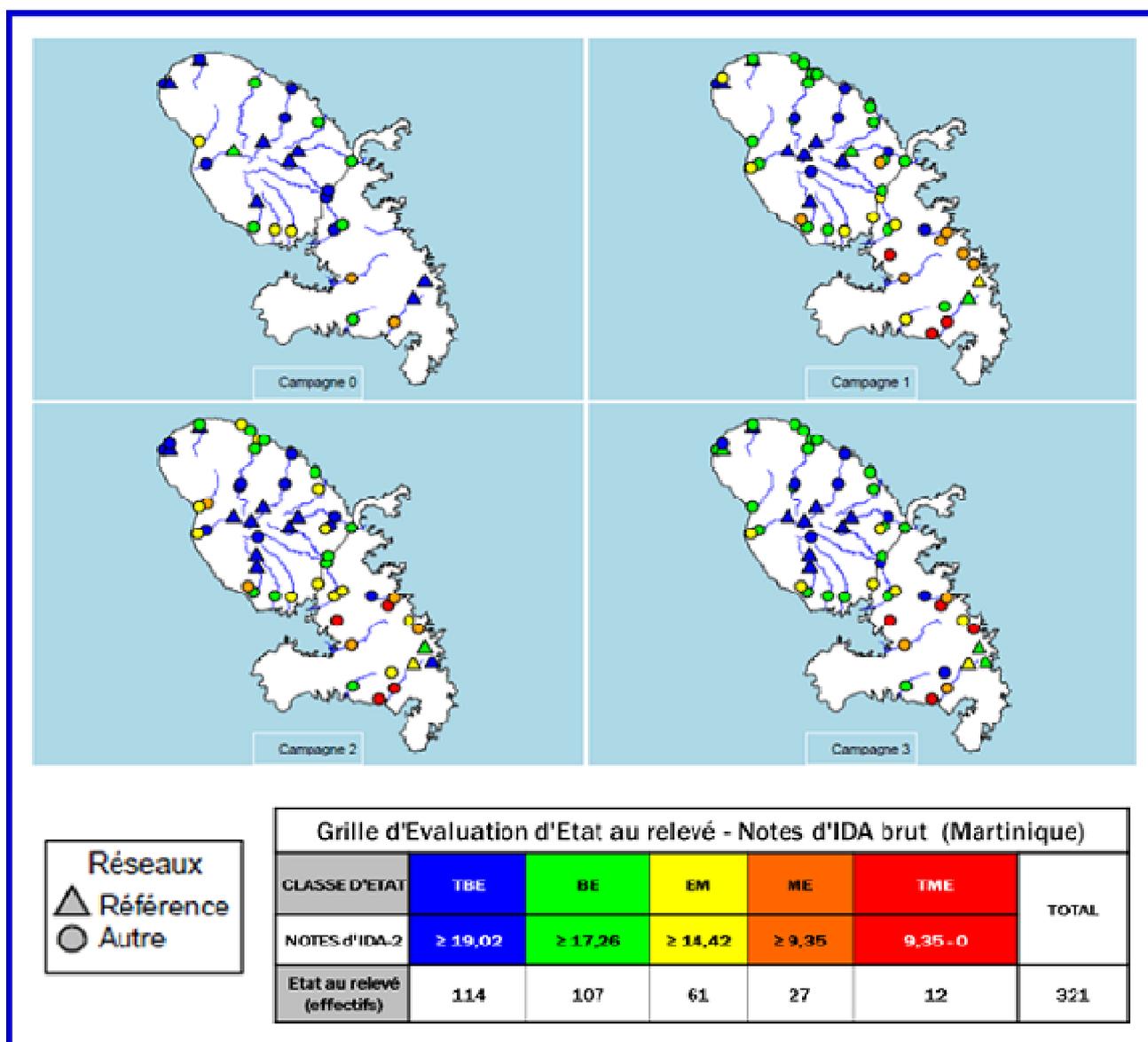


Figure 4 : Cartes d'état diatomique des sites de Martinique pour les quatre premières campagnes de terrain exploitées dans le cadre du programme de recherche-développement « Diatomées Antilles »

Un premier constat ressortant clairement de ces cartes par campagne est que l'**IDA-2 diagnostique bien l'altération, de façon dynamique et gradée**. En effet, des sites réputés altérés peuvent être évalués en très bon état ou parfois en mauvais état selon les dates et les caractéristiques du moment de l'activité anthropique.

C'est normal vu que celle-ci, d'une part, ne s'exerce que rarement de façon constante sur le milieu, y compris au cours de la journée (exemple : STEPS), et qu'elle peut de plus, selon le cas, être soumise à un rythme d'activité calé sur les saisons (exemples : pratiques agricoles, industries carrières etc...). Ainsi, globalement, l'évaluation relative de qualité des relevés et des sites entre eux est conforme au jugement-expert de pression anthropique qui s'applique sur le terrain.

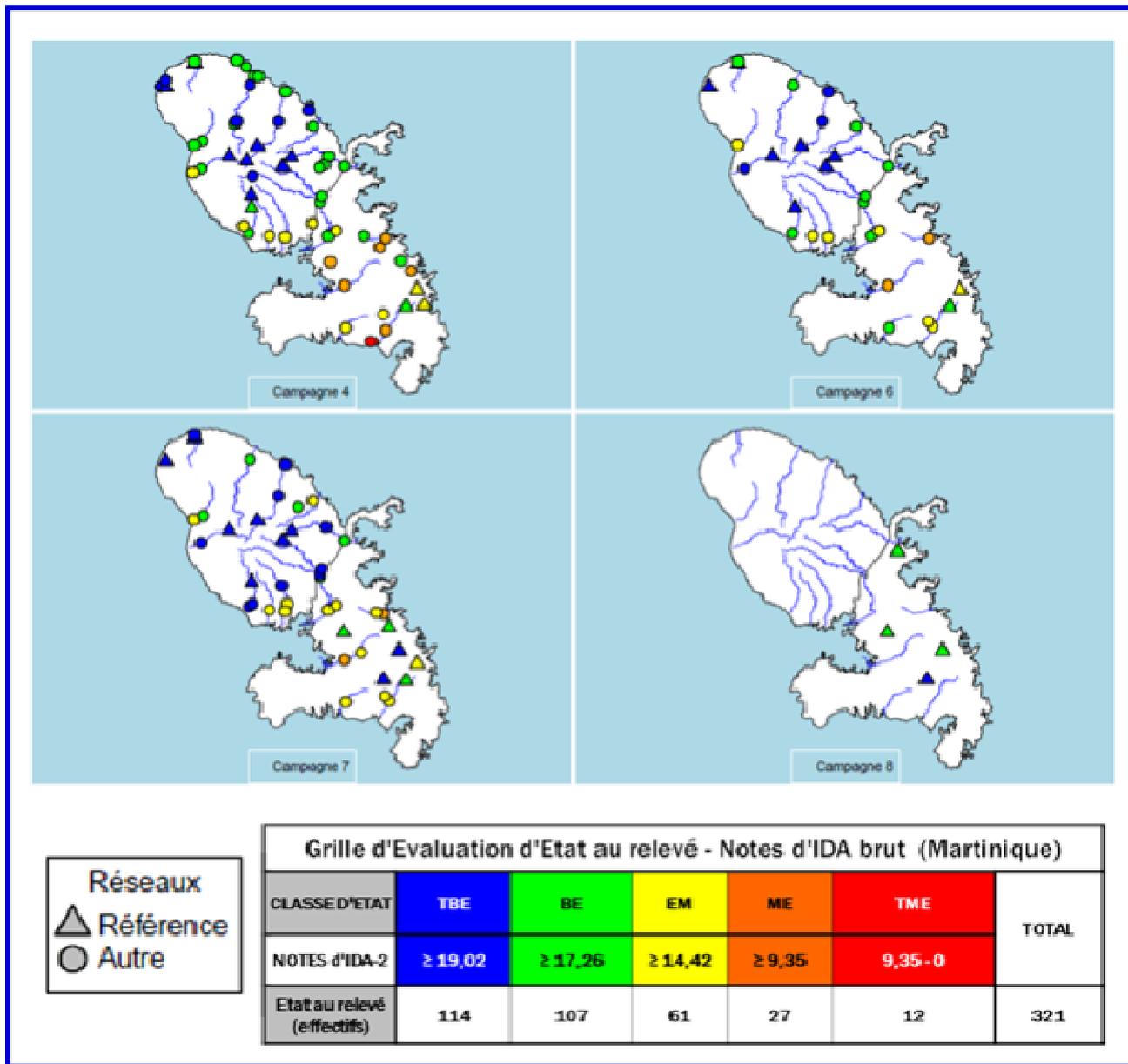


Figure 5 : Cartes d'état diatomique des sites de Martinique (Campagne 4 : dernière du programme de Recherche-Développement ; autres campagnes : réseaux 2012-2013 + campagnes complémentaires)

On peut cependant remarquer un **décalage logique et assez conséquent de notation et d'évaluation entre la zone Volcan**, aux notes globalement plus élevées, **et la zone Plaine** qui est d'une part être plus anthropisée et altérée en général, mais qui subit aussi des influences plus importantes de variabilité naturelle, à savoir les effets conjoints d'une forte minéralisation de l'eau et de débits d'étiage très faibles (zone assez aride), ce qui pénalise naturellement la notation y compris en sites de référence. De ce fait, dans la Zone «Plaine», les notes sont à la fois plus variables selon la date du relevé et les caractéristiques de la séquence hydroclimatique précédant l'échantillonnage biologique, et plus basses en moyenne.

3.3.2. Guadeloupe :

Pour la Basse-Terre de Guadeloupe (voir **Figure 6** ci-dessous et **Figure 7** en page suivante), un premier constat est qu'il existe moins de variabilité naturelle entre les régions (les 2 HERs à cours d'eau permanents ont d'ailleurs pu être regroupées dans un même grand ensemble naturel « Zone Volcan »).

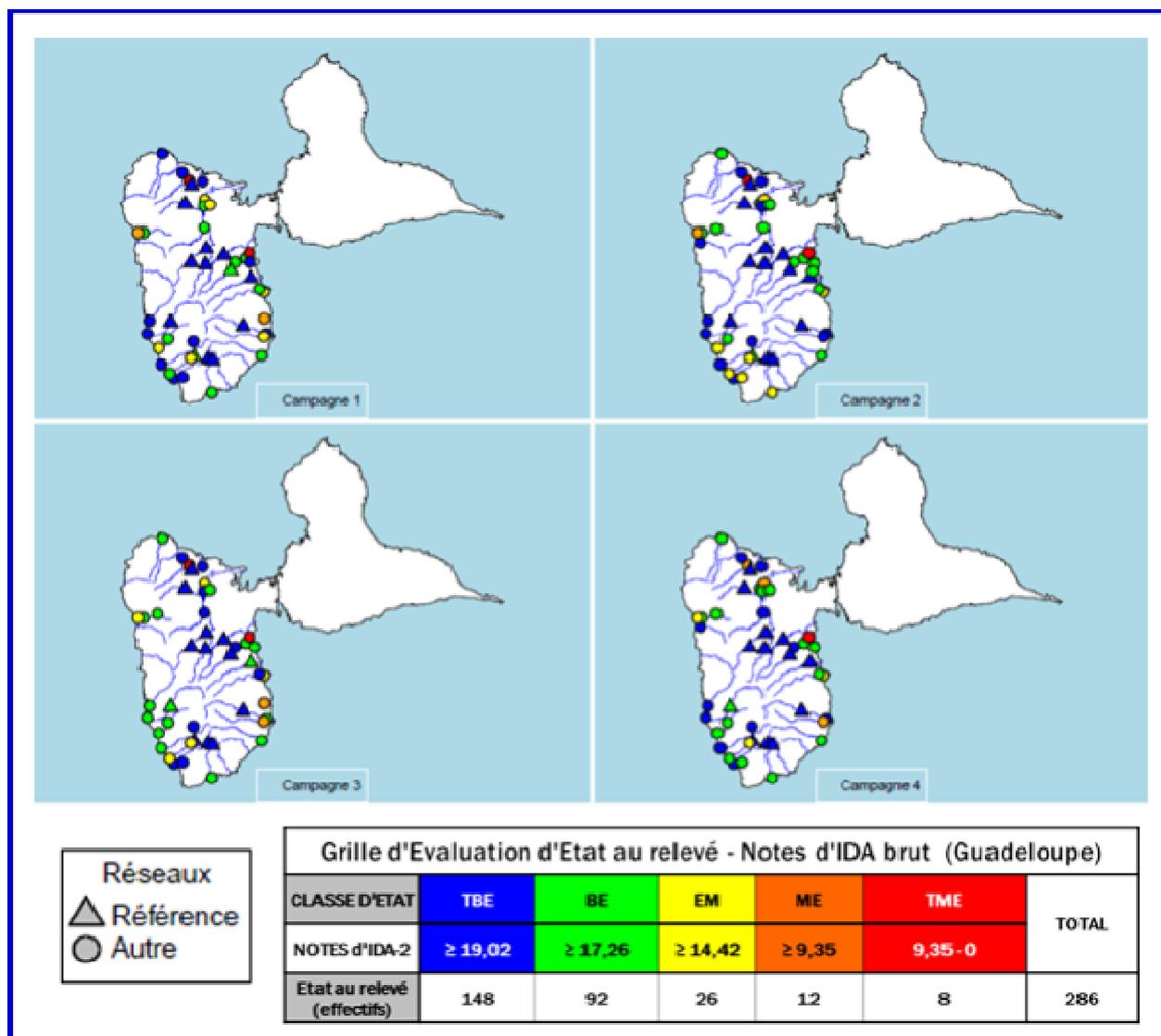


Figure 6 : Cartes d'état diatomique des sites de Guadeloupe pour les quatre premières campagnes de terrain, réalisées dans le cadre du programme de recherche-développement « Diatomées Antilles »

Le diagnostic d'état écologique au relevé présente les mêmes qualités que pour la Martinique, à savoir une bonne concordance entre la réponse de l'indice diatomique et la connaissance du terrain, en particulier en fonction de la nature et de l'intensité des altérations anthropiques.

En Guadeloupe, il est aussi possible de voir l'indice varier dans toute la gamme des possibles, qui peuvent varier depuis des notes de 20 régulièrement atteintes sur des sites non-anthropisés du massif volcanique, à des notes très basses atteintes à l'aval d'une pollution ponctuelle type STEP ou IAA à certaines dates (cf Ravine de Onze Heures, OHPg, et Rivière Baret à Bellevue, BABg), faisant classer le relevé en TME (couleur rouge).

Au final, par rapport à la première version, l'IDA-2 apporte visiblement une consolidation du diagnostic d'altération par rapport à la première version et apparaît un bon outil (fiable, robuste, sensible) pour surveiller l'Etat Ecologique des cours d'eau des Antilles dans le cadre du prochain Plan de Gestion

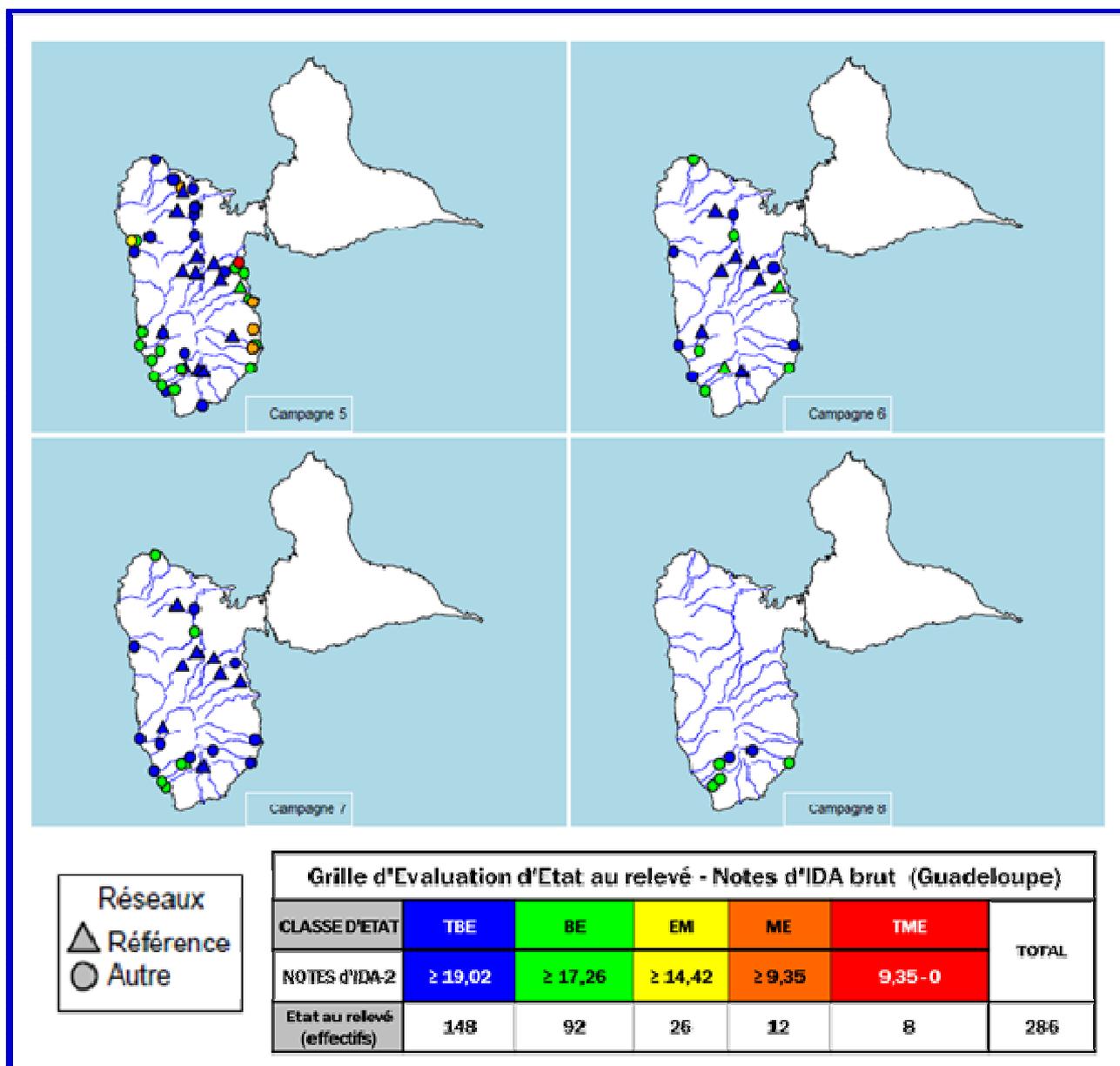


Figure 7 : Cartes d'état diatomique des sites de Guadeloupe (Campagne 5 : dernière du programme de Recherche-Développement. Autres campagnes : réseaux 2012-2013 + campagnes complémentaires)

Néanmoins, si on observe les résultats de façon comparative entre zones présentant une homogénéité naturelle interne (HERs telles que définies par Wasson et al, 2004), ce premier examen global permet aussi de constater un décalage net de notation indiciaire entre les 2 grands ensembles naturels repérés (Zone «Plaine» de Martinique aux eaux fortement minéralisées, Zone «Volcan» plus arrosée et sous l'effet d'une plus faible minéralisation naturelle de l'eau).

L'effet différentiel de ces forçages naturels influe assez sensiblement sur le niveau de notation des sites de référence, notamment sur l'amplitude de la variation naturelle possible.

Par contrecoup, cela conduit inévitablement à de sensibles décalages de niveau d'évaluation entre ces deux ensembles naturels à fortes particularités (cf références régulièrement évaluées en TBE sur la zone Volcan, mais évaluées de façon plus variable et plus basse sur la zone fortement minéralisée des Mornes, cas de VAUm, de PILm, de PAQm).

Une conséquence opérationnelle évidente, afin de maîtriser l'effet que provoquent ces différences de forçages naturels sur les notes d'IDA, est qu'il est apparu absolument indispensable dans la suite de la démarche de **construire une grille d'EQRs centrée sur les niveaux de référence de chacune de ces zones**, afin de rendre un diagnostic plus juste d'altération anthropique qui s'affranchisse en grande partie de ces différences naturelles.

4. Stratégie d'évaluation de l'Etat Ecologique au relevé, EQRs :

4.1. Eléments d'historique et de contexte :

Dans l'optique de la prochaine publication d'un Arrêté d'Evaluation cadrant la pratique en la matière pour tout le Plan de Gestion des masses d'eau à venir, il existe un besoin opérationnel urgent pour les décideurs et gestionnaires des Antilles, à savoir la mise à disposition de grilles d'évaluation de l'Etat Ecologique basées sur le maillon diatomique qui permettent d'effectuer les opérations de surveillance et de rapportage auprès de l'Union Européenne dans le cadre du prochain Plan de Gestion 2015-2021.

Ces grilles doivent être construites et calées pour interpréter les réponses biologiques d'un outil indiciel existant. Dans cette optique, durant la période estivale 2013, le consortium ASCONIT-IRSTEA avait travaillé pour construire et proposer plusieurs scénarios de grille d'évaluation applicables sur la grande zone naturelle « Volcan » (la seule ou les référentiels étaient déjà suffisamment consistants).

L'intérêt de ce travail exploratoire était d'évaluer les effets des approches méthodologiques utilisables et les résultats de premiers scénarios de grilles, d'une part sur la statistique de classification des relevés diatomiques disponibles, d'autre part pour le classement intégré d'état écologique des sites à partir d'une intégration temporelle des notes d'indice diatomique obtenues au site.

Sur la Zone fortement minéralisée des Mornes de Martinique, par contre, les référentiels largement déficitaires disponibles à l'époque (seulement 75 relevés, avec très peu de données collectées sur les situations de référence), ne permettaient pas encore de réaliser un travail exploratoire intéressant.

Si le travail exploratoire réalisé à l'époque sur la zone « Volcans » a permis d'examiner des principes de constructions de grille et les effets des stratégies d'agrégation de l'information multi-dates au site, il s'est révélé en grande partie caduc du fait du changement de version d'indice qui se compte désormais de façon assez sensiblement différente par rapport à l'IDA-1, en niveau de notation comme en inter-classement des sites. Cet état de fait a imposé de ré-étudier et re-caler complètement les grilles, sur une base de statistique de classement complètement différente par rapport à ce que l'IDA-1 permettait de produire à l'époque.

Il a cependant été diagnostiqué que les changements de classement des sites s'étaient fait dans le sens d'une plus grande justesse de l'évaluation au bénéfice de l'IDA-2.

Cette nouvelle version a grandement résolu les conséquences de certains bruitages naturels (problèmes de minéralisation naturelle de l'eau, problèmes du niveau parfois élevé de saprobie naturelle), ce qui a conforté l'intérêt du travail de refonte de l'IDA réalisé ces derniers mois.

Les stratégies d'évaluation et les grilles d'interprétation de l'Etat Ecologique qui en découlent doivent se calquer sur la trame naturelle la plus pertinente, la DCE mettant en avant la notion de comparaison des sites à évaluer en comparaison avec la référence la plus adéquate.

Dans un rapport de *Wasson et al* de Décembre 2004, une trame HER établie sur la base de descripteurs strictement abiotiques a été proposée pour les zones à cours d'eau permanent des 2 Antilles. Les découpages proposés (cf **Figure 8** ci-dessous) tiennent compte de la géologie, de l'altitude, du climat. Ils ont de ce fait une pertinence pour définir les grands ensembles naturels de ces îles et servent de base pour la réflexion qui a été menée sur le maillon diatomique.

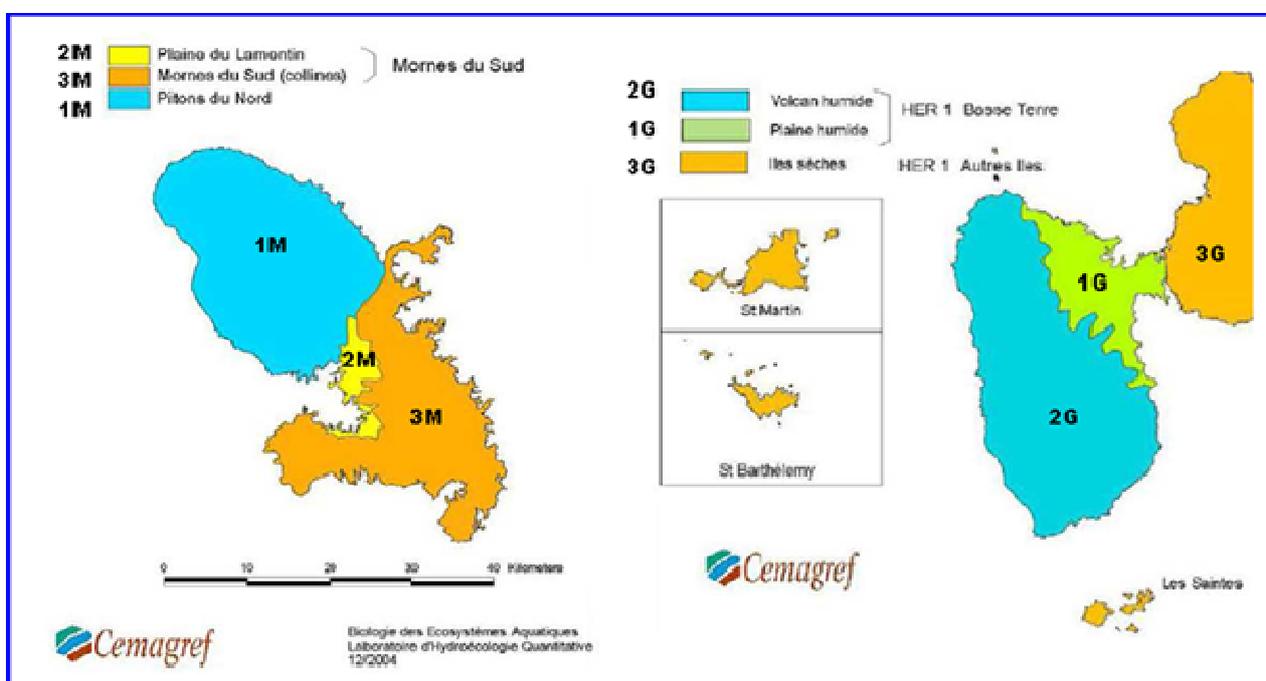


Figure 8 : Trame hydroécocorégionale (HER) proposée par Wasson et al pour les Antilles dans un rapport Cemagref de décembre 2004

Cependant, une difficulté est que certains de ces ensembles naturels, de taille modeste et particulièrement anthropisés, ne présentent plus, ou pratiquement plus de sites de référence valides.

Une autre difficulté est qu'indépendamment de la définition de grands ensembles naturels aux caractéristiques naturelles proches, les bassins versants de cours d'eau adossés à de gros reliefs peuvent se trouver assez fortement isolés les uns des autres par des lignes de crête marquées et développer des cortèges assez spécifiques.

De plus, une difficulté autour des massifs volcaniques est l'application inégale d'influences thermales qui peuvent être très différentes d'un bassin à un autre et induire des différences hydrochimiques notables, auxquelles la typologie des assemblages diatomiques naturels se révèle particulièrement sensible.

De ce fait, la grande zone Volcan définie sur chaque île au moyen de cette typologie abiotique HER n'est pas forcément un ensemble homogène sur le plan hydrochimique.

En effet, des cours d'eau ou parties de cours d'eau sous influence thermale étant assez sensiblement minéralisés et d'autres sur substrats de laves peu altérées l'étant beaucoup plus faiblement.

Enfin, ce qui importe le plus pour bien évaluer l'incidence anthropique n'est pas forcément la composition spécifique très précise des assemblages qui permet de les regrouper en biotypes, mais la façon dont l'outil indiciel tel qu'il a été construit intercepte de façon homogène ou non les variations naturelles sur des ensembles naturels donnés.

Cela influe sur les niveaux de référence calculés et sur le niveau de fluctuation résiduelle des notes sur sites de référence, sous l'assortiment des conditions naturelles (en particulier hydro-climatiques) qui peuvent y être rencontrés de façon non exceptionnelles dans une série temporelle habituelle. Et bien sûr, ce reliquat de variation naturelle du domaine de l'habituel, qui influe malgré tout sur les notes d'indice, crée du « bruit » et vient au final impacter l'évaluation judicieuse de l'altération anthropique.

Nota : Les événements extrêmes du type assèchement ou événement cyclonique violent ne sont pas pris en compte ici car ils sortent très largement du cadre normatif d'application de l'échantillonnage diatomique afin qu'il puisse être considéré comme représentatif de la qualité des milieux aquatiques.

4.2. Trame des zones naturelles adaptée aux Antilles

Le zonage naturel à retenir, sous-tendu par un manque de certaines données de référence, est bien sûr un compromis, mais qui doit conduire à des résultats opérationnels sur des ensembles relativement homogènes et à un schéma de mise en œuvre le plus simple possible.

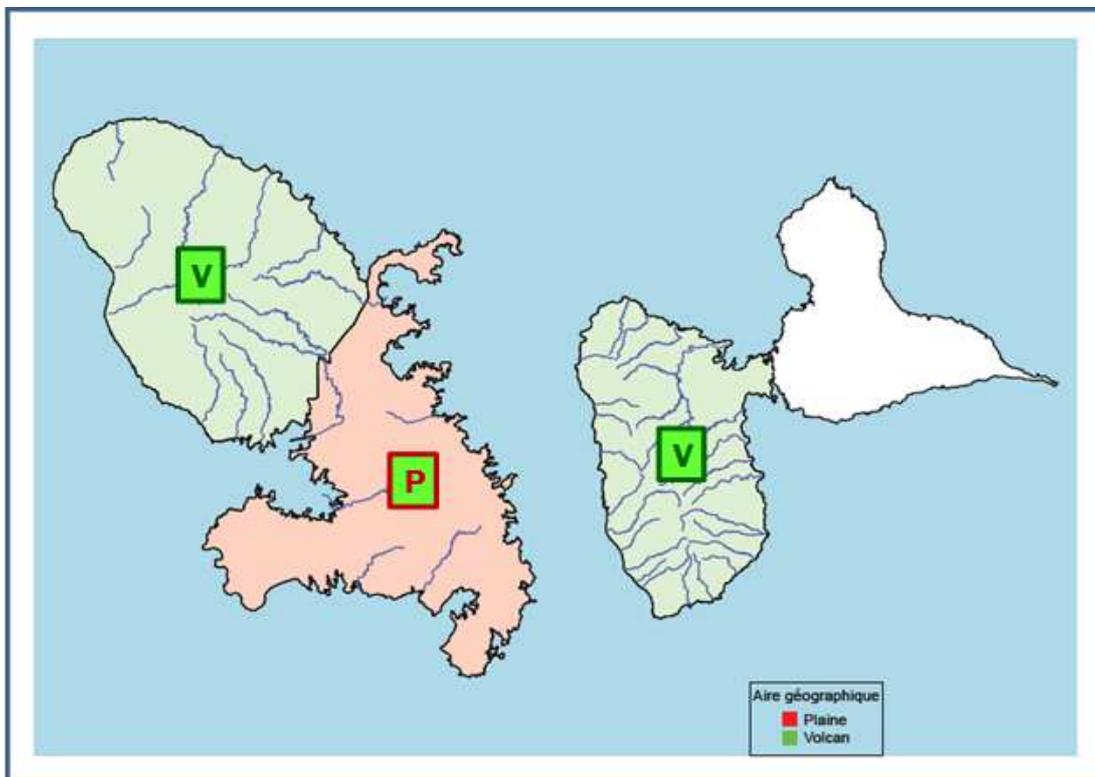


Figure 9 : Zonage naturel retenu pour l'élaboration et l'application de grilles de qualité diatomique basées sur les notes d'IDA-2 en Guadeloupe et Martinique

Compte-tenu des limites pré-évoquées et notamment de la lacune absolue ou relative en références de plusieurs des ensembles naturels décrits (HER 2M « Plaine du Lamentin » de Martinique, HER 1G « Plaine Humide » de la Basse-Terre de Guadeloupe), nous avons été tenus de procéder à des regroupements d'ensembles hydro-écorégionaux sur la base d'analyses de données qui visaient à montrer avec quel ensemble naturel il était le plus légitime de regrouper, sur le plan de l'environnement abiotique et sur le plan de la biotypologie des assemblages diatomiques, une HER démunie de références (voir **Figure 9** en page précédente).

Le critère principal de ressemblance ou de divergence biotypologique des flores de référence étant principalement calqué sur le **degré de minéralisation naturelle des eaux**, comme cela a pu être illustré par le croisement entre une biotypologie diatomique opérée par une SOM et son recoupement avec les données abiotiques des sites projetées dans une ACP (cf rapport final IDA-1 , VF du 14-10-2013) :

- L'HER 2M « Plaine du Lamentin » a été regroupée avec l'HER 3M « Mornes du Sud », formant un **grand ensemble naturel « Plaine »** aux eaux fortement minéralisées.

- Pour leur part, les 2 massifs volcaniques de Guadeloupe et Martinique et la Plaine humide de Guadeloupe ont été regroupées dans un **grand ensemble naturel « Zone Volcans »** dont les eaux ont le plus souvent une hydrochimie faiblement minéralisée, malgré l'existence de quelques exceptions locales (cours d'eau à l'aval de sources thermales, zone volcanique Nord Martinique, secteur de l'Anse Céron et de Grand Rivière, concernée par des placages de tufs conduisant à une minéralisation de l'eau un peu plus élevée). Malgré quelques particularités hydrochimiques bien localisées, cet ensemble est assez homogène au niveau des notations indicielles de référence et peut donner un résultat opérationnel très correct à partir du moment où on est passés de l'IDA-1 à l'IDA-2. La raison principale tient au fait que l'effet confondant de l'espèce NINC a été isolé et retiré de l'indice (NINC, qui ne présente pas d'affinité particulière et systématique avec l'altération anthropique qu'on cherche à isoler et à mesurer, a été basculée au statut de « Taxon + » dans cette nouvelle version d'indice).

La définition de ces ensembles regroupés a surtout eu pour but de calculer et d'affecter un niveau de référence interne à chaque zone naturelle relativement homogène (notion de référence adéquate de la DCE), exprimé en note indicielle de référence, puis d'en dériver ensuite une grille d'interprétation de l'Etat Ecologique propre à la zone, basée sur des équivalents de Qualité Ecologique (EQRs évoqués dans la DCE).

4.3. Principe de construction des grilles d'EQRs aux Antilles

La **Figure 10** en page suivante présente un schéma conceptuel général déjà utilisé pour générer le cadre interprétatif, exprimé en grilles d'EQRs, de diverses méthodes indicielles en métropole, ainsi que dans d'autres DOM (à la Réunion pour ce qui concerne le maillon diatomique).

Le but général de cette opération est d'élaborer des grilles convenables pour bien interpréter l'Etat Ecologique dans le cadre de régions naturelles situées dans des environnements aux caractéristiques générales très différentes, pouvant aller de climats montagnards d'Europe continentale, voire du domaine Baltique (cf travaux hydroécologiques menés dans le cadre du GIG Central-Baltique), aux environnements tropicaux, qui structurent un cadre de forçage naturel particulier à chaque cas.

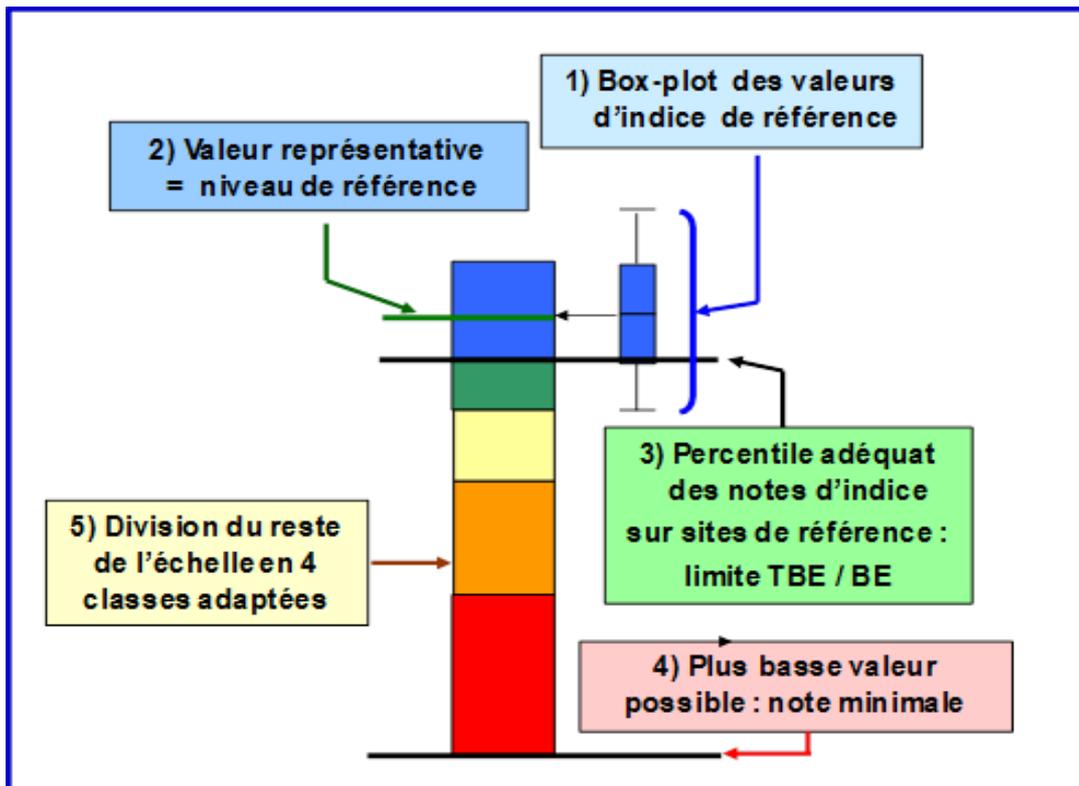


Figure 10 : Cadre conceptuel de référence pour l'établissement de grilles d'interprétation de l'Etat Ecologique à partir de notes de méthodes indicielles

Cette figure présente un schéma conceptuel général déjà utilisé pour générer le cadre interprétatif, exprimé en grilles d'EQRs, de diverses méthodes indicielles en métropole, ainsi que dans d'autres DOM (à la Réunion pour ce qui concerne le maillon diatomique).

Le but général de cette opération est d'élaborer des grilles convenables pour bien interpréter l'Etat Ecologique dans le cadre de régions naturelles situées dans des environnements aux caractéristiques générales très différentes, pouvant aller de climats montagnards d'Europe continentale, voire du domaine Baltique (cf travaux hydroécologiques menés dans le cadre du GIG Central-Baltique), aux environnements tropicaux, qui structurent un cadre de forçage naturel particulier à chaque cas.

Même si la philosophie générale de ce schéma est applicable dans tous les cas, le principe présenté doit souvent faire l'objet d'adaptations modérées pour correspondre au mieux au cadre d'application local et/ou aux particularités des jeux de données disponibles.

En effet, dans le cadre de tels programmes à la genèse récente, menés dans des contextes biogéographiques nouveaux sur lesquels on manque encore de recul, les référentiels acquis manquent parfois de consolidation du fait de l'assise temporelle encore trop limitée et peuvent donc représenter de façon encore un peu chaotique, en termes d'effectifs de relevés, certaines zones de gradients que la zone naturelle recouvre. Cette nature de problème peut créer des « escaliers » importants entre chaque relevé dans ces zones peu couvertes et rendre nécessaires certaines adaptations pour une évaluation plus pesée et plus lissée de certaines zones naturelles malgré les limites du jeu de données actuel. Des problèmes de ce type ont notamment été rencontrés à la jonction TBE-BE de la zone fortement minéralisée « Plaine » de Martinique.

Par définition, la note de référence interne à une zone donnée constitue **l'EQR de référence (valeur 1) pour cette zone**.

Les 2 objectifs qu'il faut ajuster au mieux sont :

- 1) l'affectation du **niveau de référence** le plus correct par rapport au contexte biogéographique des zones naturelles regroupées dans l'ensemble considéré,
- 2) l'adaptation d'un niveau de variabilité naturelle correctement dimensionné pour permettre de couvrir **la variation habituelle des notes de référence** dans cet ensemble.

Ces 2 descripteurs (fixation du niveau de référence d'une part, de la valeur de basculement TBE-BE d'autre part) se calculent dans le cadre conceptuel général présenté dans la **Figure 10**, mais ont nécessité une réflexion spécifique afin de garantir la bonne application de la nouvelle méthode indicielle (IDA-2) et de son cadre interprétatif au sens de l'altération d'Etat Ecologique (c'est ce que la DCE demande de faire), dans ces environnements Antillais bénéficiant de très peu d'antériorité de connaissance sur le plan hydroécologique et d'historique de notation indicielle.

Aussi, à partir des gammes de distribution et de variation des notes de référence dans les 2 zones considérées, diverses options méthodologiques ont été testées et déclinées en scénarios de grilles d'évaluation, afin d'en évaluer la pertinence et les résultats par campagne (cadre d'interprétation des notes affectées à chaque relevé), et de réfléchir aussi aux résultats procurés par divers principes d'agrégation temporelle envisageables (Evaluation intégrée des résultats au site d'observation).

4.4. Elaboration d'une grille d'EQRs au relevé « Zone Plaine » :

4.4.1. Eléments statistiques sur les relevés de référence :

En fonction de la distribution des notes obtenues sur les relevés des sites de référence, les alternatives de construction et les valeurs caractéristiques des descripteurs statistiques utilisables pour établir le niveau de référence de la zone Plaine et la limite inférieure de la classe de TBE pour cette zone sont présentées à la **Figure 11** en page suivante.

La première étape importante pour la mise en place d'un système d'évolution bien adapté à la zone naturelle considérée est **l'affectation du niveau de référence qui lui correspond le mieux**. Les 2 éventualités de représentation statistique de la condition de référence sont présentées, la première basée sur la **médiane** des valeurs d'IDA-2 obtenues sur les sites de référence de cette zone très minéralisée (partie haute de la **Figure 11**), et la seconde basée sur la **moyenne** des valeurs de références obtenues (seconde partie de la **Figure 11**).

En résumé, malgré l'acquisition spécifique de données complémentaires sur cette zone en 2013 (prospection à une ou deux dates de nouvelles sources et résurgences identifiées par le BRGM en plus des sites de référence habituels suivis dans le cadre des réseaux de surveillance), cette zone aux caractéristiques climatiques assez arides présente encore un certain déficit de données afin de représenter au mieux la variabilité naturelle importante des notes en l'absence d'influence anthropique, principalement en raison de conditions hydrologiques plus ou moins affaiblies en saison sèche en liaison avec la séquence climatique qui a précédé la date d'échantillonnage du relevé diatomique.

Calcul Zone Plaine "sans sélection" (Ref = médiane)			
médiane =	18,397	arrondi à :	18,4
	(14e valeur ds les 2 sens)		(EQR _{Med} = 1)
Percent. 25	17,222	arrondi à :	Néant
	(6,75ème valeur sur 27)		(EQR _{Med} = 0,936)
Percent. 20	17,192	arrondi à :	17,204
	(5,4ème valeur sur 27)		(EQR _{Med} = 0,935)
Percent. 15	16,266	arrondi à :	Néant
	(4,05ème valeur sur 27)		(EQR _{Med} = 0,884)
Percent. 10	15,742	arrondi à :	15,732
	(2,7ème valeur sur 27)		(EQR _{Med} = 0,855)
Calcul Zone Plaine "sans sélection" (Ref = moyenne)			
moyenne =	18,011	arrondi à :	18,0
			(EQR _{Moy} = 1)
Percent. 25	17,222	arrondi à :	17,226
	(6,75ème valeur sur 27)		(EQR _{Moy} = 0,957)
Percent. 20	17,192	arrondi à :	17,19
	(5,4ème valeur sur 27)		(EQR _{Moy} = 0,955)
Percent. 15	16,266	arrondi à :	16,272
	(4,05ème valeur sur 27)		(EQR _{Moy} = 0,904)
Percent. 10	15,742	arrondi à :	15,75
	(2,7ème valeur sur 27)		(EQR _{Moy} = 0,875)

Figure 11 ; Etude des différents descripteurs utilisables pour l'élaboration d'une grille d'évaluation basée sur des EQRs (Zone « Plaine »)

Cette forte variabilité est probablement liée à l'insuffisance de débit et de courant, à une augmentation possible de la température de l'eau *in situ*, ainsi qu'à des effets de concentration de la charge minérale naturelle, qui conduit à des conductivités électriques dépassant très couramment les 1 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (et même parfois 4 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pour le site de Paquemar PAQm, pourtant indiscutablement en domaine d'eau douce).

Le manque de recul temporel contribue à ne pas encore couvrir de façon homogène le domaine des possibles en matière de notes naturelles d'IDA sur cette zone, la série de données présentant de larges trous dans le domaine des basses valeurs d'indice acquises sur sites de référence. En effet, il existe 2 groupes séparés de 2 valeurs outliers à notes particulièrement basses en bas de ce groupe de relevés de référence, séparées à chaque fois de plus d'1 point d'indice du groupe précédent. Dans ce contexte au lissage de notes encore peu établi (référentiels manquant encore de recul), il ne serait pas robuste d'élargir la classe de TBE correspondant à l'essentiel de la variation naturelle des notes en allant chercher un percentile trop bas qui serait trop fortement impacté par ces discontinuités de distribution (c'est le cas à partir du percentile 15).

Il faut cependant rappeler que les raisons de ces notes basses sont naturelles et font partie de la condition de référence pour cette zone à pluviométrie et hydrologie peu soutenues.

Dans ce contexte, il a été choisi de prendre comme niveau de référence la valeur résultant du calcul de la **moyenne** plutôt que de la **médiane** (la moyenne étant plus intégrative des valeurs extrêmes possibles sur la zone), ce qui présente l'avantage d'abaisser un peu la valeur moyenne de cette zone (valeur de référence moyenne de 18 en bistre au lieu de 18,4 pour la médiane en bleu). Cela permet de faire entrer un peu plus de variation naturelle des notes dans le domaine de référence de cette zone.

De plus, du fait de la distribution erratique et exceptionnelle des valeurs basses de la zone rappelé ci-dessus, il aurait été peu représentatif de caler la classe de très bon état sur une zone trop basse de percentile, sous influence forte et non-lissée de 4 outliers. Cette option d'action sur la moyenne de référence était techniquement la plus souhaitable et a donc été privilégiée. On verra qu'elle a été complétée, dans l'étude des derniers scénarios optimisés « OPT », par un arrondissement à la baisse du percentile 20 permettant un élargissement supplémentaire modéré sans franchir la forte discontinuité liée au percentile 15 (percentile qui a au final été choisi pour la zone Volcan, qui présentait pour sa part une insuffisante distribution de variabilité naturelle avec le percentile 20).

4.4.2. Descriptif rapide des travaux sur scénarios de grilles effectué (Zone «Plaine»)

a) Scénarios P(20) : Sur cette région Plaine, une première série de 5 scénarios de travail a été testée entre le 15 et le 18-04-2014 (résultats non détaillés ici, mais disponibles si besoin), sur la base de la **valeur moyenne de référence** (note d'IDA-2 de **18**, soit EQR de 1) et un EQR de basculement TBE-BE correspondant au percentile 20 de la distribution des notes de référence, qui s'établissait par calcul à la valeur **EQR = 0,955** (note d'IDA-2 de **17,19**), (partie basse de la Figure 9 page 20).

5 scénarios de sévérité croissante pour toutes les classes inférieures à TBE et notamment pour la classe de basculement BE-EM (valeurs-guides indiquées ci-dessous) ont été construits sur cette base, avec un tunage assez large pour permettre de repérer la zone ou le calage présenterait le plus grand intérêt.

Les scénarios déroulés lors de cette première série de propositions ont été les suivants :

- 1) Scénario P-20-1 avec une limite BE-EM à l'EQR 0,75 (note d'IDA-2 de 13,50),
- 2) Scénario P-20-2 avec une limite BE-EM à l'EQR 0,78 (note d'IDA-2 de 14,04),
- 3) Scénario P-20-3 avec une limite BE-EM à l'EQR 0,80 (note d'IDA-2 de 14, 40),
- 4) Scénario P-20-4 avec une limite BE-EM à l'EQR 0,82 (note d'IDA-2 de 14, 76),
- 5) Scénario P-20-5 avec une limite BE-EM à l'EQR 0,85 (note d'IDA-2 de 15,30).

Après expertise collective par les concepteurs de la méthode, il en est ressorti que le niveau de référence basé sur la moyenne et que la valeur du percentile 20 pour fixer la limite TBE-BE pouvaient se révéler relativement convenables pour cette zone. En effet, le fort niveau de variation naturelle des notes de référence qui la caractérise s'accommode bien de la note de référence plus basse permise par le choix de la moyenne. Et dans ces conditions, la limite TBE-BE basée sur le percentile 20 est en gros du bon ordre de grandeur (à affiner ensuite par tunage fin) pour maîtriser correctement l'essentiel de la variation naturelle de note sans avoir à descendre sur la zone peu stabilisée du percentile 15 (trop peu de valeurs disponibles, et trop espacées pour pouvoir stabiliser ce calcul).

A l'expertise, la valeur-cible pour le basculement BE-EM entrainé dans une zone correcte pour une évaluation plus fine entre l'EQR 0,78 (valeur peut-être un peu basse) et l'EQR 0,82 (valeur-plafond déjà plutôt sévère), avec un optimum apparent (à diagnostiquer plus finement) **dans le secteur de l'EQR 0,80**. Par contre, sans rentrer dans le détail, il est aussi ressorti de ce diagnostic que les valeurs de basculement des classes basses de la grille étaient trop basses et pouvaient être rendues plus sévères par remontée des seuils pour donner plus de relief à l'évaluation.

b) Scénarios P(20) DER : Suite à cette première série d'essais, une 2^{ème} série de 4 scénarios « DER » basés sur les mêmes repères de haut de grille a été proposée et diagnostiquée entre le 23 et le 25/04/2014, balayant la zone d'intérêt prédéfinie pour le basculement BE-EM (entre 0,76 et 0,82), ainsi qu'en appliquant aussi une plus grande sévérité pour les classes de qualité inférieure, la limite ME-TME glissant respectivement de l'EQR 0,36 à l'EQR 0,42 (au lieu de 0,28 à 0,32 pour les 5 scénarios précédents).

- 1) Scénario P-20-1 DER avec une limite BE-EM à l'EQR 0,76 (note d'IDA-2 de 13,68),
- 2) Scénario P-20-2 DER avec une limite BE-EM à l'EQR 0,78 (note d'IDA-2 de 14,04),
- 3) Scénario P-20-3 DER avec une limite BE-EM à l'EQR 0,80 (note d'IDA-2 de 14,40),
- 4) Scénario P-20-4 DER avec une limite BE-EM à l'EQR 0,82 (note d'IDA-2 de 14,76).

c) Scénarios P(20) OPT : L'expertise et le diagnostic approfondi de ces résultats a conduit à proposer une 3^{ème} série de 2 scénarios Plaine P-20 « OPT ». Il s'avérait que, sans descendre jusqu'à la zone trop instable du percentile 15 pour fixer la limite TBE-BE, l'expertise collective conduisait à trouver très correct le calage du scénario P3-DER, mis à part que la limite TBE-BE visant à l'intégration normale dans la classe de TBE de la plupart des relevés de référence nécessitait encore d'être modérément descendue (options techniques à tester et à trancher : percentile 20 arrondi à la baisse à l'EQR 0,925, soit note d'IDA-2 de 16,65, ou à l'EQR 0,93, soit note d'IDA-2 de 16,74).

La fourchette de l'EQR optimisé à fixer pour cette classe de TBE a été calée *a priori* sur la possibilité de « rachat » en TBE intégré du site de référence de la rivière Pilote amont (PILm) sur la base d'un principe de One Out-All Out modulé d'une tolérance de profondeur de classe de 25 % sur valeurs de 2 relevés exceptionnellement bas (cf principes de représentation de l'état intégré au site abordés aux Chapitres 5 et 6 de la présente note).

Les 2 derniers scénarios étudiés ont donc vu la limite TBE-BE légèrement ré-élargie dans la gamme de variation modeste pré-indiquée, et avec la légère nuance de calage de la zone BE-EM suivante :

- 1) Scénario P-20-1 OPT avec une limite BE-EM à l'EQR 0,80 (note d'IDA-2 de 14,40),
- 2) Scénario P-20-2 OPT avec une limite BE-EM à l'EQR 0,79 (note d'IDA-2 de 14,22).

Comme on le verra ensuite avec le cas de la zone Volcan, les pratiques retenues pour ces 2 zones à caractéristiques et variabilités naturelles pourtant très différentes ont été absolument convergentes à l'exception de la fixation de la valeur de classe inférieure de TBE en liaison avec la forte discontinuité dans la série de valeurs (percentile 20 aménagé à la baisse pour cette zone Plaine pour percentile 15 dans un secteur de valeurs mieux établi, donc plus « lissé », pour la zone Volcan).

4.4.3. Résultats et recommandations au relevé Zone « Plaine » :

Les grilles détaillées de basculement de classes, ainsi que les résultats respectifs de classement d'état des relevés, sont récapitulés dans la **Figure 12** ci-dessous :

Scénario Plaine 20-3-1 OPT. (EQR de basculement BE-EM = 0,80)									
CLASSE D'ETAT	NIVEAU DE REFERENCE	TBE	BE	BE OK	EM	ME	TME	Déclassés	TOTAL
GRILLE d'EQR	1	≥ 0,925	≥ 0,80	BE OK	≥ 0,61	≥ 0,38	]0,38 ; 0,0]	Déclassés	TOTAL
NOTES d'IDA-2	18,0	≥ 16,65	≥ 14,4		≥ 10,98	≥ 6,84	6,84-0		
Etat au relevé (effectifs)	NA	45	20	65	18	9	8	35	100
Etat au relevé (Pourcentage)	NA	45,00%	20,00%	65,00%	18,00%	9,00%	8,00%	35,00%	100,00%

Scénario Plaine 20-3-2 OPT. (EQR de basculement BE-EM = 0,79)									
CLASSE D'ETAT	NIVEAU DE REFERENCE	TBE	BE	BE OK	EM	ME	TME	Déclassés	TOTAL
GRILLE d'EQR	1	≥ 0,93	≥ 0,79	BE OK	≥ 0,61	≥ 0,38	]0,38 ; 0,0]	Déclassés	TOTAL
NOTES d'IDA-2	18,0	≥ 16,74	≥ 14,22		≥ 10,98	≥ 6,84	6,84-0		
Etat au relevé (effectifs)	NA	45	23	68	15	9	8	32	100
Etat au relevé (Pourcentage)	NA	45,00%	23,00%	68,00%	15,00%	9,00%	8,00%	32,00%	100,00%

Figure 12 : Scénarios optimisés testés sur la Zone « Plaine » et résultats de classement d'Etat au relevé (en effectifs, en pourcentage)

Avec le jeu de données final, 100 relevés sont disponibles sur cette zone (au lieu de 75 à la fin du programme de Recherche-Développement initial).

A noter que parmi les nouvelles données, outre un allongement de la série de relevés obtenus sur des sites déjà renseignés dans le cadre des campagnes annuelles habituelles des réseaux de surveillance, se sont ajoutés quelques sites sur sources et résurgences (repérés et indiqués par le BRGM) destinées à étoffer le renseignement et à aider au meilleur calage de niveau des conditions de référence.

Dans le 1^{er} scénario OPT, l'EQR de basculement TBE-BE est fixé à 0,925, ce qui, sur la série de données actuelles de relevés, n'a aucune incidence sur le classement de relevés en TBE (grosse discontinuité actuelle de distribution de valeurs d'IDA-2 dans cette zone).

L'EQR de basculement BE-EM est fixé à 0,80, ce qui est un peu plus sélectif que pour le scénario suivant et sort 3 relevés de la Classe de Bon Etat par rapport au scénario suivant, moins sévère sur ce seuil (0,79).

Les 3 relevés en zone de basculement BE-EM sont Rivière des Coulisses à Petit Bourg (COPm7), PIBm3 (Rivière Pilote aval bourg) et GCSm2 (STEP Vauclin 2), ces 3 sites étant réputés plutôt altérés à sensiblement altérés selon les dates (d'où leur statut « surveillance » dans le RCS).

Sur ce point particulier (basculement de sites d'une classe à l'autre), ainsi que sur un plan plus général (rachat du statut TBE de relevés de référence lors d'essais d'agrégation temporelle), les avis-experts échangés au sujet de cette dernière comparaison de scénarios « OPT » convergent pour préconiser que **le scénario Plaine (20)-3-1**, le plus optimisé de tous ceux qui ont été successivement étudiés, **soit préconisé et mis en œuvre pour la Zone Plaine pour le Plan de Gestion à venir.**

4.5. Elaboration d'une grille d'EQRs au relevé « Zone Volcan » :

4.5.1. Eléments statistiques sur les relevés de référence :

Les descripteurs « statistiques » calculés et éventuellement mobilisables pour le calage de grilles d'évaluation sur la zone naturelle regroupée « Volcan », qui réunit les massifs volcaniques de Martinique et de Guadeloupe ainsi que la Plaine Humide de Basse-Terre de Guadeloupe, sont récapitulés en **Figure 13** ci-dessous.

Calcul Zone Volcans "sans sélection" (Ref = médiane)				
médiane =	19,693		arrondi à :	19,7
	(70e valeur ds les 2 sens)			(EQR _{Med} = 1)
Percent. 25	19,384	0,98396	arrondi à :	19,385
	(34,75ème valeur sur 139)			(EQR _{Med} = 0,989)
Percent. 20	19,298	0,97959	arrondi à :	19,306
	(27,8ème valeur sur 139)			(EQR _{Med} = 0,98)
Percent. 15	19,182	0,9737	arrondi à :	19,178
	(20,85ème valeur sur 139)			(EQR _{Med} = 0,9735)
Calcul Zone Volcans sans sélection (Ref = moyenne)				
moyenne =	19,631		arrondi à :	19,63
				(EQR _{Moy} = 1)
Percent. 25	19,384	0,98747	arrondi à :	19,385
	(34,75ème valeur sur 139)			(EQR _{Moy} = 0,9875)
Percent. 20-1	19,298	0,98459	arrondi à :	19,296
	(27,8ème valeur sur 139)			(EQR _{Moy} = 0,983)
Percent. 20-2	19,298	0,98459	arrondi à :	19,306
	(27,8ème valeur sur 139)			(EQR _{Moy} = 0,985)
Percent. 15	19,182	0,9787	arrondi à :	19,14
	(20,85ème valeur sur 139)			(EQR _{Med} = 0,975)

Figure 13 : Etude des différents descripteurs utilisables pour l'élaboration d'une grille d'évaluation basée sur des EQRs (Zone « Volcan »)

Pour cette Zone Volcan, même s'il n'exerce qu'une influence très modérée sur le niveau de référence par rapport à l'utilisation de la médiane (modification à la baisse de 0,07 points d'indice, ce qui est tout-à-fait anecdotique), le choix de la **valeur de référence basée sur le calcul de la moyenne** (en bistre, case en fond bleu clair, début de 2^{ème} moitié de la **Figure 13**) ne présente aussi que des avantages. Beaucoup de relevés de référence de la zone, souvent situés à des altitudes notables et dans des conditions hydroclimatiques sensiblement différentes des sites plus aval à évaluer, sont proches ou égales à la note maximale d'IDA de 20. Dans ces conditions, la moyenne, qui intègre un peu mieux l'effet de valeurs basses obtenues dans cette zone, procure donc une petite possibilité supplémentaire (bien que marginale) d'autoriser une fluctuation naturelle de la condition de référence dans cette zone.

Mais les essais de déroulement de scénarios de grilles d'évaluation de bout en bout ont aussi révélé une étroitesse trop importante par construction de cette zone de TBE. Il s'est avéré indispensable au final d'en augmenter la profondeur afin de mieux intégrer la variabilité naturelle des notes de référence, qui intervient naturellement sur les reliefs volcaniques dans des conditions hydro-climatiques moins soutenues (années sèches) et qui, d'autre part, est plus représentative des sites de référence situés aux altitudes moyennes ou faibles, qui présentent un référentiel de notes plus variables et deviennent plus comparables aux zones où se trouvent la majorité des sites à évaluer.

Une valeur de référence «Volcans» calculée sur la base de la **moyenne** des notes de référence (pratique homogène avec l'autre zone naturelle des Antilles), qui s'établit à la valeur d'IDA2 de **19,63**, a donc été utilisée de bout en bout comme base pour la construction de tous les scénarios de travail testés.

4.5.2. Descriptif rapide des travaux sur scénarios de grilles effectués (Zone «Volcan»)

a) Scénarios V(20) : Sur cette région Volcan, une première série de 6 scénarios de travail a été testée entre le 17 et le 18-04-2014. Outre l'utilisation de la valeur moyenne de référence pré-indiquée, ces scénarios étaient tous basés sur une limite de classe entre TBE et BE basée sur le percentile 20 des notes de référence (Percentile 20-1 arrondi de la **Figure 13**, EQR de basculement : **0,983**, soit une note d'IDA-2 de **19,296**). Sur le reste de l'échelle, une progressivité de la sévérité de classification d'état sur toutes les classes inférieures au TBE a été testée du scénario V1 (le plus laxiste) au scénario V6 (le plus sévère).

La valeur-guide de basculement BE-EM des scénarios déroulés était la suivante :

- 1) Scénario V(20)-1 avec une limite BE-EM à l'EQR 0,87 (note d'IDA-2 de 17,078),
- 2) Scénario V(20)-2 avec une limite BE-EM à l'EQR 0,875 (note d'IDA-2 de 17,176),
- 3) Scénario V(20)-3 avec une limite BE-EM à l'EQR 0,88 (note d'IDA-2 de 17,274),
- 4) Scénario V(20)-4 avec une limite BE-EM à l'EQR 0,885 (note d'IDA-2 de 17,373),
- 5) Scénario V(20)-5 avec une limite BE-EM à l'EQR 0,89 (note d'IDA-2 de 17,471),
- 6) Scénario V(20)-6 avec une limite BE-EM à l'EQR 0,90 (note d'IDA-2 de 17,667).

Cette première série de scénarios a été calée de façon à peu près centrée sur le pourcentage de déclassements obtenus avec l'IDR-V1, qui correspondait grosso-modo au niveau de déclassement produit par les Scénarios V(20)-3 et V(20)-4, et avec un tunage fin de part et d'autre de cet ancien « optimum ».

Or le retrait de NINC de la liste des taxons d'alerte et un bruitage nettement moindre par la variation naturelle des notes a complètement changé le système de repères entre ces 2 indices, l'évolution conduisant aussi à une meilleure séparation des sites naturels et altérés au bénéfice de l'IDR-V2. Cet état de fait permet par contre-coup d'envisager une évaluation plus sévère et sensible qu'avec l'IDR-V1, tout en subissant moins l'impact d'une variation résiduelle des notes due à des fluctuations naturelles.

Au bilan, l'expertise de ces scénarios a conduit rapidement à diagnostiquer que les bornes de basculement d'état des qualités inférieures n'étaient pas assez sélectives, concentrant l'effort pour les nouveaux scénarios de travail sur cette zone des notes basses à moyenne (évaluation moins « laxiste » souhaitée). Par ailleurs, il était remarqué que la gamme de la classe de TBE était très étroite et contrainte par construction, ce qui pouvait être un inconvénient pour absorber les effets de la variation naturelle des notes en sites de référence.

Enfin, il ne ressortait pas encore de façon claire si les plus sévères de ces scénarios (Scénarios V(20)-5 et 6) évaluaient correctement le niveau de basculement BE-EM, les résultats étant cependant jugés comme assez satisfaisants en première approche.

b) Scénarios V(20) DER : Une deuxième série de 5 scénarios, toujours basés sur la valeur moyenne de référence et sur une limite TBE-BE arrondie calée cette fois sur l'EQR de **0,985** (valeur plus « ronde » correspondant à la note de basculement de **19,306**) a été produite le 24-04-2014 et expertisée en suivant.

Le diagnostic porté sur la limite BE-EM semblant plus satisfaisant qu'avec l'IDA-1, il n'était alors pas clair qu'il faille retoucher cette partie de la grille. Le but principal de cette nouvelle série a été d'à peu près reproduire le tunage précédent pour la limite BE-EM (prospection de la zone de basculement entre 16,5 et 17,5 avec centrage autour de la note-repère indicative de 17, qui aurait pu représenter une valeur-guide intéressante), et de durcir l'évaluation des altérations pour les valeurs de basculement des classes inférieures.

Les valeurs-guide de basculement BE-EM des scénarios déroulés ont été les suivantes :

- 1) Scénario V(20)-1 DER, limite BE-EM à l'EQR 0,85 (note d'IDA-2 de 16,66),
- 2) Scénario V(20)-2 DER, limite BE-EM à l'EQR 0,865 (note d'IDA-2 de 16,954),
- 3) Scénario V(20)-3 DER, limite BE-EM à l'EQR 0,88 (note d'IDA-2 de 17,248),
- 4) Scénario V(20)-4 DER, limite BE-EM à l'EQR 0,89 (note d'IDA-2 de 17,444),
- 5) Scénario V(20)-5 DER, limite BE-EM à l'EQR 0,90 (note d'IDA-2 de 17,64).

Un retour-expert rapide a clairement permis de statuer sur l'intérêt du durcissement des seuils du bas de la grille. Mais cette fois, il est ressorti plus clairement que le basculement BE-EM à l'EQR 0,90 n'était pas encore assez sévère, ce qui n'était absolument pas envisageable au moment de l'IDR-V1, trop bruité par des reliquats de variation naturelle.

Un autre point gênant était l'étroitesse extrême de la classe de TBE résultant mécaniquement du mode de construction adopté, du fait de la trop grande homogénéité d'un grand nombre de notes de référence (en particulier sur des sites situés en altitude sur les massifs volcaniques, moins souvent affectés par des affaiblissements de l'hydrodynamique et par des échauffements de la colonne d'eau *in situ*), qui plafonnent régulièrement à la note maximale de 20. De fait, la classe de TBE des scénarios V(20) était manifestement trop étroite si on la place en perspective de l'étendue de la gamme de notes possibles en zone de référence.

Du fait des nombreuses notes à 20 et du niveau de référence lui aussi très élevé, l'EQR maximum de cette zone plafonne par construction à 1,024 (pour 1,111 sur l'autre zone). Cela conduit à une amplitude de notation nettement plus étroite, limitant mécaniquement la profondeur de cette classe vers le bas en zone volcan (notes de 20 à 19,306, soit 0,7 point d'indice seulement, pour une variation de notes de $(20-19,306) = 0,694$ points en zone plaine, l'amplitude de variation naturelle de la note pris en compte dans ce dernier cas étant 4 à 5 fois plus forte).

La conséquence mécanique de cette construction basée sur un principe de calcul qui produit de tels écarts d'une zone naturelle à l'autre est que la profondeur de cette classe de TBE n'est pas suffisante dans l'état pour intercepter la variation naturelle habituelle de cette zone. De fait, de nombreux sites de référence indiscutables enfoncent le seuil TBE-BE à 1 ou 2 dates sur la série temporelle acquise et basculent donc trop souvent et trop intensément dans le Bon Etat (couleur verte).

Selon le principe d'agrégation temporelle qui sera finalement retenu (information exacte pas encore disponible à ce jour), cela est de nature à poser des problèmes de déclassement injustifié à l'intégration temporelle d'Etat au site, alors que l'anthropisation n'est manifestement pas du tout en cause dans la baisse épisodique de note sur la plupart de ces sites. En effet, les raisons en sont plutôt d'origine hydrologique (la plupart du temps, soutien du débit anormalement faible à certains épisodes secs, accompagné d'une élévation de la température de l'eau).

c) Scénarios V(15) OPT : Ces 3 derniers scénarios « optimisés » ont été construits entre le 26 et le 27-04-2014 pour tenter de remédier efficacement à l'étroitesse excessive par construction de la zone de TBE, qui limite les possibilités de variation naturelle habituelle à la zone étroite de notation cantonnée entre 20 et 19,3, alors qu'un nombre non négligeable de relevés appartenant encore à des situations de référence non suspectes peuvent atteindre des notes sensiblement plus basses (saison sèche, sites de plus faible altitude, conditions hydroclimatiques un peu atypique pour un relevé...).

Après expertise approfondie, il a été jugé nécessaire de donner un peu plus de marge à la variation naturelle de référence en ayant recours à une limite inférieure de classe de TBE calée sur le percentile 15 des notes de référence (au lieu du percentile 20), arrondi au chiffre rond inférieur d'EQR le plus proche. D'autre part, les collègues d'Asconit qui connaissent bien le contexte de terrain et les caractéristiques des sites des Antilles ont diagnostiqué qu'un seuil de basculement encore un peu plus sévère (valeur-guide à étudier placé au voisinage de l'EQR 0,915 pour le basculement TBE-BE). Aucun scénario antérieur n'ayant couvert au-dessus de 0,90, il semblait intéressant à cette occasion de pousser jusqu'au bout l'exercice et d'aller jusqu'à un test de scénario excessivement sévère afin de permettre de bien repérer ou se situe la limite haute de calage de scénarios.

Les 2 derniers scénarios étudiés ont donc été construits avec une limite TBE-BE calée sur le percentile 15 des sites de référence (arrondi à la baisse vers l'EQR « rond » le plus proche), ces 2 pratiques permettant de laisser un espace un peu accru de variation naturelle, avec des seuils de classes inférieures assez sévères et avec un seuil de basculement BE-EM partant de la préconisation des experts-terrain (0,915) et allant jusqu'à l'excès volontaire de sévérité permettant de mieux situer cette limite (tous les scénarios antérieurs l'ayant approché par défaut sans jamais la franchir).

Les 3 scénarios OPT testés lors du dernier essai ont été les suivants :

- 1) Scénario V(15)-1 OPT, limite BE-EM à l'EQR 0,915 (note d'IDA-2 de 17,961),
- 2) Scénario V(15)-2 OPT, limite BE-EM à l'EQR 0,92 (note d'IDA-2 de 18,06),
- 3) Scénario V(15)-3 OPT, limite BE-EM à l'EQR 0,925 (note d'IDA-2 de 18,158).

4.5.3. Résultats et recommandations Zone «Volcan» :

Les grilles détaillées de basculement de classes, ainsi que les résultats respectifs de classement d'état des relevés, sont récapitulés dans la **Figure 14** ci-dessous.

Scénario Volcan (15)-1 OPT (EQR de basculement BE-EM = 0,915)									
CLASSE D'ETAT	NIVEAU DE REFERENCE	TBE	BE	BE OK	EM	ME	TME	Déclassés	TOTAL
GRILLE d'EQR	1	≥ 0,975	≥ 0,915	BE OK	≥ 0,60	≥ 0,34	]0.34 ; 0.0]	Déclassés	TOTAL
NOTES d'IDA-2	19,63	≥ 19,139	≥ 17,961		≥ 11,778	≥ 6,674	6,674 - 0		
Etat au relevé (effectifs)	NA	227	154		381	114	9			3	126	507
Etat au relevé (Pourcentage)	NA	44,77%	30,37%	75,15%	22,49%	1,78%	0,59%	24,85%	100,00%

Scénario Volcan (15)-2 OPT (EQR de basculement BE-EM = 0,92)									
CLASSE D'ETAT	NIVEAU DE REFERENCE	TBE	BE	BE OK	EM	ME	TME	Déclassés	TOTAL
GRILLE d'EQR	1	≥ 0,975	≥ 0,92	BE OK	≥ 0,61	≥ 0,36	]0.36 ; 0.0]	Déclassés	TOTAL
NOTES d'IDA-2	19,63	≥ 19,139	≥ 18,06		≥ 11,974	≥ 7,067	7,067 - 0		
Etat au relevé (effectifs)	NA	227	146		373	121	9			4	134	507
Etat au relevé (Pourcentage)	NA	44,77%	28,80%	73,57%	23,87%	1,78%	0,79%	26,43%	100,00%

Scénario Volcan (15)-3 OPT (EQR de basculement BE-EM = 0,925)									
CLASSE D'ETAT	NIVEAU DE REFERENCE	TBE	BE	BE OK	EM	ME	TME	Déclassés	TOTAL
GRILLE d'EQR	1	≥ 0,975	≥ 0,925	BE OK	≥ 0,62	≥ 0,38	]0.38 ; 0.0]	Déclassés	TOTAL
NOTES d'IDA-2	19,63	≥ 19,139	≥ 18,158		≥ 12,171	≥ 7,459	7,459 - 0		
Etat au relevé (effectifs)	NA	227	142		369	124	9			5	138	507
Etat au relevé (Pourcentage)	NA	44,77%	28,01%	72,78%	24,46%	1,78%	0,99%	27,22%	100,00%

Figure 14 : Scénarios optimisés testés sur la Zone « Volcan » et résultats de classement d'Etat au relevé (en effectifs, en pourcentage)

Même si les 3 scénarios testés ne donnent qu'une modulation limitée du classement d'état au niveau des relevés en pourcentage (passage d'un peu plus de 75 % de relevés au moins en BE dans le Scénario 1 à 72,78 % dans le Scénario 3, le plus sévère), cette décroissance venant immédiatement, par glissement, renforcer la classe d'Etat Moyen, l'expertise du déclassement de ces sites n'apparaît pas justifiée sur les 2 derniers scénarios.

D'autre part, à partir du scénario 2, le seuil de déclassement BE-EM intervient à une note indiciaire supérieure à 18.

Bien sûr, ce nouvel indice IDA-2 a été construit sur un principe totalement différent des indices diatomiques de métropole (ici, utilisation d'une liste de taxons d'alerte au lieu du classement de qualité de tous les taxons du relevé), qui change sensiblement les repères en matière de notation de l'altération.

Cependant, même en prenant en compte ce changement de comportement, une note supérieure à 18/20 (soit 10% seulement de l'échelle de notation pour 2 classes complètes de qualité des eaux depuis le domaine de référence) apparaît excessivement sévère pour déclasser un relevé du Bon Etat à l'Etat Moyen, niveau d'altération qui sous-entend par définition que l'impact anthropique exerce une modification déjà très sensible de la composition et des caractéristiques écologiques des relevés biologiques.

Or, même si les résultats ne changent pas radicalement, la sévérité des 2 derniers scénarios devient un peu excessive pour une évaluation judicieuse de l'Etat Ecologique. Les derniers relevés déclassés ne le sont pas judicieusement, ce qui révèle qu'à ce niveau de sévérité, on commence à induire de la confusion entre variabilité naturelle de la station et détection indiscutable d'impact anthropique.

Pour sa part, le Scénario V(15)-1 emporte l'assentiment des avis experts croisés et semble constituer, avec le recul-données disponible, le dosage optimisé permettant une évaluation sensible mobilisant toutes les qualités de l'outil indicial IDA-2 sans aller jusqu'à l'excès de sévérité.

L'expertise croisée de ces 3 scénarios « optimisés » a donc conduit au final à préconiser **l'utilisation du Scénario V(15)-1 pour l'évaluation des relevés de la zone Volcan** pour le prochain Plan de Gestion (1^{er} scénario en haut de la **Figure 14** en page précédente, à l'en-tête surlignée en jaune).

4.6. Représentation cartographique de l'évaluation des sites au relevé :

4.6.1. Généralités :

Les scénarios de grilles d'évaluation de l'Etat Ecologique à partir du compartiment diatomique ayant été étudiés et un scénario optimisé de calage de ces grilles au relevé faisant désormais consensus auprès des experts ayant étudié les propositions pour chaque grand ensemble naturel, il devient possible de **figurer sur une même carte les évaluations d'état au relevé individuel des 2 grandes zones naturelles regroupées des Antilles** pour chacune des campagnes de terrain réalisées au cours du programme de Recherche-développement, puis après son achèvement (2012-2013).

Les 2 grilles d'évaluation qui ont servi pour ces projections cartographiques sont celles qui sont proposées dans les pages précédentes pour utilisation future (Scénario P (20)-3-1 OPT pour la zone regroupée « Plaine », Scénario V(15)-1 pour la zone regroupée Volcan). Ces grilles, qui tirent parti de toute la gamme de variation de note qu'il a été possible de trouver à l'échelon de relevés diatomiques individuels, sont celles qui vont être publiées dans le prochain Arrêté d'Evaluation.

Il est par ailleurs possible, pour information complémentaire sur le jeu de relevés, d'aller consulter les tableaux détaillés d'affectation d'état au relevé selon les derniers scénarios OPT (optimisés) étudiés dans les 2 tableurs Excel (un pour la zone Plaine, un pour la zone Volcan) joints à l'envoi de cette note.

Les informations détaillées qu'on pourra notamment y trouver sont : 1) la note précise d'indice IDA-2 qui a pu être calculée pour chacun des relevés à partir de sa composition spécifique ; 2) l'EQR calculé dans leur zone d'affectation ; 3) le classement d'Etat au relevé qui en a résulté.

Les feuilles à consulter pour les informations au relevé sont respectivement les feuilles «EE Relevé Plaine perc.20 OPT » et « EE Relevé Vdcan perc.15 OPT » des tableaux joints à l'envoi.

4.6.2. Représentations cartographiques au relevé (Martinique)

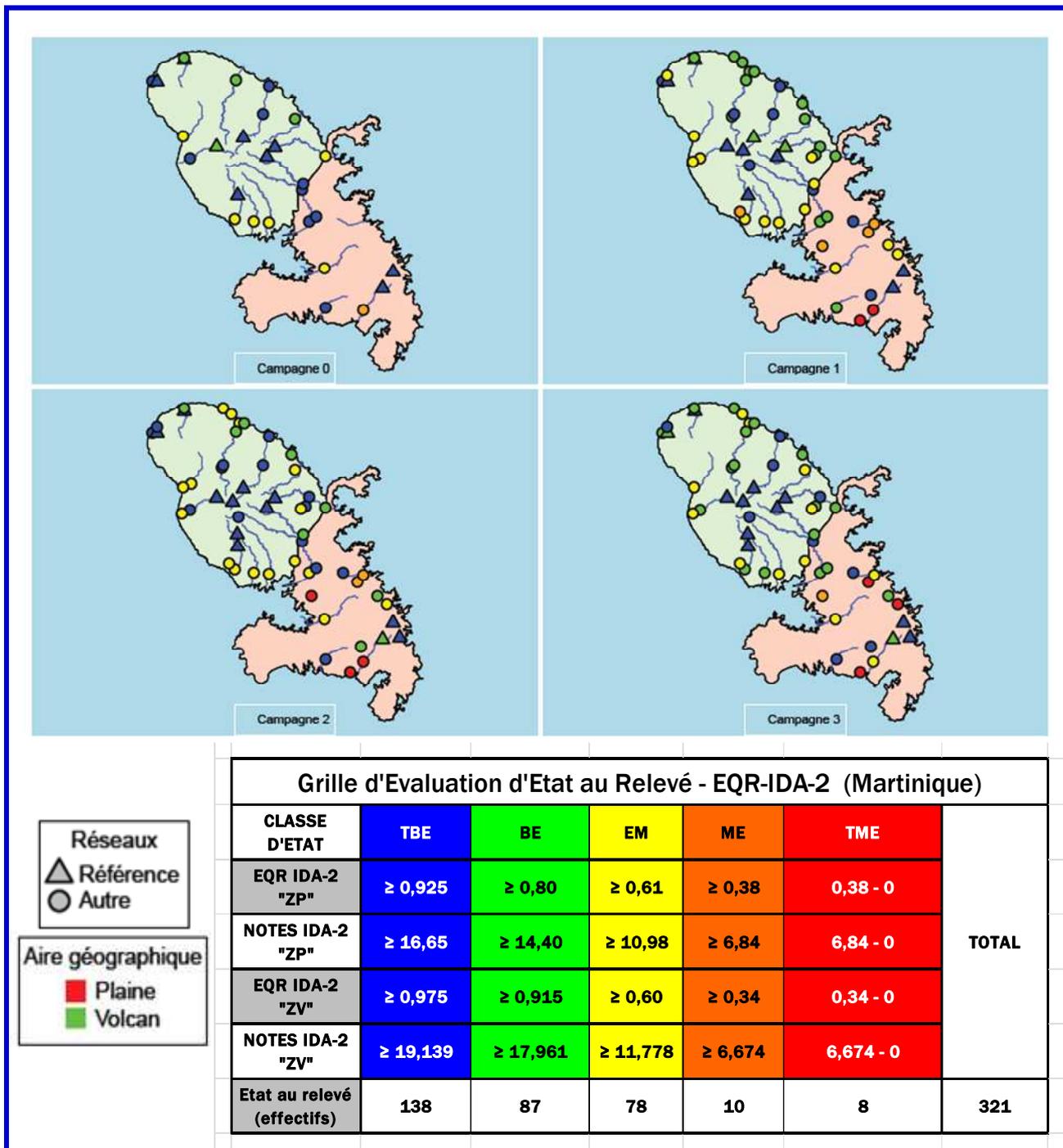


Figure 15 : Cartes d'Etat diatomique des sites de Martinique au relevé selon les 2 nouvelles grilles d'EQR-IDA2 (4 premières campagnes du programme de recherche-développement «Diatomées Antilles»)

Sur les cartes d'Etat Ecologique des relevés à la campagne de prélèvement pour la Martinique (Figure 15 en page précédente et Figure 16 ci-dessous), il est possible de constater que, en particulier sur sites de référence (figurés en triangles), le différentiel de niveau de notation précédemment observé en notes brutes d'indice (Figures 5-a et 5-b) entre les 2 grands ensembles naturels de Martinique a été en grande partie résolu par l'adoption des 2 grilles d'EQRs tenant compte des variabilités naturelles par région.

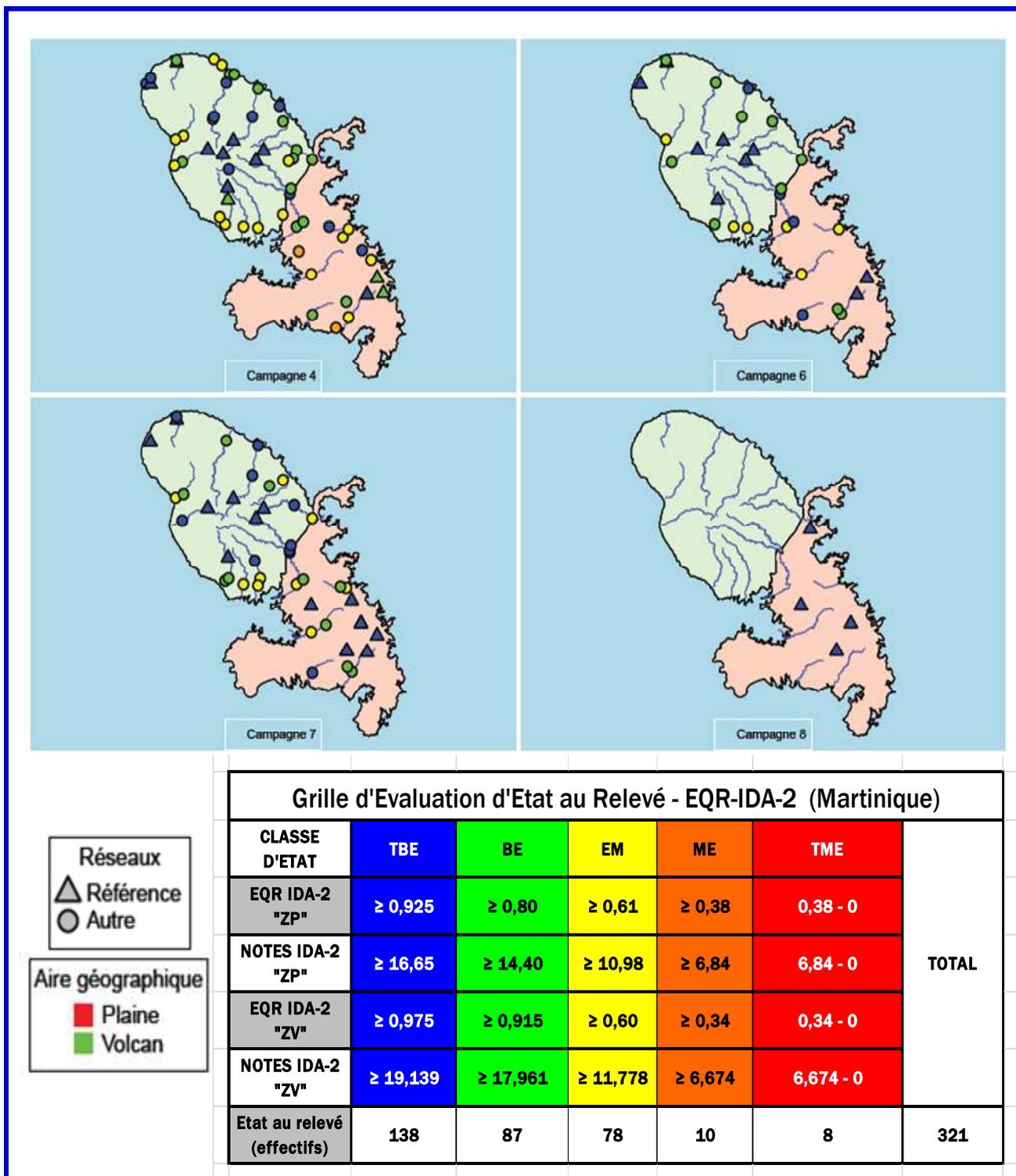


Figure 16 : Cartes d'Etat diatomique des sites de Martinique au relevé selon les 2 nouvelles grilles d'EQR-IDA2 (campagnes suivantes d'échantillonnage)

Ainsi, les sites de référence de la Zone « Plaine » ont désormais un classement qui oscille selon les campagnes entre le TBE (couleur bleue) et le BE (couleur verte).

Dans le même temps, certains sites de référence situés plutôt en périphérie de la Zone « Volcans » ont une notation plus équilibrée avec l'autre zone naturelle, quittant aussi le TBE à certaines dates pour arriver à la couleur verte.

Ces figures confirment d'ailleurs que les sites de référence un peu périphériques au massif volcanique subissent une variabilité naturelle plus importante que ceux situés vraiment en altitude.

Ce constat entérine indirectement le fait d'avoir choisi, en zone Volcan, le percentile 15 des notes de référence, afin d'étendre un peu la zone de variation naturelle des sites de référence avec une meilleure prise en compte de ceux situés à une altitude de moyenne à faible, souvent plus proches et plus représentatifs des sites à évaluer.

Par ailleurs, la dynamique de notation au relevé reste importante, les sites ressortant les plus altérés à certaines dates étant logiquement des sites situés à l'aval de STEPs ou d'industries agro-alimentaires de type sucreries-distilleries.

Certains de ces sites lourdement pollués par des équipements collectifs (STEPS) ou infrastructures privées (usines agro-alimentaires, conserveries, élevages...) peuvent d'ailleurs atteindre à certaines dates la classe de TME (couleur rouge), mobilisant jusqu'à la partie la plus basse de l'échelle de notation sur des cas concrets de terrain rencontrés en cours d'étude.

Pour les pollutions diffuses agricoles ou domestiques, l'altération produit souvent des effets biologiques plus modérés, bien que tout-à-fait repérables et faisant sortir un nombre assez important de sites placés sous ce type d'influence (pollution de villages, de zones agricoles à systèmes de culture plutôt intensifs) du bon Etat. Les effets de l'eutrophisation provoquent donc souvent un déclassement oscillant selon les dates entre le Bon Etat (couleur verte) et l'Etat Moyen (couleur jaune).

On rencontre donc ce cas de figure à l'aval de beaucoup de bassins canniers, bananiers, de secteurs à importantes plantations d'ananas (périphérie du massif volcanique de la Montagne Pelée, zone centrale de Martinique affectée à la région « Plaine »).

4.6.3. Représentations cartographiques au relevé (Guadeloupe)

L'examen des cartes d'Etat Ecologique des relevés à la campagne de prélèvement pour la Guadeloupe (**Figure 17** en page suivante et **Figure 18** en page 35) illustre aussi un diagnostic plus équilibré qu'avec la grille unique de notes brutes d'IDA-2.

On peut notamment y constater que quelques sites de référence peuvent à certaines dates passer du TBE (bleu) au BE (vert), ce qui est normal vu le principe de construction de la limite inférieure de la classe de TBE.

On rappelle ici que, dans la zone Volcan, cette limite de basculement TBE-BE a été placée au percentile 15 des valeurs de référence, ce qui suppose que 15 % des relevés de référence obtenant les notes d'IDA-2 les plus faibles basculent automatiquement dans la classe de BE bien qu'étant collectés sur des sites de référence au statut non douteux.

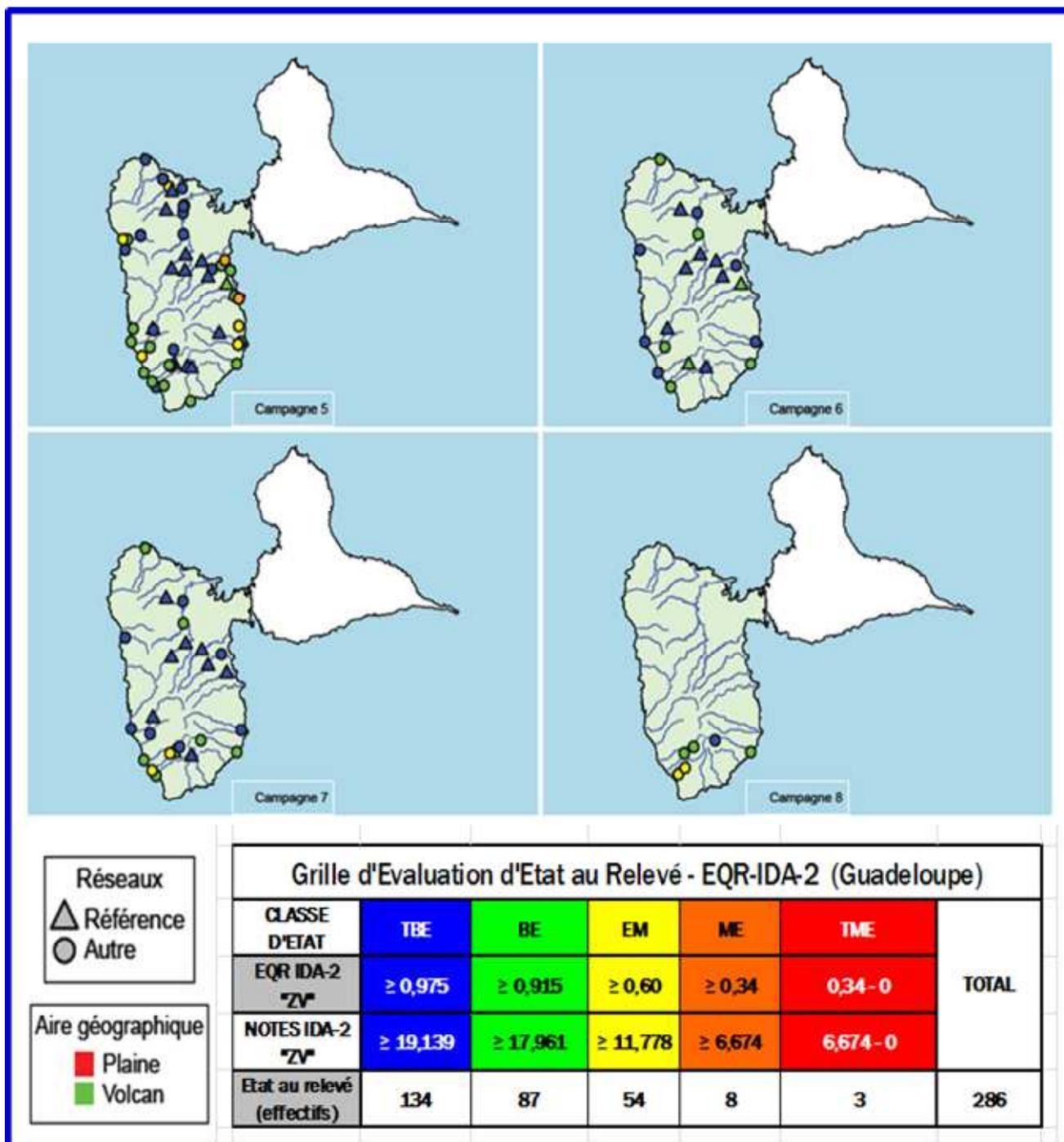


Figure 17 : Cartes d'Etat diatomique des sites de Guadeloupe au relevé selon les 2 nouvelles grilles d'EQR-IDA2 (4 premières campagnes du programme de recherche-développement «Diatomées Antilles»)

La Basse-Terre se révèle globalement moins altérée par les effets de l'anthropisation que la Martinique, ce qui est normal.

La pollution diffuse agricole fait osciller les sites d'aval de bassin versant entre le BE (vert) et l'Etat Moyen (jaune).

2 sites sous rejets de STEPs subissent des pollutions ponctuelles importantes (Ravine de Onze Heures à Petit Bourg - OHPg, Rivière Baret à Bellevue - BABg). Les rejets de STEP qu'elles reçoivent peuvent faire basculer le statut du relevé en orange voire en rouge selon les dates.

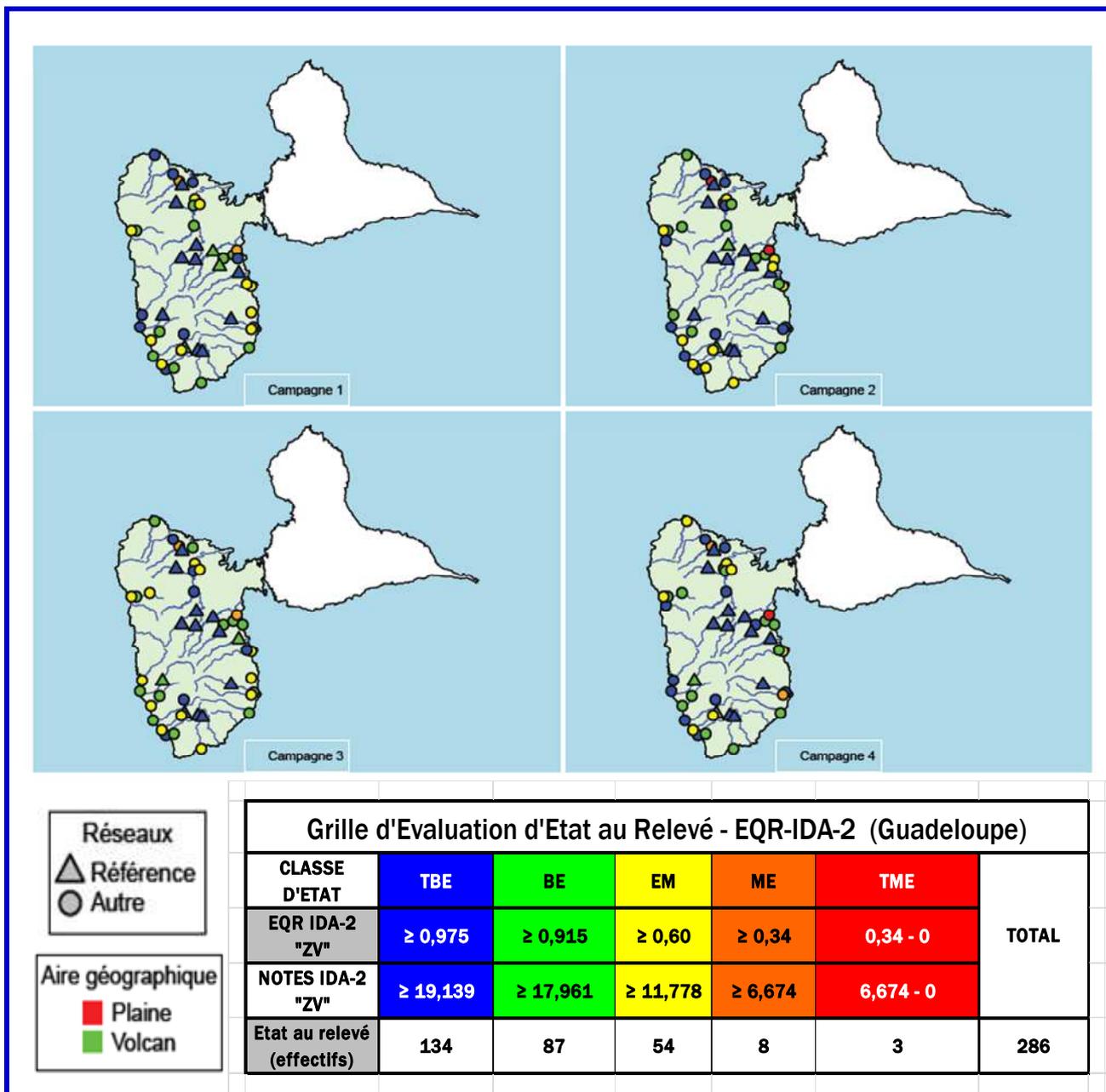


Figure 18 : Cartes d'Etat diatomique des sites de Guadeloupe au relevé selon les 2 nouvelles grilles d'EQR-IDA2 (campagnes suivantes d'échantillonnage)

Nota : Les 2 sites précités, parmi les plus pollués de Guadeloupe, ne font pas partie du RCS et n'ont donc plus été suivis lors des campagnes annuelles de surveillance de routine. Néanmoins, il sera nécessaire de continuer à collecter des relevés sur de tels sites très pollués afin de pouvoir réaliser la procédure de validation de la performance de l'IDA sur un jeu de données indépendant. En effet, pour rendre l'exercice valide, le jeu de données de validation devra contenir à peu près le même gradient de situations que le jeu de données qui a servi à mettre au point l'indice.

Au bilan, donc, l'examen de ces représentations cartographiques confirme que les grilles d'EQRs mises au point permettent de maîtriser une bonne partie de la variation naturelle des notes indicielles brutes de référence, gommant les écarts de notation observés entre les 2 régions, et de procurer ainsi un diagnostic plus judicieux et plus équilibré de l'altération anthropique.

5. Travail méthodologique sur l'évaluation intégrée d'Etat au site :

5.1. Problématique, méthodologie :

Les 2 grilles d'évaluation proposées au Chapitre 4 sur la base d'EQR (une par grand ensemble naturel des Antilles) ont fait ensuite l'objet d'un examen voir en quelle mesure ces grilles mises au point et validées pour évaluer **l'Etat de relevés individuels** peuvent aussi permettre de réaliser **l'évaluation d'Etat Ecologique intégré au site**.

Outre l'évaluation d'état de relevés individuels, qui est nécessaire à l'issue de chaque campagne annuelle de surveillance, une autre échelle d'intérêt est de travailler sur une **représentation intégrée de l'état des sites**, lorsque l'on a la chance de disposer d'une série temporelle historique de relevés prélevés sur ceux-ci et permettant de mieux en préciser le statut écologique.

En effet, le **rapportage européen périodique** qui sera effectué dans le cadre des Plans de Gestion des Masses d'Eau ne portera pas sur des notations de relevés individuels, mais sur une **agrégation temporelle de relevés d'un même site**, dont le « grain » et la stratégie d'interprétation intégrée d'Etat Ecologique au site restent encore à stabiliser (des modalités opératoires plus précises figureront dans l'Arrêté d'Evaluation à paraître prochainement).

D'autre part, il paraît intéressant, au titre de la capitalisation et du partage de l'information acquise au niveau local des Antilles, **d'intégrer le mieux possible toute l'information disponible sur l'état des sites**, capitalisée dans un premier temps durant le programme de Recherche-Développement, ainsi qu'au cours des campagnes annuelles de réseaux 2012 et 2013 intervenues depuis son achèvement. En effet, ce recul est précieux pour mieux apprécier l'état de dégradation et la périodicité des manifestations biologiques d'altération (nombre de relevés dégradés, intensité de la notation d'altération) à chaque site suivi.

Comme on le verra, les travaux méthodologiques exposés dans la suite de ce chapitre conduisent à constater que la même grille d'évaluation basée sur des EQRs ne peut pas s'appliquer et procurer un résultat équilibré à la fois à **l'échelle des relevés biologiques individuels** collectés à l'occasion des campagnes saisonnières de surveillance et à **l'échelle de données biologiques agrégées au site**.

Chaque méthodologie différente d'agrégation envisageable pour une évaluation au site va provoquer des effets sur la dispersion des données agrégées par rapport aux données initiales au relevé, et ceci influera sur la distribution et sur l'utilisation pleine ou partielle de la gamme de notes initialement prévues dans la grille, rendant la grille initiale d'interprétation difficilement compatible pour une évaluation écologique intégrée (multi-dates) des sites.

Les grilles d'évaluation proposées dans cette note ont clairement été calées sur le niveau des **relevés diatomiques individuels**, et leur expertise et leur validation n'est faite que pour une utilisation à cette échelle.

L'étude méthodologique des effets de l'agrégation temporelle, quelle qu'en soit la méthode, est une problématique en soi qui **découle de l'application de règles de décision nationales**, et qui devrait plutôt être abordée à ce même **niveau national**.

En effet, d'une part, elle pourrait se poser à peu près dans les mêmes termes sur tous les maillons biologiques (l'agrégation modulant le diagnostic et pouvant, selon le cas, nécessiter une adaptation des seuils de basculement fixés par les concepteurs de la méthode dans un autre cadre d'application). D'autre part, la nature et l'intensité de ses effets vont découler des modalités précises d'application des procédures d'agrégation qui seront préconisées dans le futur Arrêté d'Evaluation, qui sont en voie de stabilisation et n'ont pas encore acquis de caractère officiel à la date d'édition de cette note.

De ce fait, l'exercice exploratoire réalisé, décliné dans un environnement réglementaire encore mouvant, n'a pas pu être réalisé selon les modalités opératoires précises qui seront retenues au niveau national. Il ne se substitue donc pas à celui que les Offices de l'Eau vont avoir à faire dans le cadre de l'Etat des lieux initial pour le prochain plan de Gestion d'une part, dans le cadre du rapportage périodique d'Etat qui sera à réaliser ensuite auprès de l'U.E. selon les modalités précises édictées dans l'Arrêté d'Evaluation d'autre part.

La présentation des travaux ci-dessous est donc effectuée **dans le but principal de mise en forme et de capitalisation pour les gestionnaires locaux des Antilles de la connaissance intégrée acquise sur l'état de chaque site**. Il s'agit de faire un bilan le plus assis possible de l'état écologique des sites suivis en mobilisant la totalité de l'information diatomique disponible à ce jour.

Comme évoqué précédemment, la méthodologie d'interprétation du classement d'état au niveau de relevés agrégés doit être étudiée avec attention, car elle peut sensiblement moduler la statistique de classement des sites selon les règles d'agrégation utilisées. Ainsi, l'effet des 2 grilles d'EQRs optimisées (une par grand ensemble naturel) a été décliné afin de tester les conséquences de **4 principes d'agrégation différents sur l'évaluation intégrée des sites** :

a) **Principe strict du OO-AO** : Pour le classement du site, seul est retenu le classement du relevé le plus défavorable de la série. Ce principe, qui cale le diagnostic d'état d'un site sur la pire situation observée, est en général très sévère.

b) **Tolérance de 25 % de profondeur de classe pour le relevé le plus pénalisant** : Cette tolérance n'a été appliquée, pour le rattrapage d'une classe d'état, que dans le cas où **un relevé unique** d'une série de 4 ou 5 relevés tombe dans la classe inférieure. Les seules exceptions à ce principe général ont été appliquées **dans les cas où il s'agissait d'un site dont le classement oscille strictement entre le TBE et le BE** (site amont réputé de référence ou très peu perturbé).

2 types de dérogations ont été appliquées : **a)** 2 exceptions possibles en cas de série longue de 7 à 8 relevés ; **b)** certains sites de référence ayant été rajoutés en cours d'étude et procurant un recul moins important sur la série temporelle acquise (exemple typique : Absalon, site de référence à conditions géochimiques particulières rajouté en cours de programme), il a pu être dérogé pour la ré-affectation de BE en TBE, dans cette limite de profondeur de classe, quand un relevé sur 3 était déclassant. Si 2 relevés sur la série conduisent vers la classe en-dessous, le site est systématiquement affecté dans la classe inférieure. Si la série comprend 3 relevés ou moins, à l'exception du classement entre TBE et BE envisagé ci-dessus, le site est systématiquement affecté à la classe de qualité du relevé le plus défavorable (retour au principe du OA-AA).

c) **Tolérance de 1/3 de profondeur de classe pour le relevé le plus pénalisant** (mêmes règles de décision que ci-dessus, tolérance d'enfoncement de classe un peu accrue).

d) **Etat écologique au site évalué à partir de la moyenne des notes indicielles obtenues** (nombre de relevés cependant très variable, de 1 à 7, selon les sites d'étude et l'antériorité de leur suivi).

5.2. Présentation synthétique des résultats agrégés au site

Les résultats des scénarios d'évaluation intégrée présentés ici ont été étudiés sur la base des 2 grilles d'évaluation en EQRs étant ressorties comme les plus optimisées pour l'évaluation d'Etat Ecologique **au relevé** (cf Chapitres 4 et 5).

5.2.1. Test de 4 scénarios d'agrégation Zone « Plaine » :

La grille présentée en haut de la **Figure 19** ci-dessous (Scénario préconisé « Zone Plaine ») fait à ce stade l'unanimité des metteurs au point de la méthode.

Scénario Plaine (20)-3-1 OPT. (EQR de basculement BE-EM = 0,80)									
CLASSE D'ETAT	NIVEAU DE REFERENCE	TBE	BE	BEOK	EM	ME	TME	Déclassés	TOTAL
GRILLE d'EQR	1	≥ 0,925	≥ 0,80		20,61	≥ 0,38	]0,38; 0,0]		
NOTES d'IDA-2	18,0	≥ 16,65	≥ 14,4		≥ 10,98	≥ 6,84	6,84 - 0		
Etat au relevé (effectifs)	NA	45	20	65	18	9	8	35	100
Etat au relevé (Pourcentage)	NA	45,00%	20,00%	65,00%	18,00%	9,00%	8,00%	35,00%	100,00%
Etat 00-AD ausite (effectifs)	NA	7	10	17	2	1	5	8	25
Etat 00-AD ausite (en%)	NA	28,00%	40,00%	68,00%	8,00%	4,00%	20,00%	32,00%	100,00%
Tolérance 25% (effectifs)	NA	8	9	17	2	2	4	8	25
Tolérance 25% (en%)	NA	32,00%	36,00%	68,00%	8,00%	8,00%	16,00%	32,00%	100,00%
Tolérance 1/3 cl. (effectifs)	NA	8	9	17	2	2	4	8	25
Tolérance 1/3 cl. (en%)	NA	32,00%	36,00%	68,00%	8,00%	8,00%	16,00%	32,00%	100,00%
Etat moyen ausite (effectifs)	NA	12	6	18	3	2	2	7	25
Etat moyen ausite (Pourcentage)	NA	48,00%	24,00%	72,00%	12,00%	8,00%	8,00%	28,00%	100,00%

Figure 19 : Présentation synthétique des résultats, au relevé et agrégés au site,

Sur la Zone Plaine, la distribution de l'évaluation des relevés par classe de qualité en fonction de la grille d'évaluation indiquée en haut de figure (voir les lignes 2 et 3 « Grille d'EQR » et « Notes d'IDA-2 ») donne des résultats satisfaisants au relevé à dire d'experts, en fonction de la connaissance de terrain disponible sur les pressions et le degré d'altération anthropique.

Cette distribution statistique d'Etat au relevé peut servir de repère pour juger les performances des évaluations intégrées.

Logiquement, les relevés de référence ne sont pas les seuls à contribuer à la fourniture de relevés en TBE. Des sites sous pression modérée, ainsi que des sites en état dégradé, peuvent aussi, à certaines dates et sous certaines conditions, procurer des relevés en TBE, en fonction des caractéristiques hydrologiques et les époques d'exercice de la pression anthropique, qui ne sont pas forcément permanentes ni d'intensité égale (en fonction de la saisonnalité marquée de certains usages anthropiques, de type fertilisation agricole, industrie cannière, conserverie etc...).

Il serait donc attendu *a priori* comme un résultat normal que **la statistique d'état par site se dégrade un peu par rapport à la statistique de classement des relevés individuels.**

Toutefois, parmi les principes d'agrégation de l'évaluation d'état au site déclinés successivement dans le reste de la **Figure 19**, il est clair que le principe OO-AO est beaucoup trop sévère et déclassant du fait qu'un seul relevé d'un site passant dans la classe de qualité inférieure dans toute une série temporelle, pour une raison qui peut être liée à une série climatique particulière, suffit à rétrograder le classement du site dans cette catégorie inférieure.

Ce constat transparaît fortement sur le dépouillement de la classe de TBE, beaucoup de sites de référence étant ainsi déclassés par un relevé tombant de la classe de TBE dans la classe inférieure (BE). Mais il faut garder en tête que cet état de fait est normal par construction. Si la limite inférieure TBE-BE est construite par exemple sur le percentile 20 des notes de référence, ça conduit automatiquement au fait que 20 % des relevés soient inférieurs à la limite TBE-BE.

Ce classement excessivement pénalisant par ce système d'agrégation OO-AO se constate aussi par le gonflement excessif de la classe de TME (20 % des sites), ce qui montre bien qu'il y a un glissement de statut des sites de proche en proche, par ce principe de dégradation appliqué trop strictement, à chaque épisode naturel un peu particulier provoquant une réponse biologique se traduisant par une baisse d'indice. Ce principe manifestement trop sévère devra être évité.

A l'autre bout de l'échelle (2 dernières lignes du tableau), l'utilisation du principe d'agrégation par la **valeur moyenne des relevés** apparaît laxiste sur la base de la même grille, amenant dans la zone de TBE et de BE des sites au statut expertisé comme douteux, à notation variable mais à moyenne tirée vers le haut par de fortes valeurs d'indice à des dates de moindre pollution ou de dilution plus importante.

Entre les 2 sont déclinés des principes d'évaluation proches du principe de OO-AO, mais avec un principe ménagé de dérogation si un relevé à une date enfonce le seuil de la classe de qualité inférieure de moins de 25 % (Scénario 25%) ou de moins d'1/3 de classe au maximum (Scénario 1/3). Si le dépassement est plus important, même à une seule date, c'est le principe de classement du site OO-AO qui l'emporte.

On voit que, dans un contexte de forte variabilité climatique liée aux DOM tropicaux, **le scénario 25 amène une modulation assez intéressante du diagnostic**, venant se placer en position intermédiaire entre la statistique d'état au relevé et la statistique des sites sur le principe du OO-AO.

De plus, un autre atout de ce système d'évaluation intégrée est qu'il parvient à concilier **l'utilisation de la même grille aux 2 grains d'évaluation**, ce qui semble difficilement compatible avec les principes d'agrégation d'état basés sur la moyenne ou sur le OO-AO.

5.2.2. Test de 4 scénarios d'agrégation « Zone « Volcan » :

Le scénario d'évaluation présenté en **Figure 15** ci-dessous (Scénario préconisé « Zone Volcan ») est aussi le scénario optimisé qui fait à ce stade l'unanimité des experts ayant participé à la mise au point du nouvel IDA-V2.

Scénario Volcan (15)-1 OPT (EQR de basculement BE-EM = 0,9:15)									
CLASSE D'ETAT	NIVEAU DE REFERENCE	TBE	BE	BE OK	EM	ME	TME	Déclassés	TOTAL
GRILLE d'EQR	1	≥ 0,975	≥ 0,915		≥ 0,60	≥ 0,34	]0,34; 0,0]		
NOTES d'IDA-2	19,63	≥ 19,139	≥ 17,961		≥ 11,778	≥ 6,871	6,871-0		
Etat au relevé (effectifs)	NA	227	154	381	114	9	3	126	507
Etat au relevé (Pourcentage)	NA	44,77%	30,97%	75,15%	22,49%	1,78%	0,59%	24,85%	100,00%
Etat OO-AO au site (effectifs)	NA	28	41	64	38	3	2	43	107
Etat OO-AO au site (en %)	NA	21,50%	31,82%	59,81%	35,51%	2,80%	1,87%	40,19%	100,00%
Tolérance 25% (effectifs)	NA	33	39	72	31	2	2	35	107
Tolérance 25% (en %)	NA	30,84%	36,43%	67,29%	26,97%	1,87%	1,87%	32,71%	100,00%
Tolérance 1/3 cl. (effectifs)	NA	33	39	72	31	2	2	35	107
Tolérance 1/3 cl. (en %)	NA	30,84%	36,43%	67,29%	26,97%	1,87%	1,87%	32,71%	100,00%
Etat moyen au site (effectifs)	NA	45	34	79	25	2	1	28	107
Etat moyen au site (Pourcentage)	NA	42,06%	31,78%	73,83%	23,36%	1,87%	0,93%	26,17%	100,00%

Figure 20 : Présentation synthétique des résultats, au relevé et agrégés au site, du Scénario Volcan (15)-3-1 Optimisé

Pour le cas de la Zone Volcan, l'examen des résultats produits par les mêmes principes méthodologiques d'agrégation qu'en Zone Plaine conduit à peu près au même diagnostic.

La grille d'évaluation en EQRs et en notes brutes d'indice, expertisée et validée pour l'évaluation au relevé individuel, est présentée en lignes 2 et 3. Dans cette région à moindre pression anthropique globale que dans la Zone Plaine, la statistique d'état au relevé s'établit à 75 % d'entre eux classés comme au moins en BE, ce qui semble assez logique.

Le classement intégré sur le principe OO-AO révèle à nouveau son caractère excessivement sévère, dégarnissant la classe de TBE par rapport à la statistique au relevé et faisant glisser une proportion significative des sites vers la classe de BE et vers la classe d'EM (sur ces 2 classes, statistique très significativement gonflée par rapport à celle sur l'état des relevés).

A l'opposé, l'intégration au site sur base de la moyenne des notes des relevés disponibles à ce site donne une statistique trop optimiste, presque exactement calquée sur celle des relevés alors qu'il est clair par exemple que des sites modérément ou plus fortement altérés peuvent aussi contribuer à certaines dates à alimenter la classe de TBE.

Cette évaluation intégrée utilisant la moyenne des notes au relevé, sur la base de la grille au relevé, peut donc être qualifiée de laxiste et donne un résultat d'évaluation trop édulcoré par rapport à ce qui serait attendu pour une évaluation au site judicieuse.

Le principe d'agrégation « Tolérance 25 » donne une nouvelle fois des résultats intermédiaires entre le classement d'état au relevé et le classement au site OO-AO. Les résultats de ce scénario, éventuellement à optimiser, sont les plus proches de ce qui serait attendu *a priori* et rendent ce principe d'agrégation relativement compatible avec la grille d'interprétation d'état au relevé.

De son côté, le scénario « Tolérance 1/3 de Classe » donne exactement le même résultat que le scénario « Tolérance 25 » pour une tolérance plus forte qu'il faudra ensuite justifier, il n'apporte donc aucune plus-value défendable par rapport au précédent.

5.3. Éléments généraux de diagnostic communs aux deux regroupements d'HERs :

a) L'utilisation des seuils d'EQR préconisés dans ces grilles, suffisamment sévères, permet de conforter le classement des sites altérés (renforcement du nombre de dates diagnostiquées altérées).

b) Dans le même temps, même des sites non suspects d'altération voient souvent leur diagnostic passer à une classe de qualité inférieure au TBE à une date (événement naturel particulier ayant altéré les communautés biologiques et la note d'indice). C'est aussi une conséquence logique du mode de construction de la valeur de bas de classe de TBE (basée sur un percentile des notes de référence, ce qui suppose que les notes en-dessous de ce percentile ne sont pas classées en TBE).

c) Dans ce contexte, l'agrégation OO-AO stricte permet de conforter le classement dégradé des sites altérés si la grille d'évaluation est suffisamment sélective (c'est le cas avec ces grilles validées), mais déclasse dans le même temps un nombre trop important de sites naturels ou pseudo-naturels ayant pu subir à une date une perturbation non-anthropique sortant du domaine de l'habituel. Il sera donc difficile d'appliquer strictement ce principe OO-AO avec les seuils suffisamment sélectifs proposés dans ces grilles d'évaluation au relevé, et d'espérer obtenir avec lui un diagnostic sensible et juste d'altération.

d) La modulation d'1/4 ou 1/3 de profondeur de classe, qui n'est appliquée que dans le cas où un seul relevé d'une série déclasserait l'état au site (ou 2 en cas de série longue de 7 à 8 relevés et de « rachat » en TBE), permet de requalifier beaucoup de sites naturels ou pseudo-naturels. Cette façon de faire permet donc de contrer de façon assez satisfaisante un reliquat de variation naturelle impactant le résultat de cette nouvelle méthode diatomique (l'IDA-2) dans le contexte spécifique Antillais. Par contre, les sites impactés par l'anthropisation, qui présentent une altération biologique plus ou moins marquée à plusieurs dates, ne peuvent pas être requalifiés.

Ce dernier principe d'agrégation avec une modulation raisonnable apparaît défendable. En effet, les contextes géoclimatiques des DOMs sont propices à des forçages naturels sévères pouvant se révéler perturbants pour le biote.

Il peut s'agir d'évènements hydrologiques extrêmes caractérisés soit par des crues très violentes, soit par des épisodes de régime très affaibli pouvant s'accompagner de conditions lenticques, de déficits d'oxygénation et d'extrêmes thermiques *in situ*. Il peut aussi s'agir d'épisodes d'apports organiques naturels saisonniers liés aux chutes abondantes de fruits ou d'autre matériel végétal, qui génèrent un niveau de saprobie naturelle assez nettement plus élevé que dans les conditions d'Europe continentale (spécificité des DOMs tropicaux).

A l'étude des résultats de ces scénarios, la modulation d'1/4 de classe apparaît donc nécessaire et suffisante pour contrer à la fois le déclassement de certains relevés de référence par construction (ceux à la note d'IDA-2 en-dessous du percentile utilisé pour caler la profondeur de classe de TBE vont forcément ressortir en-dessous du TBE), ainsi que la variabilité du domaine de l'état fréquent dans les DOM. La modulation à 1/3 n'améliore pas, ou pratiquement pas le classement quantitatif des scénarios d'agrégation, il n'y a donc aucun intérêt à la préconiser. La modulation possible jusqu'à 1/4 de classe sur un relevé, proche du principe de OO-AO mais permettant quelques rattrapages ciblés de statut, semble bien coller avec la variabilité du résultat de la méthode, en partie par construction et en partie sous influence naturelle dans ce contexte Antillais. Ce principe d'agrégation apparaît raisonnable et défendable, d'autant qu'il autorise l'utilisation de la même grille d'évaluation de qualité que pour l'évaluation séparée des relevés individuels.

5.4. Présentation cartographique des résultats agrégés au site selon les différents scénarios d'agrégation

5.4.1. Martinique :

Les cartes agrégées d'Etat Ecologique intégré construites en fonction des 4 principes d'agrégation temporelle décrits précédemment, sont présentées en **Figure 21** page suivante.

- a) La simulation OO-AO donne une évaluation excessivement sévère, déclassant de nombreux sites de référence (passage du bleu au vert), souvent pour un relevé noté dans cette classe BE à une seule date parmi 4 à 7 ou 8 données. De même, le classement le plus pénalisant au site parmi toute la série de données est adopté pour évaluer l'Etat Ecologique intégré au site. Ce fait n'est pas trop gênant sur le classement des sites sous pollution diffuse agricole ou domestique modérée (périphérie du massif volcanique). Par contre, il se révèle excessivement pénalisant sur les sites à altérations parfois plus fortes de la Zone des Mornes.
- b) La simulation basée sur la moyenne des notes donne une carte sensiblement plus optimiste, tous les sites de référence et quelques sites modérément pollués ressortant en bleu, et la classe de qualité ayant du mal à descendre y compris sur des sites fortement pollués à certaines dates (la moyenne édulcorant le classement).
- c) et d) : ces principes « rattrapent » en statut TBE des sites de référence ayant pu présenter un ou 2 relevés classés en BE lors d'épisodes naturels un peu impactants pour la note d'IDA-2. A l'autre bout de l'échelle, les sites impactés, dans la mesure où ils ont présenté de basses notes au moins 2 fois, se voient affecter un état dégradé tout-à fait en conformité avec l'expertise existante sur ces sites. La carte c) est celle qui, dans l'état actuel des travaux, refléterait le mieux l'Etat Ecologique représentatif de la connaissance intégrée disponible sur les sites de Martinique à cette date.

Le scénario d) n'apporte aucune plus-value par rapport au scénario c), le niveau de « tolérance » plus fort appliqué sans résultat supplémentaire devant ensuite être justifié.

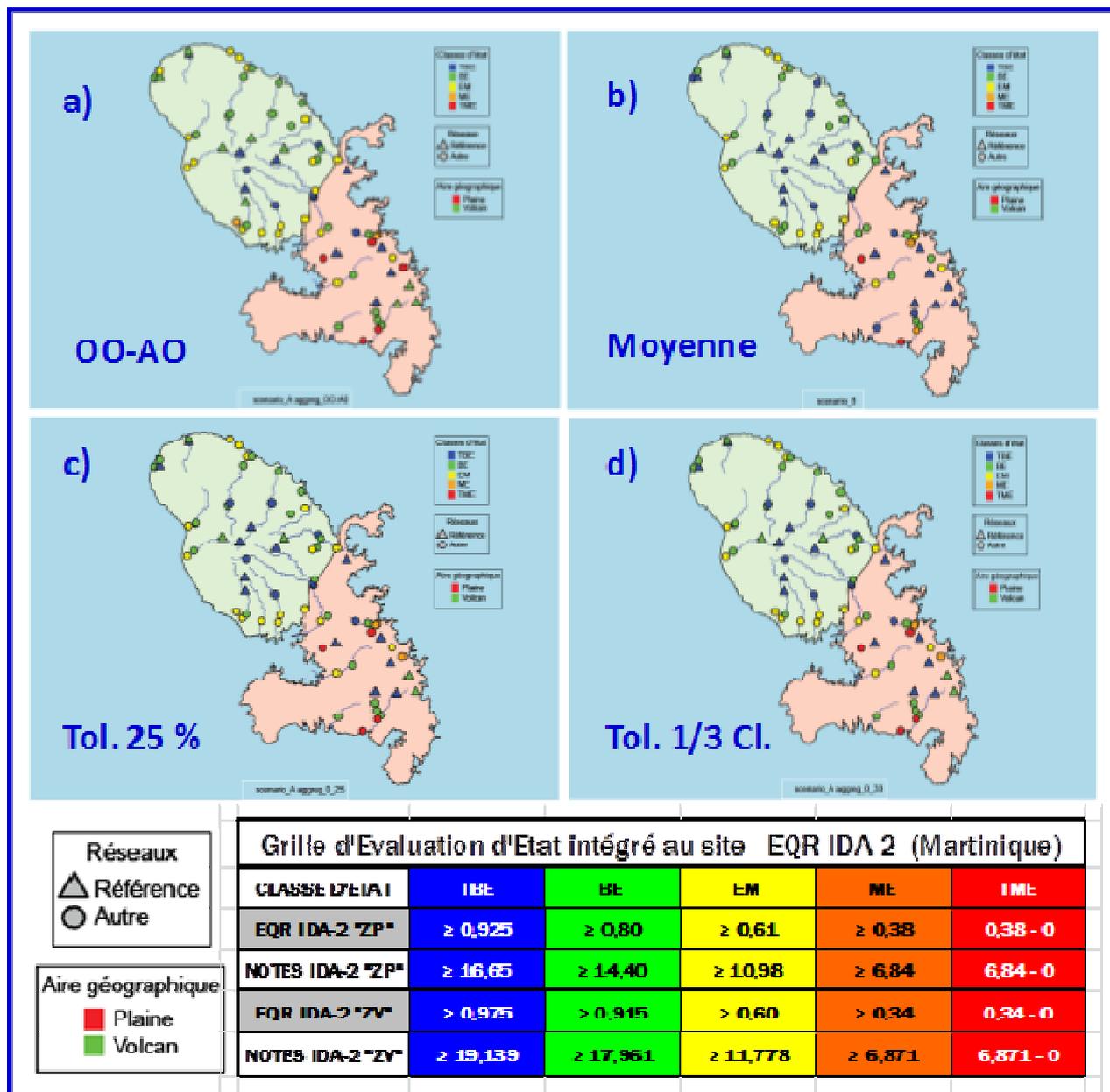


Figure 21 : Résultats cartographiques des scénarios d'Evaluation agrégés au site sur la Martinique : a) Scénario OO-AO ; b) Scénario «Moyenne notes relevés» ; c) «Tolérance 25 %» ; d) Tolérance 1/3 Cl.

5.4.2. Guadeloupe :

Les cartes agrégées d'Etat Ecologique intégré construites en fonction des 4 principes d'agrégation temporelle décrits précédemment, sont présentées en **Figure 22** page suivante.

Les résultats des scénarios d'agrégation sont comparables à ceux précédemment détaillés pour la Martinique, à savoir :

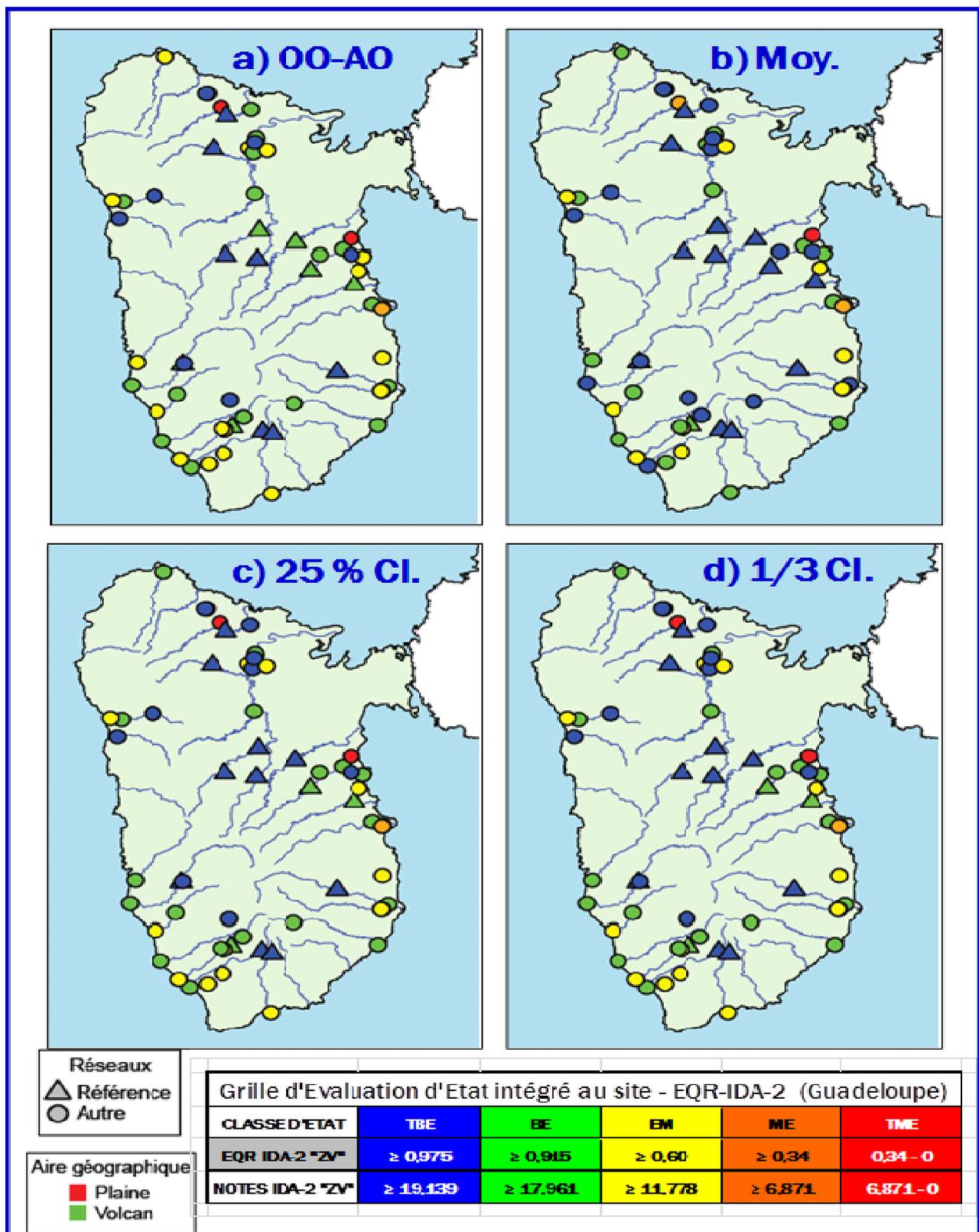


Figure 17 : résultats cartographiques des scénarios d'Evaluation agrégés au site sur la Guadeloupe : a) Scénario OO-AO ; b) Scénario «Moyenne notes relevés» ; c) «Tolérance 25 % CI» ; d) Tolérance 1/3 CI.

a) La simulation OO-AO donne une évaluation excessivement sévère, déclassant de trop nombreux sites de référence (passage du bleu au vert), y compris en altitude.

De même, le classement du relevé le plus pénalisant parmi toute la série de données acquise est utilisé pour donner l'Etat Ecologique intégré au site, donnant une évaluation probablement trop sévère par rapport à l'état réel le plus habituel des sites sous pression anthropique.

- b) La simulation basée sur la moyenne des notes donne cette fois une carte un peu trop optimiste, tous les sites de référence et quelques sites modérément pollués ressortant en bleu, et la classe de qualité ayant du mal à descendre y compris sur des sites fortement pollués à certaines dates (la moyenne édulcorant le classement). Cependant, sur la Guadeloupe, en moyenne moins polluée que la Martinique, si l'on en reste à l'examen des classes de couleur, qui « résistent » dans ce cas aux différences de notes, cette carte présente assez peu de différence avec les suivantes.
- c) et d) : ces principes rattrapent de façon satisfaisante en statut TBE des sites de référence ayant pu présenter un ou 2 relevés classés en BE lors d'épisodes naturels un peu impactants pour la note d'IDA-2. A l'autre bout de l'échelle, les sites impactés, dans la mesure où ils ont présenté de basses notes au moins 2 fois, se voient affecter un état dégradé tout-à fait en conformité avec l'expertise existante sur ces sites. Là aussi, la carte c) est celle qui, dans l'état actuel des travaux, représente le mieux l'Etat Ecologique intégré des sites de Guadeloupe à partir de la connaissance disponible à cette date. Là aussi, le scénario d) n'apporte aucune plus-value par rapport au scénario c) et n'est pas à recommander.

6. Conclusions générales :

A partir des résultats de notation de l'IDA-2, qui a apporté son lot d'améliorations par rapport à la première version d'IDA, une régionalisation de l'interprétation des notes en termes d'état écologique a pu être proposée, qui permet une évaluation judicieuse de l'Etat Ecologique des cours d'eau des Antilles au relevé en fonction de la zone naturelle d'appartenance de chaque site suivi.

2 grandes zones naturelles ont finalement été retenues pour construire les grilles d'EQRs (cf **Figure 9** page 17) :

- une zone regroupée « Plaine », qui inclut les zones aux eaux fortement minéralisées de Martinique, la Zone des Mornes et la Plaine du Lamentin,
- une zone regroupée « Volcans », qui regroupe les cours d'eau situés sur les 2 zones volcaniques de Martinique et de Guadeloupe, ainsi que la Plaine Humide de la Basse-Terre de Guadeloupe.

Cette pratique de regroupement a été rendue indispensable du fait de la lacune relative ou totale en sites de référence des 2 plus petites zones naturelles (Plaine du Lamentin en Martinique, Plaine humide de la Basse-Terre en Guadeloupe). Les regroupements effectués ont surtout tenu compte du degré de minéralisation des eaux et de la biotypologie des assemblages diatomiques naturels.

D'assez nombreux essais de scénarios ont été étudiés avant de parvenir à un calage optimisé de grilles d'évaluation qui font consensus auprès des experts ayant contribué à l'élaboration de la méthode.

Les grilles optimisées en EQRs pour les 2 grandes zones naturelles regroupées, **validées pour l'évaluation des relevés diatomiques individuels**, sont les suivantes :

Scénario Plaine (20)-3-1 OPT. (EQR de basculement BE-EM = 0,80)						
CLASSE D'ETAT	NIVEAU DE REFERENCE	TBE	BE	EM	ME	TME
GRILLE d'EQR	1	≥ 0,925	≥ 0,80	≥ 0,61	≥ 0,38	]0,38 ; 0,0]
NOTES d'IDA-2	18,0	≥ 16,65	≥ 14,4	≥ 10,98	≥ 6,84	6,84 - 0

Scénario Volcan (15)-1 OPT (EQR de basculement BE-EM = 0,915)						
CLASSE D'ETAT	NIVEAU DE REFERENCE	TBE	BE	EM	ME	TME
GRILLE d'EQR	1	≥ 0,975	≥ 0,915	≥ 0,60	≥ 0,34	]0,34 ; 0,0]
NOTES d'IDA-2	19,63	≥ 19,139	≥ 17,961	≥ 11,778	≥ 6,871	6,871 - 0

Ces grilles ont été calées sur des valeurs les plus « rondes » possibles en EQRs. La correspondance avec les notes brutes d'IDA-2 est donnée à la dernière ligne de chaque grille. Naturellement, la grille de référence étant celle en EQRs, les valeurs d'indice ne tombent pas juste et peuvent dans certains cas avoir été arrondies au millième de point le plus proche du basculement d'EQR correspondant.

Ces grilles d'évaluation au relevé ont aussi été utilisées pour tester 4 possibilités méthodologiques d'agrégation de l'information disponible, afin de qualifier **l'Etat Ecologique intégré au site**.

Le premier constat est que le résultat d'évaluation au site est très sensiblement différent selon le principe d'agrégation de l'information utilisé.

Ainsi, le principe du **OO-AO** est excessivement sévère dans le contexte des Antilles, ou l'effet des fortes variations des conditions naturelles impacte de façon non marginale certaines notes d'IDA-2, y compris en sites de référence.

Le principe de la **moyenne des notes des relevés disponibles à un site** a lui aussi été testé et donne pour sa part des résultats trop laxistes si la grille d'interprétation d'état reste la même que pour les relevés. Cette pratique ne serait donc pas correcte dans l'état et ne permet pas d'envisager l'utilisation des grilles proposées sans adaptation spécifique pour l'usage d'évaluation agrégée au site. Cette piste continuera cependant d'être travaillée puisque le principe de la moyenne d'une série temporelle de 3 ans semble être celui qui sera préconisé dans le prochain Arrêté d'Evaluation pour mettre en pratique l'évaluation intégrée au site à certaines échéances du Plan de Gestion. Cependant, la distorsion de distribution des notes moyennes par rapport aux notes individuelles des relevés est conditionnée par le « grain » temporel de l'agrégation pratiquée et, pour que ce travail puisse être finalisé de façon correcte, il faudra le caler sur la façon de faire précise édictée dans l'Arrêté.

Parmi 2 principes faisant intervenir un système de dérogation ménagé adoucissant modérément le principe du OO-AO dans certaines conditions précises, **le principe dérogatoire de moins de 25% de profondeur de classe donne des résultats qui reflètent au mieux l'état écologique intégré des sites suivis** en fonction de l'information actuellement disponible et des avis experts. Ce principe non retenu aurait eu l'avantage de donner des résultats cohérents et corrects en utilisant les mêmes grilles d'évaluation à l'échelle intégrée des sites que pour l'évaluation des relevés individuels, ce qui aurait pu constituer à la fois un avantage pratique et un motif de justification auprès de l'UE.

Ce principe a permis l'édition des cartes résumant l'information intégrée disponible en Martinique (**Figure 21-c** en page 43) et Guadeloupe (**Figure 22-c** en page 44). **Ces cartes sont le résumé le plus intégratif et le plus exact possible de l'état des sites suivis** en fonction de toute l'information disponible à ce jour. Elles pourraient servir de repère historique pour une capitalisation par les acteurs et décideurs Antillais de l'information intégrée disponible sur les sites suivis, qui serait un bon repère pour qualifier judicieusement **l'Etat Ecologique initial des cours d'eau des Antilles** pour le Plan de gestion à venir.

Ces cartes produites à une échelle plus adéquate seront données en annexe du prochain rapport final IDA-2 à paraître prochainement, en faisant aussi apparaître les abréviations des noms de sites.

Les grilles actuelles fournies en conclusion de la présente note de travail ne peuvent pas être utilisées dans l'état pour évaluer correctement à la fois les relevés individuels et des données d'Etat après agrégation temporelle au site. Elles ont été validées pour le premier niveau d'évaluation cité (relevés individuels). Une piste de travail consistant à re-normer la gamme de variation des notes entre la distribution des relevés individuels et la distribution de notes moyennes fera l'objet d'un travail complémentaire une fois le contenu précis de l'Arrêté d'Evaluation stabilisé, afin d'examiner si cette re-normalisation d'échelle à partir des grilles proposées au relevé permettrait de rétablir la qualité d'évaluation en EQRs au niveau intégré des sites.