



**HAL**  
open science

## **Evaluation de l'Etat Ecologique des cours d'eau de la Réunion à l'aide du compartiment diatomique sur la base de l' IDR-V5 stabilisé (Synthèse des travaux réalisés entre Octobre et Décembre 2013)**

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

### ► To cite this version:

Sébastien Boutry, Gilles Gassiole, Michel Coste, Juliette Tison-Rosebery, François Delmas. Evaluation de l'Etat Ecologique des cours d'eau de la Réunion à l'aide du compartiment diatomique sur la base de l' IDR-V5 stabilisé (Synthèse des travaux réalisés entre Octobre et Décembre 2013). [0] irstea. 2014, pp.39. <hal-02601208>

**HAL Id: hal-02601208**

**<https://hal.inrae.fr/hal-02601208v1>**

Submitted on 16 May 2020

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

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



HAL Authorization

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

**Rapport d'Expertise et d'Etude :**  
**Evaluation de l'Etat Ecologique des cours d'eau de la Réunion**  
**à l'aide du compartiment diatomique sur la base de l' IDR\_V5 stabilisé**  
**(Synthèse des travaux réalisés entre Octobre et Décembre 2013)**

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

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

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

*Version Finale du 07-03-2014*

**Résumé :**

Un programme de Recherche-Développement mené de 2008 à 2011 par le consortium ASCONIT Consultants – IRSTEA sur financements Office de l'Eau de la Réunion, DREAL, FEDER, ONEMA et autofinancement partiel des deux partenaires, a été réalisé dans le but de mettre au point et de transférer un indice diatomique permettant le diagnostic de qualité des cours d'eau de la Réunion (rapport final IDR daté du 10-10-2012), ainsi qu'un guide-taxonomique d'application et un guide-utilisateur. Cette première version d'indice donnait des résultats déjà relativement satisfaisants, mais il a été diagnostiqué quelques problèmes de jeunesse essentiellement du fait du manque de recul-données. A partir du jeu de données initial (269 relevés) augmenté de 2 années de fonctionnement de réseau de surveillance, ce sont 345 relevés en tout qui ont permis de mettre au point une nouvelle version d'IDR. 4 nouvelles versions d'indice ont été testées, qui ont été comparées à l'IDR-V1 et entre elles, et ont conduit à sélectionner l'IDR\_V5. Il s'est ensuivi une phase d'optimisation de l'IDR-V5, qui a conduit, dans le Rapport d'Expertise et d'Etude daté du 04-12-2013, à adopter sa variante 4, sur la base d'une note-plancher atteignable en notation naturelle de [-330].

Le présent rapport a pour objectif d'étudier un dispositif d'Evaluation de l'Etat Ecologique des cours d'eau donnant de bons résultats dans chacun des 2 grands ensembles naturels de la Réunion (Zone Ouest plus chaude et sèche, Zone Est plus tempérée et pluvieuse). Un tunage fin autour de l'EQR de basculement TBE-BE de 0,94 a permis de tester plusieurs scénarios de grilles d'EQRs par région naturelle. Il a été repéré pour chacune d'elles la grille qui donne les meilleurs résultats d'évaluation au relevé individuel, ce qui a permis l'édition de cartes d'Etat au relevé à chaque campagne de terrain.

Dans un contexte où les modalités d'évaluation au niveau national n'étaient pas encore précisées (la publication d'un nouvel Arrêté d'Evaluation devrait intervenir en Janvier 2015), un travail exploratoire a aussi été réalisé en dernière partie du présent rapport, afin d'étudier l'effet produit par différentes modalités d'agrégation temporelle des informations acquises à différentes dates sur le même site pour qualifier l'état écologique intégré du site. Le OO-AO a donné des résultats trop sévères. Un principe d'OO-AO ménagé (dérogation de 25% de profondeur de classe) a donné des résultats expertisés comme corrects sur la base des grilles proposées. Par contre, l'utilisation de la moyenne des informations sur 3 ans, comme désormais proposé au niveau national, donne des résultats trop laxistes sur la base de ces grilles. Il va être nécessaire de les retravailler et de compenser les problèmes de compression d'échelle constatés afin de les rendre utilisables pour l'évaluation intégrée des sites.



# Sommaire

1) Introduction, contexte .....	1
2) Sommaire des objectifs et étapes du travail .....	3
3) Démarches réalisées, résultats d'étape .....	5
3-1) Adoption d'une trame naturelle de référence utilisable pour l'IDR .....	5
3-2) Calage adéquat des niveaux de référence des 2 zones E et W et de la variabilité naturelle des conditions de référence .....	9
3-3) Test de grilles d'EQRs au relevé et Evaluation de l'état écologique au relevé .....	10
4) Evaluation intégrée d'Etat Ecologique au site .....	18
5) Etude de l'effet de la saison sur le résultat d'évaluation .....	24
6) Conclusions .....	30

## Figures

<i>Figure 1 : Trame abiotique de référence adoptée pour maîtriser la variation naturelle de l'IDR_V5 final.....</i>	<i>6</i>
<i>Figure 2 : Classification d'Etat Ecologique (Site X Date) sur la base de l'IDR_V5 final et du basculement BE-EM à l'EQR-standard de 0,94 pour les 2 régions Ouest et Est</i>	<i>8</i>
<i>Figure 3 : Etat diatomique des sites par campagne à l'aide des EQRs - IDR par région.....</i>	<i>15</i>
<i>Figure 4 : Etat Ecologique intégré aux sites suivis selon 3 scénarios d'agrégation temporelle : a) One Out-All Out ; b) dérogation ¼ de Classe d'Etat ; c) dérogation 1/3 de Classe d'Etat.....</i>	<i>21</i>

## Tableaux

<i>Tableau 1 : Grille d'EQRs utilisée pour la visualisation rapide d'Etat Ecologique en Figure 2 .....</i>	<i>7</i>
<i>Tableau 2 : Calcul des valeurs de référence et comparaison de 2 scénarios de fixation de la limite TBE-BE pour les 2 grandes zones géographiques Ouest (W) en haut et Est (E) en partie basse.....</i>	<i>9</i>
<i>Tableau 3 : Déclinaison des scénarios 2 (limite TBE-BE calée au percentile 20 des notes de relevés de référence sur la Zone Ouest (W).....</i>	<i>12</i>
<i>Tableau 4 : Déclinaison des scénarios 2 (limite TBE-BE calée au percentile 20 des notes de relevés de référence) sur la Zone Est (E).....</i>	<i>13</i>
<i>Tableau 5 : Déclinaison des Scénarios 2 (limite TBE-BE calée au percentile 20 des notes de relevés de référence) pour la déclinaison de l'Etat Ecologique intégré au site sur la Zone Ouest (W).....</i>	<i>19</i>
<i>Tableau 6 : Déclinaison des Scénarios 2 (limite TBE-BE calée au percentile 20 des notes de relevés de référence) pour la déclinaison de l'Etat Ecologique intégré au site sur la Zone Est (E).....</i>	<i>20</i>
<i>Tableau 7 : Statistique d'Etat Ecologique au relevé sur tout le programme d'étude et par saison.....</i>	<i>25</i>
<i>Tableau 8 : Etude de l'évolution saisonnière des médianes de classes de qualité.....</i>	<i>28</i>
<i>Tableau 9 : Statistique d'état des relevés sur la base des valeurs moyennes d'EQR par classe .....</i>	<i>29</i>
<i>Tableau 10 : Grilles d'évaluation de l'Etat Diatomique au relevé sur les 2 zones naturelles de la Réunion.....</i>	<i>31</i>



## 1) Introduction, contexte :

Un programme de Recherche-Développement de 3 ans, mené entre 2008 et 2011 par le consortium ASCONIT Consultants – IRSTEA sur financements Office de l'Eau de la Réunion, DEAL Réunion, FEDER, ONEMA, auxquels s'est ajouté un autofinancement partiel des deux partenaires, a servi à mettre au point une première version d'Indice Diatomique dédié au diagnostic des cours d'eau Réunionnais, l'IDR\_V1 (cf Rapport IDR, version finale datée du 10-10-2012).

Ce programme a aussi débouché sur la production d'un guide taxonomique pour l'utilisateur permettant le transfert de la méthode à d'autres opérateurs (aide à la reconnaissance et description de l'écologie des principales espèces de diatomées rencontrées localement, en particulier celles qui participent au calcul de l'indice).

Cette première version de l'IDR permettait déjà un diagnostic relativement correct de l'altération anthropique, mais présentait quelques défauts de jeunesse (maîtrise perfectible de la variation naturelle sur les cours d'eau des zones de transition climatique, prise en compte insuffisante du niveau de saprobie naturelle des zones tropicales, sensibilité de l'indice pouvant être optimisée sur le début du gradient d'altération malgré la difficulté liée au déséquilibre du jeu de données initial sur ce plan).

Depuis la fin du programme, les prélèvements de deux nouvelles campagnes annuelles sont devenus disponibles (réseaux de surveillance 2011 et 2012), ajoutant 76 nouveaux relevés diatomiques qui sont venus conforter l'assise de données globale (passée de 269 à 345 relevés). D'autre part, les analyses typologiques finales de la thèse de Gilles GASSIOLE, qui ont mobilisé une analyse de données spécifique (l'Arbre de Régression Multivariable ou ARM) ont conforté les informations et le recul possible sur l'auto-écologie des espèces, déjà analysée dans le programme initial via une technique neuronale non supervisée (SOM) et une analyse canonique des correspondances (ACC).

Dans le contexte de prochain démarrage d'un nouveau Plan de Gestion des Masses d'Eau pour les 6 années à venir (2015-2021), il est donc apparu intéressant de **profiter de ces données et connaissances complémentaires pour optimiser et stabiliser l'IDR**, puis de **partir de la dernière version de cet outil pour construire des grilles d'EQRs** permettant une évaluation robuste d'Etat Ecologique à partir du compartiment diatomique. Ce travail complémentaire sur l'optimisation de l'IDR et sur l'amélioration de son utilisation pour le diagnostic d'Etat Ecologique a été rendu possible grâce à une action contractuelle 2013-2014 cofinancée à 50 % par l'ONEMA et l'IRSTEA (dans le cadre du protocole ONEMA-IRSTEA et de la Fiche-Action « Expertises DOM »).

**a)** Un premier travail a visé à étudier l'intérêt de diverses pistes d'**amélioration de l'IDR** et à adopter les modifications apportant une plus-value dans sa capacité de diagnostic. Il a permis de le stabiliser dans sa version définitive pour le prochain Plan de Gestion (IDR\_V5, Variante 4). Ce travail d'amélioration de l'indice a successivement fait l'objet de 2 notes techniques envoyées précédemment :

- Un premier Rapport d'Expertise et d'Etude « Optimisation de l'IDR (Indice Diatomique Réunion) » daté du 03-08-2013, envoyé dans l'optique de la préparation des 2 Ateliers d'évaluation de l'état des masses d'eau, qui se sont tenus sur place à la Réunion les 26 et 29 Aout 2013,
- Un 2<sup>ème</sup> Rapport d'Expertise et d'Etude « Optimisation de l'Indice Diatomique Réunion : de l'IDR\_V1 à l'IDR\_V5 / Variante 4 », daté du 04-12-2013, permettant d'aboutir à la version stabilisée de l'IDR, qui a été expédié à la date pré-indiquée aux partenaires et opérateurs gestionnaires concernés.

**b)** L'objet du présent rapport est de présenter et d'étudier différents scénarios de **calage des grilles d'EQRs** pour l'évaluation de l'Etat Ecologique à partir du maillon diatomique des cours d'eau, à 2 niveaux d'appréhension différents :

- **au niveau de chaque relevé diatomique individuel**, à partir de la note stabilisée d'IDR\_V5 obtenue au site et à la date de l'échantillonnage biologique *in situ*,
- **au niveau intégré du site**, afin d'en classer l'état écologique initial pour le prochain Plan de Gestion, en se basant sur toutes les dates d'échantillonnage diatomique actuellement disponibles et sur le test de différentes règles de décision.

En fin de rapport, suite à l'expertise croisée d'experts scientifiques concepteurs de la méthode, les solutions par grande zone naturelle donnant les résultats les plus pertinents dans l'état actuel de la connaissance sont préconisées et mises au débat à l'interface science-gestion.

***Remarque :** En cohérence avec le mode d'influence et le sens de propagation connu des facteurs de forçage d'origine anthropique sur le compartiment diatomique, qui s'exerce de l'amont vers l'aval, les résultats sur l'Etat Ecologique des cours d'eau de la Réunion en sont donnés **au site suivi**. Le diagnostic **à la masse d'eau complète** n'est pas étudié dans le cadre de cette note faute de stratégie robuste d'extrapolation spatiale. Une telle stratégie doit aussi nécessairement renvoyer au type et au sens de propagation des altérations révélées plus spécifiquement par chaque compartiment biologique, ainsi qu'au débat autour de la pertinence du découpage des masses d'eau actuellement retenu, très globalisant pour les masses d'eau de la Réunion, qui conduit actuellement à faire déclasser dans leur globalité des cours d'eau entiers incluant de longs secteurs non ou peu altérés sur le plan de la qualité de l'eau.*

Cette discussion a déjà été abordée pendant les ateliers de fin Août 2013 à la Réunion.

L'enjeu qui en découle immédiatement est la vision que la Puissance Publique et les Services Gestionnaires veulent faire remonter à l'U.E. sur l'Etat Ecologique des masses d'eau de la Réunion (soit sectorisée au plus juste en fonction de caractéristiques naturelles, de la pression anthropique et de l'état local au site sous influence amont, soit globalisée de la source à l'embouchure sous influence à la fois amont et aval, *cf* problématique des espèces migratrices de poissons), ce qui n'aura pas les mêmes conséquences, ni sur la coloration des cartes, ni sur le niveau des mesures de gestion corrective à appliquer, ni sur le niveau des résultats attendus à terme par l'UE en matière de restauration.

Quoi qu'il en soit, ce débat dépasse largement la portée du travail de mise au point d'une nouvelle méthode biologique qui vise, en s'appuyant sur un maillon-biologique-clé préconisé par la DCE, à apporter une bonne capacité de diagnostic d'état du milieu aquatique sur des réseaux de suivi biologique, par le repérage et la mesure des effets d'altérations anthropiques auxquelles ce maillon est réputé sensible.

Le présent rapport vise donc à proposer le dispositif le plus sensible et le plus abouti possible, dans l'état actuel de la connaissance existante, pour **évaluer l'état écologique des cours d'eau de la Réunion sur le plan des altérations anthropiques que les diatomées benthiques sont susceptibles de diagnostiquer** (principalement altérations de qualité physico-chimique et chimique des cours d'eau, incluant le diagnostic des pollutions organiques et trophiques, auxquelles s'ajoutent des effets indirects d'altérations anthropiques physiques, notamment sur l'augmentation de la température *in situ* et l'oxygénation de l'eau).

**NOTA :** La réactualisation des analyses de données effectuée au dernier trimestre 2013, avec la prise en compte de toutes les données disponibles par site, avait pour objectif de permettre le calage le plus robuste possible, dans l'absolu, de la grille d'évaluation basée sur l'IDR et du niveau de ses seuils, en fonction de la variabilité naturelle (sites de référence) comme du niveau de pression anthropique (sites à évaluer). Les résultats d'évaluation ont pu être étudiés d'une part au relevé par campagne de terrain, d'autre part en intégration multi-relevés au même site.

L'appréciation de pertinence de diagnostic a tenu compte de l'adéquation entre le score de GCMA servant de base à l'établissement de la relation pression-impact et le résultat indiciel au même site. Le niveau de calage des grilles a été conforté par l'expertise de terrain sur le statut des sites, en portant un regard tout particulier sur certains sites-repères au statut bien connu, permettant de caler plus finement les limites de classe.

Ce travail, basé sur tout le recul-données historique disponible en Octobre 2013, permet de **repérer la ou les grilles de qualité les plus convenables** par ensemble naturel et de **donner la vision intégrée la plus indicative de l'état des sites** au début de ce cycle de gestion.

S'il a permis d'élaborer et de repérer la grille d'évaluation diatomique la plus adéquate pour un diagnostic initial et pour la réalisation des exercices futurs d'évaluation dans le cadre du nouveau Plan de Gestion des masses d'eau 2015-2021, **il ne se substitue pas à eux**. En effet, ces exercices périodiques dans le courant et en fin de Plan de Gestion répondront à des **règles bien précises d'agrégation temporelle** qui seront définitivement fixées dans le prochain Arrêté d'Evaluation à stabiliser au plus tard en Juin 2014.

## 2) Sommaire des objectifs et étapes du travail :

Le travail présenté dans ce rapport concerne la mise en place d'un **système d'Evaluation de l'Etat Ecologique des cours d'eau** s'appuyant à la fois sur l'**IDR stabilisé** (IDR\_V5, Variante 4 du 01-10-2013), qu'on conviendra d'appeler « IDR\_V5 final » dans la suite de cette note, et sur une **trame de référence** permettant de maîtriser correctement la variation des notes d'indice rencontrée à la Réunion sous influence naturelle.

Si la composition spécifique des assemblages naturels est susceptible de varier à la fois selon une trame hydrochimique naturelle (liée à la géologie sous-jacente) et selon la saison, la part de variation des notes d'IDR liée à une influence naturelle paraît pour sa part principalement conditionnée par les caractéristiques et les variabilités saisonnières ou inter-annuelles du régime pluviométrique.

En effet, la sévérité des étiages qui en découle a des répercussions assez directes sur les vitesses d'écoulement et l'oxygénation dans le cours d'eau, sur la température *in situ* et sur les lois de dilution des solutés, tous ces facteurs exerçant une influence abiotique sensible sur le compartiment diatomique qu'il est important de maîtriser pour une évaluation judicieuse d'état écologique.

Le travail présenté dans la suite du rapport a donc été réalisé selon les étapes et avec les objectifs suivants :

- 1) Adoption d'une **trame de référence** visant principalement à maîtriser la variation résiduelle des notes d'IDR\_V5 final due à la variabilité des conditions naturelles. Idéalement, cette trame doit être la plus simple et la plus efficiente possible, afin de proposer un système d'évaluation robuste se conjuguant avec une mise en œuvre opérationnelle aisée. Il a été repéré que le régime pluviométrique et son influence sur le régime hydrologique étaient les facteurs les plus influents sur cette variabilité résiduelle.

La trame en 2 grands sous-ensembles naturels proposée dans la note du 03-08-2013 a donc été amendée à la marge dans ce sens, par le basculement des 4 cours d'eau situés en zones de transition climatique Nord et Sud, initialement rattachés à la Région Est (E), vers le grand ensemble Région Ouest (W).

- 2) **Calage adéquat des niveaux de référence et du niveau de variation naturelle observé sur les sites de référence** des 2 grands ensembles naturels précités. Malgré l'adoption d'un principe de notation basé sur la prise en compte de taxons d'alerte, la variabilité naturelle résiduelle des notes d'indice reste non négligeable à la Réunion, deux raisons influentes en étant la variabilité du contexte climatique saisonnier et interannuel, ainsi qu'un niveau saprobique naturel saisonnièrement plus élevé qu'en métropole.

Sur chacun des 2 ensembles naturels adoptés ci-dessus, il a été essayé 2 modes de calcul du niveau de référence et du niveau de basculement TBE-BE, l'un calé sur le percentile 25 des notes de référence pour la zone naturelle considérée, le second, calé sur le percentile 20 des notes de référence, qui laisse une place un peu plus large à la variation naturelle. Les 2 méthodes de calcul ont donc été comparées de bout en bout jusqu'à la proposition de scénarios de grilles d'évaluation et la comparaison de leurs résultats sur l'EEE.

- 3) **Test de grilles d'EQRs au relevé et Evaluation de l'état écologique au relevé**. La production de ces grilles de qualité par campagne saisonnière de terrain (ou par campagne annuelle de surveillance, dans le cadre des réseaux de routine) correspond à un premier niveau d'évaluation. Le principe de construction de l'IDR\_V5 n'ayant que modestement évolué depuis la version ayant servi à produire la note du 03-08-2013, ce travail a été centré sur le calage antérieur proposé (calage du basculement BE-EM ciblé sur l'EQR unique de **0,94** pour les 2 zones climatiques S-W et N-E).

Il a été procédé à un tunage fin de grilles d'EQRs autour de cette valeur-cible (balayage d'EQRs respectivement de 0,945, 0,94 et 0,935 pour le basculement TBE-BE, sur chacune des 2 zones naturelles et pour chacun des 2 domaines de référence définis), ce qui a conduit à la comparaison de 12 scénarios de grilles d'évaluation d'état au relevé.

- 4) **Evaluation d'Etat Ecologique intégrée au site** : sur la base de tous les relevés disponibles à une même station de cours d'eau à des dates différentes, il a été procédé au test de grilles de décision pour l'évaluation intégrée d'Etat Ecologique au site à partir du maillon-clé des diatomées benthiques. 3 principes d'agrégation ont été testés et comparés, allant d'un principe strict calé sur le relevé le plus déclassant de la série disponible (principe du OA-AA), 2 autres principes laissant la place à une dérogation ménagée d'1/4 ou d'1/3 de profondeur de classe de qualité.

L'évaluation intégrée au site qui en découle n'est pas l'évaluation d'Etat Ecologique qui résultera de l'application stricte des futures règles d'évaluation (cf modalités précises qui seront fixées dans le prochain Arrêté à paraître), mais le résumé de la meilleure connaissance initiale qu'il est possible d'obtenir du statut du site, en intégrant tous les relevés et les diagnostics disponibles aux 2 saisons.

Ces étapes et leurs résultats plus détaillés sont déclinés au Chapitre 3 ci-dessous.

### 3) Démarches réalisées, résultats d'étape :

#### 3-1) Adoption d'une trame naturelle de référence utilisable pour l'IDR :

L'Indice Diatomique Réunion a été conçu pour évaluer l'Etat Ecologique des cours d'eau de la Réunion par la mesure des effets des altérations anthropiques sur les assemblages diatomiques. La dégradation des assemblages est restituée par le cumul de 3 catégories de taxons d'alerte, chacune étant dotée d'un score d'altération différent en fonction de l'intensité du message d'altération qu'elle porte. Théoriquement, on ne devrait pas trouver, ou ne trouver que très occasionnellement des taxons d'alerte en station de référence, considérée en très bon état (sachant qu'il est toujours possible, hors influence anthropique, d'avoir très localement un fruit ou un animal mort qui pourrit et favorise l'installation de taxons d'alerte). Dans la dernière version d'IDR (IDR-V5) adoptée pour le prochain Plan de Gestion, il a d'ailleurs été tenu compte de seuillages-plafonds graduels dans la Classe 4 de qualité abiotique (TBE) au-dessus desquels un taxon ne peut plus être considéré dans une catégorie donnée de taxon d'alerte, voire ne peut plus être considéré du tout comme taxon d'alerte.

Malgré tout, il est remarqué que la variation naturelle importante du régime de la rivière, de ses conditions de débit et des températures *in situ*, en liaison avec des fluctuations climatiques saisonnières et interannuelles, ainsi la chute saisonnière de matériel végétal dans le cours d'eau, peuvent provoquer un reliquat non négligeable de variation des notes d'IDR en situation de référence, qui constitue la gamme de variation normale des notes sous influence de variabilités naturelles. Il est donc important de pouvoir proposer une trame géographique abiotique et une stratégie méthodologique qui prennent en compte et permettent de maîtriser la gamme de variation naturelle la plus habituelle des notes d'indice en zone de référence considérée comme homogène.

La zonation HER proposée par Wasson et al en 2004 est à la fois un peu complexe au niveau géographique (elle définit 6 HERs homogènes sur le plan abiotique, dont 5 seulement sont porteuses de cours d'eau permanents), mais aussi pas forcément la plus adéquate pour intercepter le reliquat de variabilité naturelle des notes du nouvel indice diatomique.

S'il est bien sûr possible de repérer certaines bonnes correspondances entre la typologie abiotique de la trame HER et la biotypologie des assemblages diatomiques de référence sur le plan de leur composition spécifique (cf Rapport Final du programme IDR, version du 10/10/2012), elle présente le défaut de ne pas prendre en compte tous les facteurs fortement influents (la saison étant aussi un facteur très structurant en tant que tel pour la sélection d'assemblages typiques d'une saison donnée sur le même bassin hydrographique). D'autre part elle n'est pas forcément la trame la plus pertinente pour contrôler efficacement la **variabilité naturelle des notes** du nouvel Indice Diatomique Réunion sur les entités géographiques ainsi définies. Or, c'est ce qu'il convient de faire afin de pouvoir bien isoler et bien mesurer les effets réels de l'altération anthropique au sens de la DCE par comparaison avec la référence adéquate (qui subit elle-même l'influence d'une gamme de variation naturelle qu'il convient de maîtriser).

Le régime pluviométrique et le régime hydrologique de chaque bassin hydrographique, qui découle directement du premier, ressortent comme les 2 principales sources de variation abiotique induisant une **variation de niveau** des notes d'IDR de référence d'une part, et conditionnant la **gamme de fluctuation** des notes sous influence strictement naturelle d'autre part.

En effet, la zone au vent (côte Est) est plus régulièrement et abondamment arrosée que la zone sous le vent (Zone Ouest) et son climat est globalement plus frais sous l'influence des alizés et des précipitations. Par contre, la partie ouest de l'île reçoit une pluviométrie moyenne annuelle nettement plus faible, elle subit une période d'étiage beaucoup plus marquée et beaucoup plus longue en hiver et printemps austral (Avril à Novembre-Décembre), accompagnée d'élévation de la température de la colonne d'eau, ces facteurs entraînant une influence perceptible sur la notation indicielle.

La conséquence de ces différences de forçages naturels est que les niveaux d'IDR de référence sont un peu plus élevés et la gamme de variation naturelle des notes plus étroite pour la zone Est que pour la zone Ouest. Cette dernière montre un niveau moyen d'IDR de référence un peu plus bas et des fluctuations de notes plus importantes sous l'influence de la variabilité des régimes, entre la saison des pluies cycloniques ou tropicales et des périodes d'étiage très accusé provoquant un réchauffement plus important de la colonne d'eau.

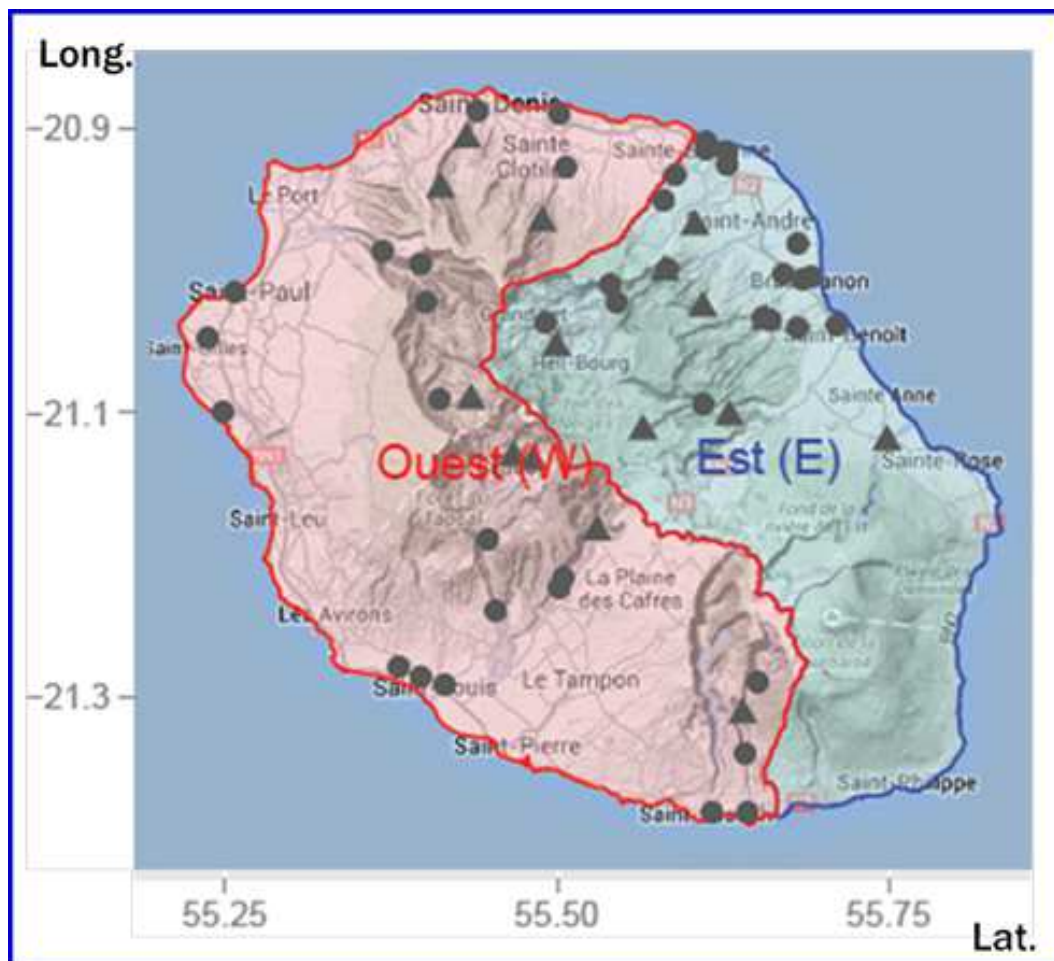


Figure 1 : Trame abiotique de référence adoptée pour maîtriser la variation naturelle de l'IDR\_V5 final

Compte-tenu de ce contraste climatique, une zonation simple en 2 grands ensembles naturels, une zone Nord-Est (de la Rivière St-Denis à la Rivière des Remparts en passant par toute la côte Est) et une zone Sud-Ouest (de la Rivière des Galets à la Rivière St-Etienne) avait déjà servi de base à une figuration de cartographie d'Etat Ecologique au relevé par campagne de terrain, fichier pdf joint en annexe du Rapport d'Expertise et d'Etude « Optimisation de l'IDR, été 2013 », du 03-08-2013.

Cette cartographie était basée sur un calcul de niveau de référence spécifique sur chacun de ces 2 ensembles, et sur l'application d'une grille d'EQRs calée de façon identique à 0,94 sur les 2 zones pour la limite BE-EM (se reporter au Chapitre 4 de ce rapport).

Sur la base des qualités intrinsèques de construction de l'IDR\_V5 et de cette trame régionale très simple, les résultats d'étape de l'évaluation d'Etat Ecologique au relevé donnaient déjà relativement bonne satisfaction sur le plan global (cf cartes d'état au relevé par campagne figurant en annexe pdf au rapport du 03-08-2013).

Cependant, il a été remarqué de façon nette, au vu des résultats de notations indicielles par campagne, que les rivières situées en zones de transition climatique subissent d'assez fortes variations climatiques interannuelles (Rivière st Denis et Rivière des Pluies au Nord, Rivière Langevin et Rivière des Remparts au Sud) et présentent une médiane de notes de référence un peu plus basse, ainsi qu'une variation de notes indicielles un peu plus importante que les cours d'eau typiques de la zone Est.

L'expertise des travaux réalisés ces 2 derniers mois a donc conduit à adapter à la marge le découpage antérieurement adopté et à l'optimiser en **regroupant ces 4 cours d'eau de zones de transition climatique avec la région Ouest (W)** plutôt qu'avec la Région Est (E) comme initialement. Le découpage géographique final adopté comme trame permettant de maîtriser la variation de l'IDR en conditions naturelles est présenté en **Figure 1** page précédente.

Sur la base de cette trame abiotique de référence et au titre de première approche utilisant la grille interprétative d'EQRs standard présentée au **Tableau 1** ci-dessous (limite BE-EM calée à l'EQR de 0,94 pour les 2 zones), à partir du calcul des valeurs de référence et de basculement TBE-BE basées sur le percentile 20 des notes de référence telles que nouvellement affectées, on obtient la classification d'état au relevé par campagne présentée en **Figure 2** page suivante (idem Figure 7 du rapport précédent du 04-12-2013).

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

**Tableau 1 : Grille d'EQRs utilisée pour la visualisation rapide d'Etat Ecologique en Figure 2**

A l'examen de ces premières cartes, un système d'évaluation d'état au relevé établi sur cette base de percentile 20 pour la limite TBE-BE et d'EQR 0,94 pour la limite BE – EM donnerait des résultats consistants et permet de résoudre correctement les problèmes antérieurs de variabilité de classification d'état des relevés de référence des cours d'eau de zones de transition climatique Nord et Sud (figurés en carrés).

Cependant, avec le changement de référentiel de notes d'IDR lié à la version V5 / Variante 4, le diagnostic paraît un peu sévère pour certains relevés situés dans la région Est de l'Île (cf notamment 2 relevés actuellement en état Moyen sur Rivière de l'Est aval, ce qui paraît excessif). Il reste donc à optimiser de manière plus précise, par le test de scénarios de tunage fin, le calage des grilles interprétatives d'EQRs-IDR sur les 2 zones naturelles, en se basant sur certains sites-repères dont certains appartiennent typiquement à une classe de qualité donnée, et d'autres se situent proches d'une limite de classe et permettent d'optimiser le calage fin des grilles.

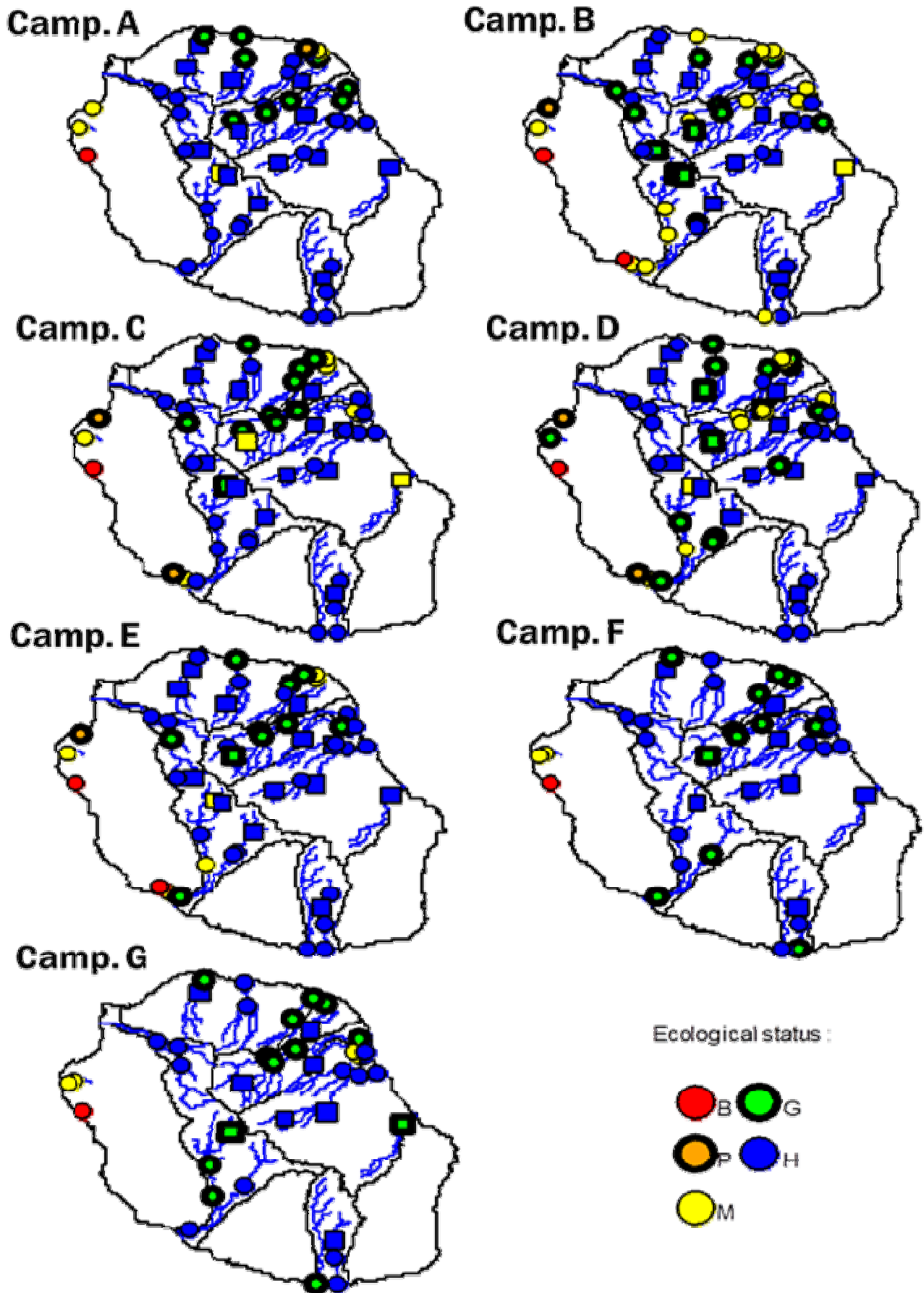


Figure 2 : Classification d'Etat Ecologique (Site X Date) sur la base de l'IDR\_V5 final et du basculement BE-EM à l'EQR-standard de 0,94 pour les 2 régions Ouest et Est

### 3-2) Calage adéquat des niveaux de référence des 2 zones E et W et de la variabilité naturelle des conditions de référence :

Malgré l'adoption d'un principe de notation pour lequel la baisse des notes est causée uniquement par la prise en compte des taxons d'alerte présents dans le relevé, la variabilité naturelle résiduelle des notes d'IDR reste non négligeable à la Réunion, deux raisons influentes repérées étant la variabilité du contexte climatique saisonnier et interannuel (température, régime pluviométrique et ses conséquences sur les débits), ainsi qu'un niveau saprobique naturel saisonnièrement plus élevé qu'en métropole.

Sur chacun des 2 nouveaux ensembles naturels tels que décrits à la Figure 1, le niveau de référence a été calculé (valeur médiane des notes obtenues aux sites de référence de la zone considérée) et il a été essayé 2 modes de calcul du niveau de basculement de classe entre TBE et BE, ce qui revient à borner sur une base différente le niveau de variation habituel, hors évènement vraiment exceptionnel, que l'on peut rencontrer sur les notes indicielles des sites de référence. Les valeurs caractéristiques récapitulées au **Tableau 2** ci-dessous (colonnes de gauche) découlent de façon automatique de principes de calcul basés sur l'assortiment de notes obtenues sur les sites de référence. Cependant, les valeurs-seuils indicielles obtenues ont pu être modifiées à la marge dans un deuxième temps (colonne la plus à droite) pour tomber sur la valeur ronde d'EQR la plus proche. En effet, les grilles d'interprétation de l'Etat Ecologique seront publiées en valeurs d'EQRs et non en notes d'indice.

Calculs référence et limite TBE Zone W				
Référence	(médiane)	19,691	arrondi à :	19,7
				(EQR = 1,00)
Seuil TBE-BE	(Percent. 25)	19,508	arrondi à :	19,503
		(11,5ème valeur sur 44)		(EQR = 0,99)
Seuil TBE-BE	(Percent. 20)	19,331	arrondi à :	19,306
		(8,8ème valeur sur 44)		(EQR = 0,98)
Calculs référence et limite TBE Zone E				
Référence	(médiane)	19,821	arrondi à :	19,82
				(EQR = 1,00)
Seuil TBE-BE	(Percent. 25)	19,632	arrondi à :	19,622
		(12,25ème valeur sur 49)		(EQR = 0,99)
Seuil TBE-BE	(Percent. 20)	19,571	arrondi à :	19,572
		(9,8ème valeur sur 49)		(EQR = 0,9875)

**Tableau 2 : Calcul des valeurs de référence et comparaison de 2 scénarios de fixation de la limite TBE-BE pour les 2 grandes zones géographiques Ouest (W) en haut et Est (E) en partie basse**

La pratique qui a permis d'intercepter de façon plus ou moins forte la variabilité naturelle des notes d'indice a été de tester et de comparer 2 règles de définition du « domaine de variation habituelle » qu'il est possible de rencontrer sur sites de référence :

- a) le premier calé sur le percentile 25 des notes de référence pour la zone naturelle considérée. Cette façon de faire correspond à la pratique présentée dans le rapport final IDR du 10-10-2012 ;

b) le second calé sur le percentile 20 des notes de référence, ce qui a pour principale conséquence d'élargir un peu le domaine de TBE et de permettre ainsi la prise en compte d'une amplitude accrue de variation naturelle.

A la Réunion comme pour d'autres DOMs tropicaux avec des bassins versants courts adossés à des reliefs conséquents, le contexte physique et climatique conduit inévitablement à de gros contrastes de fonctionnement événementiel, saisonnier ou interannuel des hydrosystèmes, sur le plan physique comme physico-chimique. La 2<sup>ème</sup> solution nouvellement testée (percentile 20), qui laisse la place à plus de variabilité naturelle des notes dans le domaine de référence, mérite d'être testée afin de voir si elle correspond à une prise en compte plus correcte de la variation naturelle habituelle dans les conditions de la Réunion. Si c'est le cas, elle doit permettre un diagnostic moins bruité de l'altération anthropique et amener au final plus de pertinence à l'évaluation judicieuse de l'Etat Ecologique.

L'examen des résultats du Tableau 2 montre, en valeurs arrondies, une différence très modérée du **niveau de référence** entre Zone Est (19,82) et Zone Ouest (19,7), la raison principale tenant à des étiages plus prononcés accompagnés d'élévation thermique *in situ* en partie Ouest.

Concernant cette fois la **limite de classe entre TBE et BE**, pour la partie Est où la variabilité naturelle des notes d'indice est très modérée, l'adoption du percentile 25 ou du percentile 20 a assez peu de répercussion (baisse marginale de la limite TBE-BE avec seulement 0,05 point d'indice de différence). Par contre, pour l'Ouest, la classe de TBE s'élargit de 0,2 points d'indice vers le bas, ce qui correspond à la prise en compte d'une part un peu plus importante de variation naturelle, la zone sous le vent et les zones de transition climatique Nord et Sud subissant de fait des extrêmes climatiques plus marqués.

Il convient donc dans la suite de la note d'évaluer soigneusement les résultats de ces 2 façons de fixer la limite TBE-BE au regard de la variabilité naturelle rencontrée sur les sites de référence ou, sauf cas particulier toujours possible, une incidence anthropique n'est en principe pas en cause, avant de consolider le dispositif d'évaluation.

Ces 2 méthodes de calcul ont donc été comparées de bout en bout jusqu'à la proposition de scénarios de grilles d'évaluation et la comparaison de leurs résultats sur l'évaluation d'état écologique.

### 3-3) *Test de grilles d'EQRs au relevé et Evaluation de l'état écologique au relevé :*

La production de **grilles de qualité au relevé par campagne saisonnière de terrain** (ou par campagne annuelle de surveillance, dans le cadre des réseaux de routine) correspond à un **premier niveau d'évaluation écologique**.

L'IDR\_V5 ayant évolué assez modestement dans ses notes de référence par rapport à la version ayant servi à produire la note du 03-08-2013, le travail d'étude de scénarios présenté dans le présent rapport s'est basé sur le calage antérieur proposé (calage du **basculement BE-EM ciblé sur l'EQR unique de 0,94** pour les 2 zones climatiques S-W et N-E, les niveaux moyens de référence et la limite du TBE étant cependant un peu différents) afin de garder le bénéfice du travail de diagnostic réalisé antérieurement.

Il a juste été rajouté l'étude d'un tunage fin de grilles d'EQRs de 0,5 centième de point d'EQR de part et d'autre de cette valeur-cible. Ainsi, sur chacune des 2 zones naturelles, il a été testé 6 scénarios de basculement BE-EM consistant en un balayage d'EQRs respectivement de 0,945, 0,94 et 0,935, sur la base d'une grille bâtie sur le basculement de classe TBE-BE au percentile 25 d'une part, au percentile 20 d'autre part. Les 6 scénarios produits ont ainsi été inter-comparés et évalués (cf fichier Excel EEE-IDR\_V5 joint).

Cet exercice ayant été réalisé pour chacune des 2 régions naturelles W et E, 12 scénarios inter-combinables entre les 2 régions ont pu être évalués. Les résultats au relevé des scénarios testés sont détaillés dans les feuilles « Etat au relevé Zone W » (6 scénarios W) et « Etat au relevé Zone E » (6 scénarios E) du classeur Excel précité. Les scénarios faisant intervenir le percentile 25 pour la définition du seuil TBE-BE ont été nommés Scénarios 1, ceux faisant intervenir le percentile 20 pour ce seuil ont été nommés Scénarios 2. Il y a donc déclinaison successive de 6 scénarios d'évaluation par grande zone naturelle, qui vont du Scénario **W1-1** (Percent. 25, EQR BE-EM : 0,945) au scénario Scénario **W2-3** (Percent. 20, EQR BE-EM : 0,935) pour la **zone Ouest (W)**, présentés dans la feuille de calcul « Etat au relevé Zone W », et la même déclinaison d'EQRs de basculement BE-EM pour la **zone Est (E)**, allant du Scénario **E1-1** (Percent. 25, EQR BE-EM : 0,945) au Scénario **E2-3** (Percent. 20, EQR BE-EM : 0,935), l'état détaillé des relevés pour chacun de ces scénarios étant décliné dans la feuille « Etat au relevé Zone E ».

Les résultats statistiques de classement d'état au relevé par grande zone géographique selon chaque scénario d'évaluation sont résumés dans la feuille « Bilan Scénar. IDR-V5 au relevé » du tableur Excel.

En résumé rapide, d'après l'expertise des cartes de classement d'état par campagne, les scénarios d'évaluation au relevé bâtis sur la base d'une **limite de classe TBE-BE calculée à partir du percentile 20 des valeurs d'IDR de référence** (Scénarios 2) donnent une idée plus représentative du degré d'altération anthropique réel que ceux bâtis sur la base du percentile 25. En effet, dans ce cas, le passage de la classe de TBE (bleu) à la classe de BE (vert) reste souvent provoqué par un reliquat significatif de variation naturelle, comme en témoigne l'occurrence d'un classement BE à certaines dates sur de nombreux sites de référence non suspects d'altérations anthropiques. Bien que ce cas de figure puisse encore arriver dans les scénarios 2 (construits sur la base du percentile 20), la variation naturelle est mieux contrôlée et ce déclassement non anthropique est moins fréquent. Les résultats de classement des Scénarios 2, basés sur l'utilisation du percentile 20 pour la définition du domaine de référence, sont présentés au **Tableau 3** page suivante pour la Zone Ouest, et au **Tableau 4** page 13 pour la Zone Est.

La différence entre ces 2 modes de construction reste assez marginale sur la zone Est, qui subit une variation naturelle moindre de ses notes de référence. Par contre, sur la base du percentile 20, le résultat est sensiblement plus satisfaisant pour la zone Ouest, qui subit un contraste climatique saisonnier beaucoup plus fort ainsi que, pour les cours d'eau des zones de transition, une variation interannuelle parfois importante du régime pluviométrique.

**C'est donc ce principe de construction des EQRs basé sur le percentile 20 du domaine de référence**, sous-jacent aux résultats des Tableaux 3 et 4, **qui a été adopté pour la suite de la démarche** car, dans le contexte Réunionnais sous l'influence d'une forte variation naturelle (effet interannuels de la pluviométrie sur le soutien hydrologique des cours d'eau), il permet de contrôler de façon plus convenable la variation naturelle des notes d'IDR qu'une construction d'EQRs basée sur le percentile 25.

### Classement d'Etat des relevés Zone W

<b>Scénario W2-1 (Percentile 20, EQR BE-EM : 0,945)</b>				
Etat	seuils	effectifs	Calcul borne EQR	Seuils EQRs
TBE	19,306 ; 20,00	110	0,9800	0,98 ; Val. Max (1,0152)
BE	18,617 ; <19,306	30	0,9450	0,945 ; <0,98
EM	15,366 ; <18,617	25	0,7800	0,78 ; < 0,945
ME	8,668 ; <15,366	6	0,4400	0,44 ; <0,78
TME	0 ; <8,668	10	0,0000	0,00 ; < 0,44
<b>Total relevés Zone W</b>		181		
<b>Total Déclassement Scénario W2-1</b>		41	Soit :	<b>22,65%</b>

**Scénario à retenir**

<b>Scénario W2-2 (Percentile 20, EQR BE-EM : 0,94)</b>				
Etat	seuils	effectifs	Calcul borne EQR	Seuils EQRs
TBE	19,306 ; 20,00	110	0,980000	0,98 ; Val. Max (1,0152)
BE	18,518 ; <19,306	33	0,940000	0,94 ; <0,98
EM	14,972 ; <18,518	22	0,760000	0,76 ; < 0,94
ME	8,274 ; <14,972	7	0,420000	0,42 ; <0,76
TME	0 ; <8,274	9	0,000000	0,00 ; < 0,42
<b>Total relevés Zone W</b>		181		
<b>Total Déclassement Scénario W2-2</b>		38	Soit :	<b>20,99%</b>

<b>Scénario W2-3 (Percentile 20, EQR BE-EM : 0,935)</b>				
Etat	seuils	effectifs	Calcul borne EQR	Seuils EQRs
TBE	19,306 ; 20,00	110	0,9800	0,98 ; Val. Max (1,0152)
BE	18,42 ; <19,306	36	0,9350	0,935 ; <0,98
EM	14,578 ; <18,42	20	0,7400	0,74 ; < 0,935
ME	7,88 ; <14,578	6	0,4000	0,40 ; <0,74
TME	0 ; <7,88	9	0,0000	0,00 ; < 0,40
<b>Total relevés Zone W</b>		181		
<b>Total Déclassement Scénario W2-3</b>		35	Soit :	<b>19,34%</b>

**Tableau 3 : Déclinaison des scénarios 2 (limite TBE-BE calée au percentile 20 des notes de relevés de référence sur la Zone Ouest (W))**

Sur le plan cette fois du calage du **niveau de basculement de la grille d'évaluation entre BE et EM**, qui constitue le seuil-repère important pour la mise en œuvre concrète de la DCE : Pour les 2 zones W et E, l'EQR-seuil de 0,945 est manifestement trop sévère, ce qui converge avec les résultats obtenus antérieurement sur la variante 1 de l'IDR\_V5, qui avait servi de base au contenu du Rapport d'Expertise et d'Etude du 03-08-2013 (envoi préparatoire aux ateliers de fin Aout 2013).

Par contre, au plan global, l'examen des résultats obtenus avec les variantes calées à 0,94 et 0,935 pour les 2 zones W et E (Tableaux 3 et 4) donne une statistique générale de classement des relevés assez satisfaisante, sans que la physionomie des résultats permette vraiment d'opter de manière décisive en faveur de l'une ou l'autre option.

Classement d'Etat des relevés Zone E				
<b>Scénario E 2-1 (Percent. 20, EQR BE-EM : 0,945)</b>				
Etat	seuils	effectifs	Calcul borne EQR	Seuils EQRs
TBE	19,572; 20,00	88	0,9875	0,9875 ; Val. max(1,009)
BE	18,73 ; <19,572	48	0,9450	0,945; <0,9875
EM	15,46; <18,73	27	0,7800	0,78< 0,945
ME	8,721; <15,46	1	0,4400	0,44; <0,78
TME	0 ; <8,721	0	0,0000	0,00 ; < 0,44
Total relevés Zone E		164		
Total Déclassement Scénario E2-1		28	Soit :	17,07%
<b>Scénario E 2-2 (Percent. 20, EQR BE-EM : 0,94)</b>				
Etat	seuils	effectifs	Calcul borne EQR	Seuils EQRs
TBE	19,572; 20,00	88	0,9875	0,9875 ; Val. max(1,009)
BE	18,631 ; <19,572	53	0,9400	0,94; <0,9875
EM	15,064; <18,631	22	0,7600	0,76< 0,94
ME	8,325; <15,064	1	0,4200	0,42; <0,76
TME	0 ; <8,325	0	0,0000	0,00 ; < 0,42
Total relevés Zone E		164		
Total Déclassement Scénario E2-2		23	Soit :	14,02%
<b>Scénario à retenir</b>				
<b>Scénario E 2-3 (Percent. 20, EQR BE-EM : 0,935)</b>				
Etat	seuils	effectifs	Calcul borne EQR	Seuils EQRs
TBE	19,572; 20,00	88	0,987487	0,9875 ; Val. max(1,009)
BE	18,532 ; <19,572	59	0,935015	0,935 < 0,9875
EM	14,667; <18,532	16	0,740010	0,74< 0,935
ME	7,928; <14,667	1	0,400000	0,40; <0,74
TME	0 ; <7,928	0	0,000000	0,00 ; < 0,40
Total relevés Zone E		164		
Total Déclassement Scénario E2-3		17	Soit :	10,37%

Tableau 4 : Déclinaison des scénarios 2 (limite TBE-BE calée au percentile 20 des notes de relevés de référence) sur la Zone Est (E)

Afin d'affiner le calage des **grilles d'évaluation au relevé**, après l'utilisation de la statistique générale de classement, on peut ensuite se baser sur le classement au relevé de certains **sites-repères** bien connus, au statut proche de limites de classes, afin d'aboutir au calage le plus satisfaisant dans le contexte naturel Réunionnais.

Cependant, il faut garder en tête qu' en rapport avec le Plan de gestion des Masses d'Eau 2015-2021 qui va débiter prochainement, l'Etat Ecologique devra à terme être diagnostiqué par une opération d'**agrégation temporelle de données de relevés biologiques acquis aux sites à évaluer** (cf formulation des règles d'évaluation qui seront contenues dans le nouvel Arrêté d'Evaluation à venir). Pour le rapportage européen, les Bassins auront donc à appliquer une stratégie d'agrégation temporelle de l'état écologique, dont la mise en œuvre s'effectuera selon des modalités pratiques d'application précisées dans l'Arrêté. En fonction de leur énoncé, ces modalités sont susceptibles de générer une influence très sensible sur la physionomie et le niveau des résultats d'état agrégés au site par rapport aux résultats d'évaluation au relevé.

Afin d'acquérir une expérience sur cet aspect, nous avons réalisé un travail exploratoire, présenté au Chapitre 3-4, qui vise à étudier les stratégies possibles d'agrégation temporelle permettant de dériver l'état écologique intégré au site en tirant parti de toute la chronique temporelle disponible. Ce travail n'est pas directement transposable (il ne vise pas à se substituer aux évaluations d'état écologique à produire par les Bassins, qui se feront selon des modalités de réalisation bien précises à différents stades du Plan de Gestion), mais : 1) à étudier l'**effet de différents principes et scénarios** d'intégration temporelle de l'information, et 2) à obtenir la vision la plus intégrée et la plus fiable possible de l'**état écologique initial des masses d'eau aux sites suivis** en fonction de tout le recul-données actuellement disponible sur ces sites aux 2 saisons.

Cependant, avant d'aborder cette opération d'intégration temporelle qui mobilisera directement les informations d'état écologique au relevé afin de tester différents schémas et règles d'agrégation, il importe de caler le mieux possible l'interprétation d'état écologique des relevés unitaires à partir des grilles d'EQRs utilisées par région naturelle.

Dans cet objectif, concernant la **Zone Ouest** (cf **Tableau 3** page 12 et zone géographique à tramé rose des cartes d'état par campagne de la Figure 3 page suivante), le calage de grille d'EQR à 0,94 pour le basculement BE-EM était jugé satisfaisant avec la version précédente d'indice. Cela reste le cas avec cette version finale. Le rattachement des cours d'eau de zones climatiques de transition donne lui aussi de bons résultats avec cette grille, qui permet de gommer pour une bonne part l'effet résiduel de la variation naturelle sur l'évaluation des sites de référence.

Les relevés de référence des cours d'eau de toute cette zone sortent désormais pratiquement systématiquement en couleur bleue, sauf pour le site Bras des Etangs aux Anciens Thermes qui présente une géochimie de source thermale et une ambiance réductrice qui exerce une incidence inévitable sur les flores diatomiques. Ce site, qui constitue une exception typologique, fluctue entre la Classe de Bon Etat (couleur verte) et la classe d'Etat moyen (couleur jaune).

Sur un total de 181 relevés concernant cette grande zone naturelle Ouest (W), la statistique de déclassement (cf Tableau 3) ne change que modestement entre l'option de basculement BE-EM à l'EQR : 0,94 (38 relevés déclassés, soit 21%) et à l'EQR : 0,935 (35 relevés déclassés, soit 19,3 %).

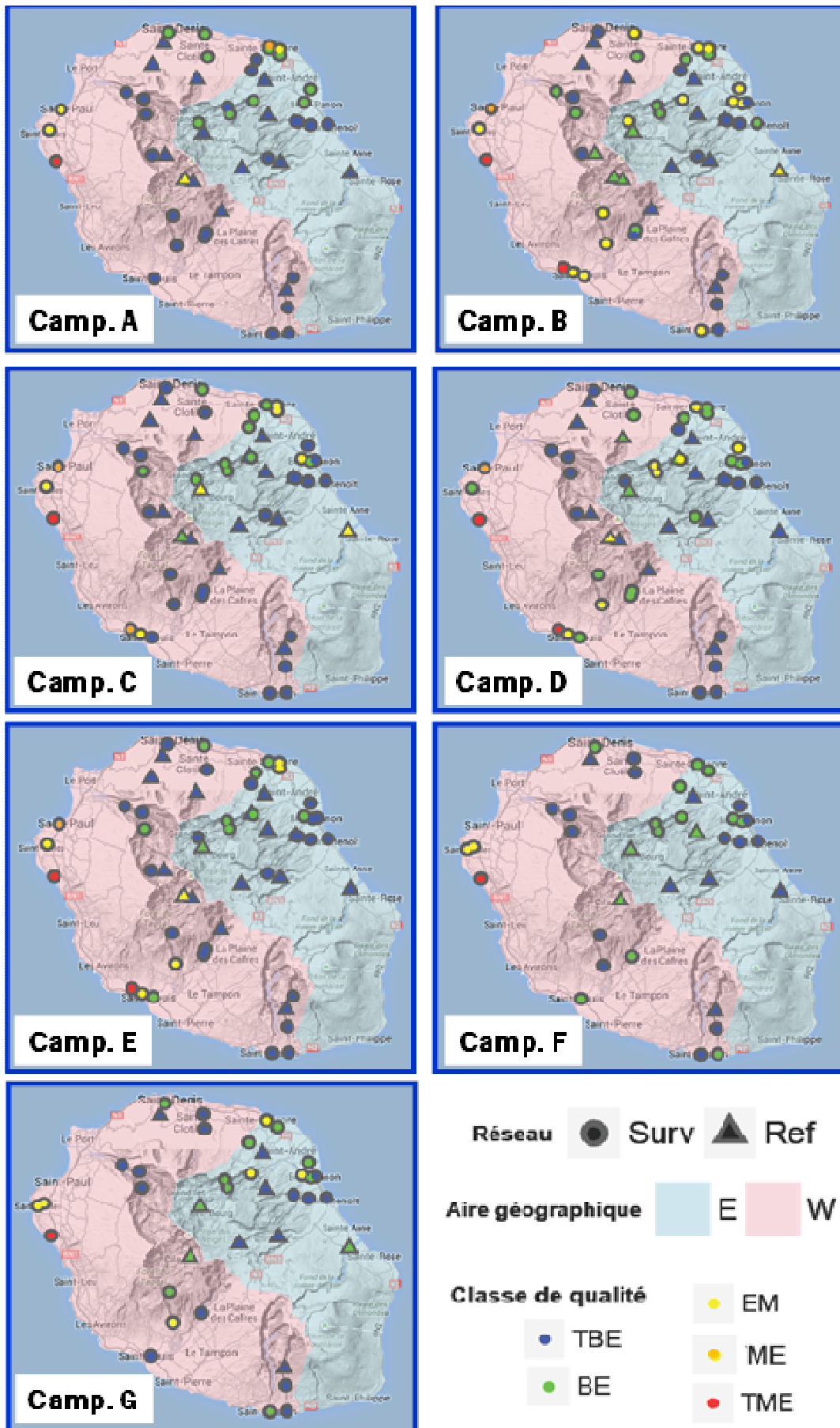


Figure 3 : Etat diatomique des sites par campagne à l'aide des EQR - IDR par région

Sur cette région naturelle, si l'on conserve l'EQR de basculement à 0,94 présenté en Figure 3 (qui correspond au niveau de calage antérieur « standard » rappelé en Figure 2 page 8), outre l'évaluation défavorable conforme au statut bien connu de certains sites très pollués de l'Ouest (Ermitage, Gol, Maniron, Ravine du Cimetière...), ce calage permet en outre d'évaluer de façon sensible les altérations anthropiques saisonnières repérées à 2 campagnes d'Avril dans les cours d'eau sous influence du Cirque de Cilaos (Campagne B, campagne D). Même si la source exacte de ces altérations est encore à éclaircir, leur constat n'est pas nouveau et avait déjà été repéré lors d'investigations préalables (programme MOM 2006) qui révélaient déjà à la saison adéquate, de façon convergente avec le diagnostic de ce programme, la présence de déformations tératologiques en grand nombre sur les 2 sites aval de ce Cirque. D'autre part, l'altération de la Ravine St Gilles imputable à une teneur trop importante en nitrates est bien captée par l'IDR-V5 et son diagnostic correct ressort à presque toutes les dates de campagnes.

La recommandation pour tout le Plan de Gestion à venir est donc d'évaluer cette zone W avec une grille calée sur le **percentile 20** des relevés de référence (scénarios W2) et avec **l'EQR de basculement BE-EM calé sur 0,94 (Scénario W2-2)**, privilégié par les concepteurs de la méthode et mis en relief avec un titre en police bleue dans le Tableau 3.

Sur la **zone Est**, pour un nombre total de 164 relevés évalués, la statistique globale d'évaluation au relevé présentée au **Tableau 4** page 13 ne permet pas non plus de se positionner de façon décisive entre l'option de basculement BE-EM à l'EQR : 0,94 (23 relevés déclassés, soit 14%) et à l'EQR : 0,935 (17 relevés déclassés, soit 10,4 %). Cela constitue une proportion faible de relevés considérés comme suffisamment dégradés pour basculer en-dessous du Bon Etat, ce qui est conforme à la connaissance de terrain et aux référentiels chimiques disponibles sur cette zone.

Afin d'affiner le diagnostic, il est préférable à ce stade de s'intéresser à des sites-repères et à bien ajuster le calage au niveau judicieux de qualité tel que perçu par les experts de terrain.

Entre le scénario E2-2 (basculement à 0,94) et le scénario E2-3 (0,935), le classement de 6 relevés seulement bascule d'une classe à l'autre. Les six relevés dont le classement bascule du jaune vers le vert en passant de l'EQR de 0,94 à un seuil de basculement un peu moins sélectif de 0,935 sont repérables dans la feuille «Etat au relevé zone E» du tableur Excel joint.

Ils sont aussi repérables à l'examen de la **Figure 3** page 15, dans l'aire géographique de la Zone Est matérialisée par un tramé bleu, à savoir : FJBD (Fleurs Jaunes dans le Cirque de Salazie), SJAE (Rivière St Jean amont confluence) PTAC (Bras Pêtard à Liberia), MACD (Rivière du Mât aval Pont de l'Escalier), et 2 relevés de la Rivière de l'Est aval ESAB et ESAC.

Aucun de ces sites, dont le classement écologique des relevés bascule entre ces deux niveaux de calage, n'est indemne d'influence anthropique, le niveau d'altération d'état provoqué par celle-ci pouvant être dépendant de la saison et de l'influence du régime saisonnier (cf notamment réponses au niveau du Bras Pêtard et de la Rivière du Mât à l'Escalier).

A l'EQR de basculement BE-EM de 0,94, et même si cette dernière rivière était à cette époque sous l'effet de pratiques anthropiques liées à la gestion quantitative dont elle fait l'objet, le classement à l'Etat Moyen apparaît un peu sévère pour la **Rivière de l'Est aval (ESA)** aux Campagnes B et C, qui constitue un bon site-repère pour le calage. Il semble donc plus judicieux pour cette zone d'adopter le scénario E2-3 calé à l'EQR 0,935, ce qui ne changera rien pour l'évaluation d'Etat d'autres sites trouvés dégradés régulièrement à plusieurs reprises : ils resteront à l'état moyen à l'étape d'agrégation d'Etat Ecologique au site.

La recommandation pour tout le Plan de Gestion à venir serait donc d'évaluer la Zone Est avec une grille calée sur le **percentile 20** des relevés de référence (scénarios E2) et avec **l'EQR de basculement BE-EM calé sur 0,935 (Scénario E2-3)**, privilégié par les concepteurs de la méthode et mis en relief avec un titre en police bleue dans le Tableau 4.

Suite à l'expertise pré-décrite, même si tous les scénarios d'évaluation au relevé ont fait l'objet d'une simulation complète de bout en bout pour en suivre les effets jusqu'à l'agrégation d'état au site (cf feuilles de l'état agrégé au site du tableur Excel joint), ce sont les EQRs de basculement BE-EM de 0,94 pour la Zone Ouest et de 0,935 pour la Zone Est qui ont été retenus pour la suite de la présente note (cf **Chapitre 3-4**), au titre de scénarios-cibles les plus plausibles pour le testage de règles d'évaluation agrégée au site.

Concernant l'évaluation au relevé par campagne de surveillance de terrain, il apparaît indéniable à l'examen de la Figure 3 que les 2 saisons différentes de surveillance testées donnent des résultats sensiblement différents sur le plan de la détection d'altération anthropique par le compartiment diatomique. La fin de saison des pluies, à l'approche de l'hiver austral (Campagnes B et D réalisées en Avril-Mai) révèle des détections d'altérations diffuses plus marquées que les 5 autres campagnes réalisées à l'approche de l'été austral (Campagnes A, C, E, F, G réalisées en Octobre-Novembre). Il ne s'agit visiblement pas de la manifestation d'un effet saisonnier naturel sur les flores (cette différence ne marque pas du tout les flores de référence et les notes d'IDR sur sites de référence). Ces différences ne marquent pas non plus spécialement les sites réputés sous influence de pollution ponctuelle forte (STEPS, industries agro-alimentaires), dont le statut écologique n'est douteux pour personne. Par contre, elles interviennent sur des sites plutôt sous l'influence de pollutions diffuses et/ou de pollutions probablement liées à des pratiques anthropiques saisonnières qu'il convient de mieux caractériser (cf bassin de la Rivière du Mât, cf cours d'eau du Cirque de Cilaos...). L'évaluation des pollutions diffuses donnera un diagnostic sensiblement différent en fonction de la saison de réalisation retenue pour la stratégie de surveillance. Ce constat est important pour l'évaluation judicieuse de l'état des sites à partir du maillon diatomique, dont le pouvoir d'intégration temporelle pour l'évaluation des altérations anthropiques n'est que de l'ordre de 3 mois.

A la demande de l'Office de l'Eau Réunion, qui a besoin d'éléments concrets et argumentés pour faire changer la stratégie de surveillance basée sur ce maillon biologique, une petite étude visant à faire ressortir la saison de surveillance la plus souhaitable dans le cadre des réseaux fait l'objet d'un développement particulier au Chapitre 4.

#### 4) *Evaluation intégrée d'Etat Ecologique au site :*

Nous avons réalisé un travail exploratoire permettant d'étudier les stratégies possibles d'agrégation temporelle permettant de dériver l'état écologique intégré au site en fonction de toute la chronique temporelle de relevés actuellement disponible. Ce travail, qui n'est pas directement transposable dans l'état, ne vise pas à se substituer aux évaluations d'état écologique à produire par les Bassins à différents stades du Plan de Gestion, mais à étudier différents principes et scénarios d'intégration temporelle de l'information afin de repérer celui ou ceux qui permettent d'obtenir la vision la plus intégrée et la plus fiable possible de l'état écologique initial des masses d'eau aux sites suivis (ceux du programme initial diatomées, ceux des actuels réseaux de surveillance), sur la base de toute l'information capitalisée à ce jour sur ces sites.

Un premier objectif était d'expertiser l'**effet de règles d'agrégation temporelle** en se basant sur la série complète d'évaluations au relevé collectées au même site, afin de tester et de voir quels principes d'agrégation peuvent donner des résultats conformes à l'avis d'expert, et lesquels donnent des résultats visiblement excessifs ou décalés dans le contexte biogéographique et anthropique local. Un second objectif sous-jacent à cet exercice était de délivrer la vision intégrée la plus juste de l'**état écologique initial des sites** ayant déjà bénéficié d'un suivi avant le départ de l'actuel Plan de Gestion, sur la base de tout le recul-données actuellement disponible. Ce recul permet déjà une bonne prise en compte de la variation naturelle et anthropique interannuelle (exemple : fluctuations du régime pluviométrique et hydrologique), ainsi que l'intégration de résultats d'évaluation aux 2 saisons pouvant aider à révéler l'effet d'altérations ponctuelles ou diffuses liées à des usages anthropiques saisonniers.

Trois principes d'agrégation ont été testés et comparés, qui s'appuient sur le maximum de recul disponible (parfois 7 relevés, 5 du programme initial + 2 données complémentaires de réseaux), l'un n'autorisant aucune dérogation et deux autres introduisant un principe de dérogation modérée permettant d'intercepter un reliquat de variation naturelle pouvant exister en conditions un peu exceptionnelles :

- 1) le principe du **One Out - All Out strict (OO-AO)** évoqué par la DCE ;
- 2) une possibilité de rattrapage ménagé jusqu'à **25% de profondeur de classe** sur un relevé arrivant dans une classe de qualité inférieure à l'état habituel au site (lorsque 3 à 6 relevés disponibles) ou sur les 2 relevés (strictement dans le cas où il s'agit d'une requalification en TBE et où le recul de 7 relevés était disponible) pour requalifier le statut d'une station ;
- 3) une possibilité de rattrapage ménagé jusqu'à **33% de profondeur de classe** sur le relevé arrivant une classe de qualité inférieure en-dessous de l'état habituel au site (lorsque 3 à 6 relevés disponibles) ou sur les 2 relevés (strictement dans le cas où il s'agit d'une requalification en TBE et où le recul de 7 relevés était disponible) pour requalifier le statut d'une station.

Les résultats détaillés de ces simulations sont consultables dans les feuilles «Etat Zone W intégré au site» et «Etat Zone E intégré au site» du tableur Excel EEE joint. Les sites ayant bénéficié de dérogations dans le scénario en question voient l'état du ou des 2 relevés à cette date gratifié(s) d'une légende de couleur de qualité dégradée par rapport à la couleur originale de la classe de qualité, afin de garder une traçabilité des éventuelles pratiques dérogatoires réalisées.

Les résultats statistiques de classement de l'Etat Ecologique au site par grande zone géographique sont récapitulés dans les feuilles « Bilan Zone W au site » et « Bilan Zone E au site » du même tableur Excel EEE joint.

Concernant les scénarios bâtis sur la base la plus convenable (limite TBE-BE construite sur la base du percentile 20 des notes de relevés de référence) sur les 2 zones géographiques W et E, les résultats statistiques des différents scénarios d'évaluation sont reportés dans le Tableau 5 ci-dessous (Zone W) et dans le Tableau 6 page 20 (Zone E).

<b>Classement d'Etat intégré au site Zone W</b>						
<b>3 Scénarios W2 : Borne de classe TBE-BE calée sur le percentile 20 des notes de référence (= EQR 0,98)</b>						
Borne de classe BE-EM glissante : W2-1 : EQR= 0,945 ; W2-2 : EQR= 0,94 ; W2-3 : EQR=0,935.						
<b>Modulation Classt Sites Scénario W2-1</b>						
Catégories	Etat site – la plus mauvaise valeur	Pourcentage (00-A0)	tolérance 25 % profondeur classe	Pourcentage aménagé 25%	tolérance 1/3 profondeur classe	Pourcentage aménagé 1/3 Cl.
Total HER W	30		30		30	
TBE	8		11		11	
BE	8		11		11	
<b>BE OK</b>	<b>16</b>	<b>53,33%</b>	<b>22</b>	<b>73,33%</b>	<b>22</b>	<b>73,33%</b>
EM	10		5		5	
ME	2		1		1	
TME	2		2		2	
Total déclassés	14	46,67%	8	26,67%	8	26,67%
<b>Scénario à retenir (W2-2, Tolérance 25%)</b>						
<b>Modulation Classt Sites Scénario W2-2</b>						
Catégories	Etat site – la plus mauvaise valeur	Pourcentage (00-A0)	tolérance 25 % profondeur classe	Pourcentage aménagé 25%	tolérance 1/3 profondeur classe	Pourcentage aménagé 1/3 Cl.
Total HER W	30		30		30	
TBE	8		11		12	
BE	10		11		10	
<b>BE OK</b>	<b>18</b>	<b>60,00%</b>	<b>22</b>	<b>73,33%</b>	<b>22</b>	<b>73,33%</b>
EM	9		5		5	
ME	1		1		1	
TME	2		2		2	
Total déclassés	12	40,00%	8	26,67%	8	26,67%
<b>Modulation Classt Sites Scénario W2-3</b>						
Catégories	Etat site – la plus mauvaise valeur	Pourcentage (00-A0)	tolérance 25 % profondeur classe	Pourcentage aménagé 25%	tolérance 1/3 profondeur classe	Pourcentage aménagé 1/3 Cl.
Total HER W	30		30		30	
TBE	8		11		12	
BE	11		11		10	
<b>BE OK</b>	<b>19</b>	<b>63,33%</b>	<b>22</b>	<b>73,33%</b>	<b>22</b>	<b>73,33%</b>
EM	8		5		5	
ME	1		1		1	
TME	2		2		2	
Total déclassés	11	36,67%	8	26,67%	8	26,67%

**Tableau 5 : Déclinaison des Scénarios 2 (limite TBE-BE calée au percentile 20 des notes de relevés de référence) pour la déclinaison de l'Etat Ecologique intégré au site sur la Zone Ouest (W)**

## Classement d'Etat intégré au site Zone E

3 Scénarios E2 : Borne de classe TBE-BE calée sur le percentile 20 des notes de référence (= EQR 0,9875)

Borne de classe BE-EM glissante : E2-1 : EQR= 0,945 ; E2-2 : EQR= 0,94 ; E2-3 : EQR=0,935.

### Modulation Classt Sites Scénario E2-1

Catégories	Etat site = la plus mauvaise valeur	Pourcentage (00-A0)	tolérance 25 % profondeur classe	Pourcentage aménagé 25%	tolérance 1/3 profondeur classe	Pourcentage aménagé 1/3 Cl.
Total Zone E	27		27		27	
TBE	9		11		11	
BE	5		8		8	
<b>BE OK</b>	<b>14</b>	<b>51,85%</b>	<b>19</b>	<b>70,37%</b>	<b>19</b>	<b>70,37%</b>
EM	12		7		7	
ME	1		1		1	
TME	0		0		0	
Total déclassés	13	48,15%	8	29,63%	8	29,63%

### Modulation Classt Sites Scénario E2-2

Catégories	Etat site = la plus mauvaise valeur	Pourcentage (00-A0)	tolérance 25 % profondeur classe	Pourcentage aménagé 25%	tolérance 1/3 profondeur classe	Pourcentage aménagé 1/3 Cl.
Total Zone E	27		27		27	
TBE	9		11		11	
BE	5		11		12	
<b>BE OK</b>	<b>14</b>	<b>51,85%</b>	<b>22</b>	<b>81,48%</b>	<b>23</b>	<b>85,19%</b>
EM	12		4		3	
ME	1		1		1	
TME	0		0		0	
Total déclassés	13	48,15%	5	18,52%	4	14,81%

**Scénario à retenir (E2-3, Tolérance 25%)**

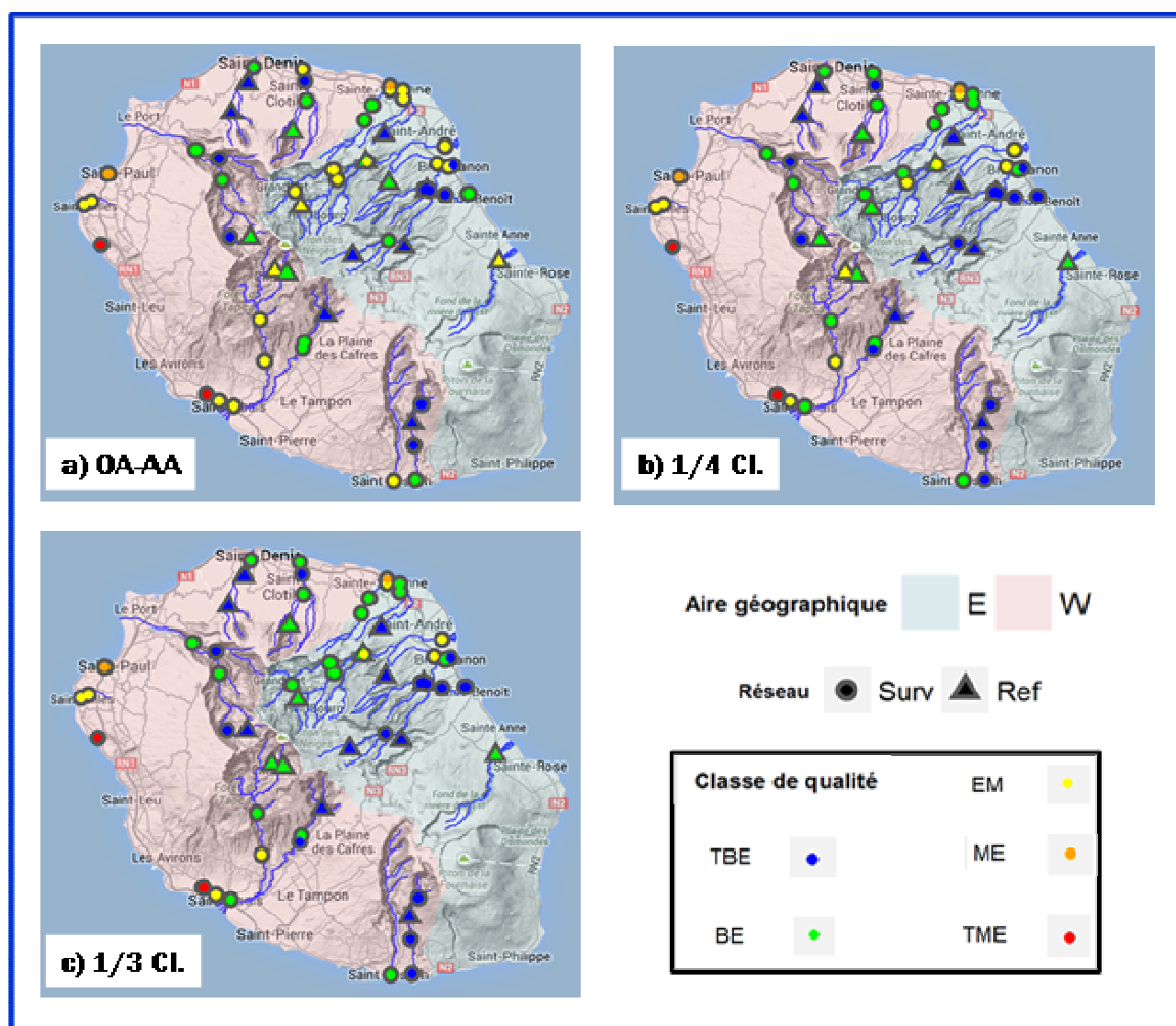
### Modulation Classt Sites Scénario E2-3

Catégories	Etat site = la plus mauvaise valeur	Pourcentage (00-A0)	tolérance 25 % profondeur classe	Pourcentage aménagé 25%	tolérance 1/3 profondeur classe	Pourcentage aménagé 1/3 Cl.
Total Zone E	27		27		27	
TBE	9		11		11	
BE	7		11		13	
<b>BE OK</b>	<b>16</b>	<b>59,26%</b>	<b>22</b>	<b>81,48%</b>	<b>24</b>	<b>88,89%</b>
EM	10		4		2	
ME	1		1		1	
TME	0		0		0	
Total déclassés	11	40,74%	5	18,52%	3	11,11%

**Tableau 6 : Déclinaison des Scénarios 2 (limite TBE-BE calée au percentile 20 des notes de relevés de référence) pour la déclinaison de l'Etat Ecologique intégré au site sur la Zone Est (E)**

L'opération d'agrégation temporelle conduisant du diagnostic d'état écologique au relevé (résultats de campagnes de prélèvement) en diagnostic d'état intégré au site ou à la masse d'eau conduit déjà à rendre plus sévère la physionomie du bilan de diagnostic d'état. En effet, le diagnostic est plus sévère à certaines dates qu'à d'autres, conduisant à un déclassement mécanique du site lors de l'intégration temporelle.

Dans ce contexte, l'examen du **Tableau 5** récapitulatif l'état intégré au site sur la Zone Ouest montre clairement l'effet excessivement brutal du principe de OO-AO. En effet, malgré la fixation de la limite de classe de TBE sur le percentile 20, qui permet la prise en compte d'une marge plus importante de variabilité naturelle, et en fonction de la sévérité du niveau de fixation de la limite de basculement BE-EM, **de 47 % (scénario à 0,945) à 37 % de sites (Scénario à 0,935)** sont considérés en-dessous du seuil de Bon Etat, ce qui paraît excessif dans le contexte d'état physico-chimique des hydrosystèmes de la Réunion tel qu'on le connaît.



**Figure 4 : Etat Ecologique intégré aux sites suivis selon 3 scénarios d'agrégation temporelle : a) One Out-All Out ; b) dérogation ¼ de Classe d'Etat ; c) dérogation 1/3 de Classe d'Etat**

Le constat de cette sévérité excessive liée au principe de OO-AO apparaît nettement sur la carte d'état intégré au site (Figure 4, partie a), Région Ouest en tramé rose), avec des déclassements en vert, voire en jaune, pouvant même concerner certains sites de référence ou des cours d'eau relativement isolés de bonne qualité.

Cela n'est pas conforme au statut écologique réel de la plupart de ces sites (hors les quelques sites bien connus sous l'influence polluante de gros équipements collectifs, du type Ravine de l'Ermitage, Ravine du Cimetière, usine cannière du Gol...). Il paraît donc nécessaire de devoir déroger à certains franchissements de seuil à la baisse, provoqués par une forte variabilité des forçages naturels dans ce contexte de relief, de climat et de régime pluviométrique très variés. L'application, dans les limites pré-indiquées, d'un principe de dérogation de 25 % de profondeur de classe suffit à maîtriser la variabilité naturelle de façon suffisante et à stabiliser le diagnostic, donnant d'ailleurs exactement le même résultat qu'un principe de dérogation à 33 % de profondeur de classe.

Bien que la qualité des hydrosystèmes soit souvent plus préservée dans la Zone Est qu'à l'Ouest, le principe du OO-AO se révèle tout aussi excessif sur cette zone (cf Tableau 6 : selon sévérité du scénario, de 48 % à plus de 40 % de sites seraient déclassés en-dessous du Bon Etat), ce qui n'est pas conforme à l'expertise de terrain.

La carte d'état intégrée au site (Figure 4, partie a), Région Est en tramé bleu) donne un panorama excessivement pessimiste sur plusieurs cours d'eau et notamment sur tout l'hydrosystème Rivière du Mât - affluents à Salazie qui, si elle peut subir quelques atteintes anthropiques, n'est pas dans un état aussi généralement dégradé que cette carte pourrait le laisser penser.

Là aussi, le principe de dérogation ménagée permet une prise en compte raisonnable de la forte variabilité des conditions naturelles et ramène la classification d'Etat Ecologique au site à un niveau plus conforme au croisement des points de vue experts. Si les scénarios dérogatoires à 25 % et à 33% de profondeur de classe ne donnent pas des résultats exactement équivalents dans cette région sauf pour le seuil de qualité le plus sévère (EQR de 0,945 pour la limite TBE-BE), l'adoption pour la Zone Est comme pour la zone Ouest d'une dérogation de 25 % de profondeur de classe paraît raisonnable et permet de trouver, pour le scénario-cible, 81,5 % de sites de la Zone Est en Bon Etat après l'intégration inter-dates.

La combinaison de ces 2 scénarios bien adaptés à chacune des deux grandes zones naturelles fournit un bilan intégré d'Etat Ecologique au site à la fois sensible et nuancé. Les résultats présentés à la partie b) de la Figure 4 page précédente correspondent bien à l'avis d'expert comme aux référentiels de valeurs de physico-chimie « anthropique » obtenus avec les échantillons d'eau prélevés sur site.

La variabilité naturelle normale aux sites de référence est cette fois plutôt mieux prise en compte qu'avec la version précédente de l'IDR (IDR-V1), comme en témoigne la couleur très souvent bleue des sites de référence, reconnaissables à des figurés triangulaires.

3 sites méritent cependant un commentaire spécifique :

- Le Bras des Thermes (Cirque de Cilaos) n'est pas impacté spécifiquement par l'homme, mais la source thermale très minéralisée et qui prodigue une ambiance réductrice sur son aval proche conduit à impacter les flores diatomiques. Il s'agit donc d'une exception typologique, et les flores subissent un impact biologique conduisant à qualifier la station à l'état écologique moyen. Cet effet dû à une géochimie-hydrochimie réductrice s'atténue très probablement assez vite vers l'aval par la ré-oxygénation complète du milieu en 200 à 400 m, ce qui pourrait être vérifié. En effet, le classement dégradé à certaines dates du Bras de Cilaos plus à l'aval, au captage du Pavillon (site BCA) et à l'Ilet Furcy (site BCB), n'a rien à voir avec cette particularité typologique locale du Bras des Thermes, mais avec un effet d'altération lié à des activités humaines polluantes dans le Cirque.

Néanmoins, l'intérêt de continuer à surveiller régulièrement ce site si particulier au titre d'un suivi régulier de sites de référence ne se justifie pas.

- La Rivière des Pluies amont ressort parfois en TBE, d'autres fois en BE, l'intégration multi-date au site conduisant à lui attribuer la couleur verte. Cela n'est pas forcément anormal. Vu que la classe de TBE ne recouvre que 80 % des notes d'IDR rencontrées en sites de référence, il est logique que certains sites de référence avec notation biologique un peu plus faible qu'ailleurs, en général ou sur épisodes particuliers, ressortent en-dessous du niveau de TBE en intégration multi-dates.

Il sera intéressant de repérer à l'avenir comment évoluera le classement écologique de ce site amont une fois que le basculement d'eaux du Cirque de Salazie sera interrompu.

- Le programme Diatomées Réunion 2008-2011 nous a enseigné que la Rivière de l'Est Aval, qui était plutôt considérée *a priori* comme plutôt indemne de problèmes de qualité des eaux malgré l'utilisation quantitative d'une partie de la ressource par l'homme, subit par moments des impacts anthropiques probablement liées à certaines modalités de gestion de ces usages quantitatifs dont elle fait l'objet (conduite forcée + utilisation d'une partie pour la potabilisation).

Les impacts dominants sont physiques, mais il apparaît manifeste que des impacts chimiques directs ou indirects aient été ressentis à l'occasion des campagnes de terrain B et C, se traduisant par des notes indicielles très proches de la zone de basculement BE-EM.

Il aurait certainement été excessif de qualifier cette station en Etat Moyen. Néanmoins, ces atteintes incontestables, reconnaissables par la présence d'espèces d'alerte, montrent que ce site aval n'est pas de référence. Pour pouvoir considérer un site de référence sur cette rivière, il faudrait donc remonter en amont de la prise d'eau pour la conduite forcée et des réservoirs permettant de stocker de l'eau de manière temporaire.

Concernant l'aptitude de l'indice et du système proposés à réaliser un diagnostic pertinent de l'altération anthropique, la réponse de l'IDR -V5 est très forte sur divers sites aval proches du littoral qui manifestent une réponse biologique caractéristique d'un impact fort à très fort (STEPs de l'Ermitage et de la Ravine du Cimetière à St Paul, Ravine du Gol influencée par l'industrie sucrière, Ravine du Maniron...). On peut sur de tels sites atteindre les notes les plus basses permises par cet outil, comme sur la Ravine de l'Ermitage où la note a pu s'approcher de zéro lors de la campagne la plus marquée par l'impact anthropique (ERAA).

Le diagnostic permis par l'IDR-V5 a gagné en sensibilité par rapport à la version antérieure d'indice pour le diagnostic de pollutions repérées de façon moins claire antérieurement (pollutions diffuses d'origine agricole et domestique sur l'hydrosystème de la Rivière du Mât dans le Cirque de Salazie, effet de pollutions saisonnières à préciser dans le Cirque de Cilaos (activité viti-vinicole ?), Bras Panon aval, Bras Pétard à Libéria etc...

Ce progrès résulte d'une exploitation plus raffinée des profils écologiques d'espèces, les espèces d'alerte ayant pu se voir affecter 3 poids d'altération différents selon la typicité et l'intensité du message d'altération dont elles sont porteuses.

Au bilan, le diagnostic des masses d'eau aux sites d'étude ou de réseaux sur lesquels des données ont été collectées est désormais bien calé et donne des réponses à la fois sensibles et intelligibles, en rapport avec la connaissance que les experts perçoivent de la qualité de ces hydrosystèmes. Les principaux défauts de jeunesse initialement repérés (notamment bruitage provoqué par la saprobie naturelle et par la variabilité interannuelle du climat et du régime pluviométrique) ont été solutionnés de façon satisfaisante dans le cadre de la connaissance actuellement disponible.

### **5) Etude de l'effet de la saison sur le résultat d'évaluation :**

L'examen attentif de la physionomie de l'évaluation des relevés par campagne de prélèvement de terrain (Figure 3 page15) révèle de façon assez explicite que les 2 saisons différentes de surveillance testées donnent des résultats sensiblement différents sur le plan de la détection d'altération anthropique par le compartiment diatomique.

La période suivant la saison des pluies, à l'approche de l'hiver austral (Campagnes B et D réalisées en Avril-Mai) révèle des détections d'altérations diffuses plus marquées que les 5 autres campagnes réalisées à l'approche de l'été austral (Campagnes A, C, E, F, G réalisées en Octobre-Novembre).

Cette détection accrue d'impact anthropique se traduit par des cartes de Campagne B et de Campagne D sensiblement plus jaunes (basculement vers l'Etat Moyen) que les campagnes réalisées à l'autre saison, notamment sur tout l'hydrosystème de la Rivière du Mât (Cirque de Salazie) et sur les sites aval du Cirque de Cilaos.

Il ne s'agit visiblement pas de la manifestation d'un effet saisonnier naturel sur les flores (cette différence ne se remarque pas sur les flores de référence et les notes d>IDR sur sites de référence).

Cette dégradation d'Etat Ecologique des relevés aux 2 seules campagnes réalisées à l'approche de l'hiver austral peut être la conséquence de l'effet de pollutions diffuses au niveau de ces 2 Cirques, qui nécessitent la persistance de transferts d'eau entre les lieux de pollution et les hydrosystèmes de surface pour y acheminer les nutriments ou autres substances polluantes. Ces transferts peuvent ne plus exister après une longue période sèche.

Dans le cas de Cilaos, Il est probable qu'il existe des pollutions saisonnières spécifiques propageant un effet biologique jusque dans les cours d'eau. Ce phénomène avait déjà fait l'objet d'un constat préalablement au programme IDR, avec le constat de présence de déformations tératologiques abondantes sur des relevés prélevés dans le secteur aval du Cirque de Cilaos lors du Programme MOM 2006.

On peut ici penser plus fortement à des usages anthropiques particuliers (par exemple, pratiques et usages chimiques liés à l'exploitation de la vigne, de chais vinicoles, de jardins créoles, d'activités artisanales liées au textile...), les déformations tératologiques pour leur part orientant plus spécifiquement le diagnostic vers une probable origine toxique.

CAMPAGNES	Bleu		Vert		Jaune		Orange		Rouge		Total	
	effectif	%	effectif	%	effectif	%	effectif	%	effectif	%	effectif	%
<b>TOTAL PAR CLASSE</b>	198	57,4%	92	26,7%	38	11,0%	8	2,3%	9	2,6%	345	100,0%
dont EA (A+C+E+F+G)	147	62,3%	60	25,4%	19	8,1%	4	1,7%	6	2,5%	236	100,0%
dont HA (B+D)	51	46,8%	32	29,4%	19	17,4%	4	3,7%	3	2,8%	109	100,0%
<b>TOTAL SS TBE</b>	0	0,0%	92	62,6%	38	25,9%	8	5,4%	9	6,1%	147	100,0%
dont EA (A+C+E+F+G)	0	0,0%	60	67,4%	19	21,3%	4	4,5%	6	6,7%	89	100,0%
Dont HA (B+D)	0	0,0%	32	55,2%	19	32,8%	4	6,9%	3	5,2%	58	100,0%
<b>TOTAL SS POLL. PONCT.</b>	198	60,2%	92	28,0%	33	10,0%	4	1,2%	2	0,6%	329	100,0%
dont EA (A+C+E+F+G)	147	65,0%	60	26,5%	16	7,1%	2	0,9%	1	0,4%	226	100,0%
dont HA (B+D)	51	49,5%	32	31,1%	17	16,5%	2	1,9%	1	1,0%	103	100,0%
<b>TOTAL SS TBE &amp; POLL. PONCT.</b>	0	0,0%	92	70,2%	33	25,2%	4	3,1%	2	1,5%	131	100,0%
dont EA (A+C+E+F+G)	0	0,0%	60	75,9%	16	20,3%	2	2,5%	1	1,3%	79	100,0%
dont HA (B+D)	0	0,0%	32	61,5%	17	32,7%	2	3,8%	1	1,9%	52	100,0%

**EA :** Eté Austral

**HA** Hiver Austral

*Tableau 7 : Statistique d'Etat Ecologique au relevé sur tout le programme d'étude et par saison*

L'étude de la statistique de classement de l'état écologique des relevés en vue d'identifier l'impact de la saison sur ce classement ne peut donner que des résultats indicatifs, vu que le jeu de données qui permet de calculer cette statistique est très déséquilibré. En effet, sur 345 relevés collectés intégrés dans cette étude, 236 l'ont été à l'approche de l'été austral (5 campagnes de prélèvement de terrain A, C, E, F, G), soit largement plus du double par rapport à ceux collectés à l'approche de l'hiver austral (campagnes de terrain B et D, ayant permis de collecter 103 relevés seulement).

Donc les résultats relatifs de classement ne pourront être comparés qu'en tendance et en ne se basant pas sur les effectifs de relevés biologiques par classe (puisqu'ils ne sont pas comparables d'une saison à l'autre), mais sur des pourcentages calculés à partir du total de relevés par saison.

Une autre limite à cette comparaison est que le jeu de données de la Réunion comporte une part très dominante de relevés en TBE et en BE, cette proportion importante de relevés non ou peu altérés ne participant pas vraiment à renseigner le propos relatif à une évaluation différentielle d'altération.

L'examen du **Tableau 7** page précédente permet cependant de concrétiser le fait que, par rapport à la statistique globale des relevés (1<sup>ère</sup> ligne du tableau), qui classe en (TBE + BE)  $57,4 + 26,7 = 84,1$  % des relevés, il y a un assez net différentiel positif de relevés au-dessus du Bon Etat (**87,7 %**) en saison estivale, qu'on appellera EA (Eté Austral) par commodité pour la suite de la note, par rapport à la saison d'approche de l'Hiver Austral qu'on appellera ensuite HA (**76,2 %** des relevés seulement en TBE + BE).

Ce différentiel de classement des relevés au moins en Bon Etat est déjà un signe net que le diagnostic d'altération est plus sévère et sort plus de relevés du Bon Etat pour la saison HA que pour la saison EA, dont la statistique à ce niveau est plus favorable que la statistique globale toutes saisons confondues. C'est bien le signe que l'altération anthropique marque moins de relevés à cette saison EA, la raison pouvant tenir à 2 origines : 1) à une pression qui s'exerce de façon plus faible à cette saison (usages saisonniers plus faibles) ou 2) à une pollution d'un degré pas forcément plus faible, mais qui est véhiculée de façon moins efficace vers les milieux aquatiques, en liaison avec une hydrologie saisonnière plus atténuée qui en limite les transferts.

L'examen des pourcentages dans les 3 classes de sites altérés montre un accroissement systématique du pourcentage d'effectif de relevés altérés pour la saison HA par rapport à la saison EA. La classe EM, qui matérialise les premiers sites déclassés par rapport au Bon Etat, est d'ailleurs très sensiblement renforcée en HA (17,4 %) par rapport à EA (8%), montrant de façon claire qu'il y a un glissement significatif de relevés à partir des classes de bonne qualité vers cette classe Etat Moyen à la saison de l'Hiver Austral.

Les 3 lignes suivantes du **Tableau 7** visent à concentrer l'attention sur le diagnostic des sites qui ont des chances non négligeables de subir une anthropisation, en enlevant de la statistique d'étude tendancielle saisonnière les relevés (site x date) en TBE, qui représentaient déjà à eux seuls plus de la moitié du jeu de données de la Réunion (57,4 % des relevés toutes saisons confondues). Cette ligne « Total sans TBE » est aussi ensuite déclinée par saison.

Cette présentation ne fait qu'amplifier les messages repérés sur le jeu total de relevés en augmentant le différentiel de pourcentage de classes altérées entre la saison EA et la saison HA (diagnostic plus sévère), qui perd des sites en Bon Etat et voit se renforcer sensiblement ses pourcentages en sites en Etat Moyen et Mauvais Etat. Le débit un peu plus soutenu dans les cours d'eau alors que la saison des pluies s'est terminée depuis peu entraîne par contre en HA une dilution un peu plus forte et une légère diminution de diagnostic en TME sur les sites sous forte pollution ponctuelle de STEP ou industrielle.

S'il était déjà clair que l'IDR permet sans problème de repérer l'altération de sites lourdement pollués par une infrastructure collective, dont le statut altéré est déjà parfaitement connu et qui ont fortement tiré l'analyse de gradient anthropique, son intérêt est de permettre un diagnostic plus sensible sur des sites du territoire sur lesquels s'exerce une pollution anthropique diffuse variable et d'intensité modérée. C'est à ces endroits que la sensibilité de l'outil peut surtout se révéler et permettre de réaliser un diagnostic écologique plus précis, qui a gagné en pertinence au cours du développement de cette dernière version (IDR-V5). Les 3 lignes suivantes du **Tableau 7** visent donc à plus focaliser l'analyse du diagnostic de l'effet saisonnier sur le début du gradient d'altération diffuse et / ou saisonnière en enlevant volontairement de la statistique les quelques relevés très pollués sous l'effet de grosses infrastructures collectives (Site de L'Ermitage et sa STEP, Ravine du Cimetière de St Paul et sa STEP, usine sucrière du Gol, Ravine du Maniron sous forte influence de pollution domestique péri-urbaine et composite).

Cette statistique montre à nouveau nettement qu'en saison HA, on perd un nombre sensible de sites en TBE, avec un fort glissement vers des sites en BE et en EM (basculement nettement accru en-dessous du BE, 16,5 % des relevés en EM contre seulement 7,1 % en saison EA).

Cette statistique établie après avoir mis de côté les sites très pollués sous l'influence d'une infrastructure montre clairement que la saison d'hiver austral révèle de façon beaucoup plus claire et interprétable les effets de pollutions diffuses et de pollutions saisonnières réparties sur les hydrosystèmes du territoire que la saison à l'approche de l'été austral.

Les 3 dernières lignes du tableau, qui ciblent l'examen sur les sites avec pollution « diffuse », hors pollution de grosse infrastructure (statistique réalisée après avoir retiré les relevés en TBE et les quelques relevés d'aval rejet d'infrastructure) confirment particulièrement clairement ce diagnostic, avec la perte significative de sites en BE en saison HA et l'aggravation systématique de la statistique d'état pour toutes les classes en-dessous du Bon Etat.

Le **Tableau 8** page suivante présente l'évolution des médianes de classes d'état par saison par rapport à celles des classes d'état du jeu de données globalisé. Comme l'examen à une saison ou à une autre provoque des glissements d'effectifs d'une classe à l'autre, donc un changement d'assise numérique de chaque classe, il n'est pas possible d'aller aussi loin dans l'interprétation de ce tableau que dans celle du Tableau 7, qui traitait des effectifs de relevés classés, à l'appui de la recommandation d'une saison de surveillance par rapport à une autre. En effet, le niveau médian d'EQR par classe n'est qu'un aspect indicatif et en partie aléatoire (hasards de la distribution) dans la mesure où les effectifs d'une classe ou de l'autre fluctuent assez sensiblement selon la saison et par un glissement parfois descendant, d'autres fois ascendant d'une classe à l'autre.

Le niveau d'une médiane a un sens relativement stabilisé si l'effectif de la classe est important et sa loi de distribution interne est plutôt gaussienne et normale.

Par contre, la médiane devient peu représentative de la classe si les effectifs internes de celle-ci sont faibles (c'est le cas des classes altérées, qui comptent peu de relevés) et plus encore si la distribution des valeurs d'EQRs s'éloigne d'une distribution gaussienne dans la classe (auquel cas son mode n'a aucune chance d'être centré et porteur d'un niveau d'évaluation représentatif). L'information du Tableau 7 relative aux effectifs de relevés par classe d'état doit donc primer, les tableaux situant le niveau médian et la valeur moyenne d'EQR par classe ne venant apporter que des éclairages complémentaires plus relatifs et plus difficiles à manipuler.

CAMPAGNES	Bleu	Vert	Jaune	Orange	Rouge	Total
<b>MEDIANE PAR CLASSE</b>	1,000	0,967	0,914	0,699	0,276	0,990
dont EA (A+C+E+F+G)	1,000	0,968	0,908	0,613	0,261	0,992
dont HA (B+D)	1,001	0,966	0,922	0,726	0,276	0,978
<b>MEDIANES SS. POLL. PONCT.</b>	1,000	0,967	0,915	0,625	0,292	0,992
dont EA (A+C+E+F+G)	1,000	0,968	0,908	0,625	0,308	0,993
dont HA (B+D)	1,001	0,966	0,922	0,598	0,276	0,985
	<b>EA :</b>	Eté Austral		<b>HA</b>	Hiver Austral	

**Tableau 8 : Etude de l'évolution saisonnière des médianes de classes de qualité**

Les quelques informations intelligibles qui ressortent de ce **Tableau 8** sont :

- Le constat, une nouvelle fois, que l'évaluation en hiver austral (HA) n'entraîne pas de baisse de distribution de note de l'IDR-V5 en sites de référence ou en TBE faisant baisser la médiane, au contraire. Ca confirme donc que, pour les sites subissant des baisses de notes à cette saison, il s'agit bien d'une manifestation d'altération et pas d'un résidu saisonnier de variation naturelle.
- La médiane des classes de ME et TME est plus basse en saison d'été austral (EA) qu'en hiver austral (HA), ce qui est le signe que la loi de dilution des forts rejets ponctuels est probablement moins favorable à cette saison d'approche de l'été austral (régime d'étiage très prononcé, notamment sur l'Ouest qui est la région sur laquelle sont implantées ces infrastructures) qu'à la suite de la saison des pluies. C'est d'ailleurs pour cette même raison de régime un peu plus soutenu que la saison HA est plus favorable à la révélation des effets de pollutions diffuses en territoire à habitat peu densifié (plutôt milieu rural), qui ont besoin d'être transférées de leur lieu d'usage anthropique vers les cours d'eau pour occasionner un impact sur leur état biologique.
- Si l'on enlève de la statistique les gros rejets ponctuels, le seul message intelligible est que la médiane globale d'état en Hiver Austral, toutes classes confondues, est un peu plus basse qu'en Eté Austral (cf colonne de droite « Total »). Mais, comme on l'a déjà vu à un alinéa précédent, cet état écologique global moins favorable à cette saison n'a pas pour origine une baisse de la distribution des notes d'indice de référence et en classe de TBE. Ce dernier constat plaide à nouveau pour l'adoption de la saison HA pour la réalisation des campagnes de surveillance, qui permettent un diagnostic plus marqué des effets de pollutions diffuses.

La statistique d'état sur la base des valeurs moyennes d'EQR par classe, présentée en **Tableau 9** ci-dessous, présente les mêmes limites d'exploitation que celle du Tableau 8. Le niveau moyen d'EQR par classe n'est qu'un aspect indicatif et en partie aléatoire (hasards de la distribution). En effet, les effectifs d'une classe ou de l'autre fluctuent d'une date à l'autre et ce sont ces informations sur l'effectif par classe qui constituent une information essentielle pour conclure sur la pertinence d'une stratégie d'évaluation. La moyenne rend compte d'un niveau moyen d'évaluation par classe, mais absolument pas de l'effectif concerné par classe et d'autre part chaque relevé amène sa valeur propre avec l'aspect aléatoire qui y est lié. La moyenne est donc représentative du niveau d'EQR intégré de la classe mais pas de son effectif, alors que la distribution de l'effectif de relevés dans chaque classe de qualité est une notion centrale pour évaluer l'effet d'une saison de surveillance par rapport à une autre.

CAMPAGNES	Bleu	Vert	Jaune	Orange	Rouge	Total
<b>MOYENNE PAR CLASSE</b>	1,002	0,964	0,907	0,635	0,235	0,953
dont EA (A+C+E+F+G)	1,000	0,965	0,905	0,608	0,215	0,958
dont HA (B+D)	1,002	0,963	0,909	0,662	0,275	0,942
<b>MOYENNES SS. POLL. PONCT.</b>	1,002	0,964	0,911	0,611	0,292	0,973
dont EA (A+C+E+F+G)	1,002	0,965	0,908	0,625	0,308	0,979
dont HA (B+D)	1,002	0,963	0,915	0,598	0,276	0,960
	<b>EA :</b>	Eté Austral		<b>HA</b>	Hiver Austral	

**Tableau 9 : Statistique d'état des relevés sur la base des valeurs moyennes d'EQR par classe**

Les éléments complémentaires de diagnostic qu'on peut tirer de ce tableau sont les suivants :

- Que l'on se base sur l'analyse de l'effectif total des relevés (ligne blanche du haut du tableau) ou de l'effectif dont ont été retirés les quelques relevés fortement marqués par les pollutions ponctuelles (ligne blanche de milieu de tableau), il n'apparaît aucun signe de baisse de note moyenne de référence ou de très bonne qualité en hiver austral (classe bleue), la tendance serait même légèrement inverse lorsque l'analyse est faite sur l'assise de tous les relevés (partie haute du tableau).
- La note moyenne totale en hiver austral est plus basse qu'en été austral, sur l'assise de tous les relevés du jeu de données comme en ayant au préalable enlevé les quelques sites sous forte pollution ponctuelle de type STEP ou équipement industriel.

Le cumul des 2 constats précédents confirme une nouvelle fois que, s'il y a une baisse statistique de moyenne globale sur le groupe de relevés prélevés à la saison d'hiver austral, ce n'est pas lié à un reliquat mal maîtrisé de variation naturelle qui concernerait aussi les sites de référence et en TBE, mais à la mesure d'effets accrus d'altérations anthropiques sur les sites qui ne sont pas en TBE.

Il n'y a pas beaucoup plus d'information à extraire de ce Tableau 9, à part que les rejets ponctuels intenses (de type Ermitage, Gol...), plus difficilement dilués en zone Ouest en saison EA, conduisent à des notations plus basses de ces relevés à cette saison (classes de qualité ME de couleur orange et TME de couleur rouge).

Une fois ce type de relevés enlevé, la tendance générale, avec une exception sur la classe d'Etat moyen (jaune) serait à un diagnostic d'altération un peu renforcé (moyennes un peu plus basses) à la saison d'Hiver Austral (HA). Cela correspond à un diagnostic d'effet biologique plus important des pollutions diffuses à cette saison.

Au bilan, la saison à l'approche de l'hiver austral se confirme donc comme la plus favorable pour permettre le bon diagnostic des pollutions diffuses réparties sur l'ensemble du territoire de la Réunion. Ce constat concerne la zone Ouest (cf notamment Cirque de Cilaos) comme la Zone Est (cf notamment bassin hydrographique de la Rivière du Mât et affluents, aval de la Rivière Ste Suzanne etc...).

## **6) Conclusions :**

Dans le cadre du rapport d'Expertise et d'Etude précédent du 04-12-2013, l'[IDR\\_V5, Variante 4](#) aussi nommé par commodité [IDR\\_V5 final](#) a été retenu comme version stabilisée de l'IDR à utiliser pour tout le Plan de gestion des Masses d'Eau de la Réunion à venir.

Cette version évoluée de l'IDR a été adoptée au vu de l'amélioration des résultats qu'elle procure. En effet, elle a résolu de façon plutôt concluante les quelques problèmes de jeunesse antérieurement diagnostiqués. Mais il faut aussi noter une certaine évolution des notes de cette dernière version par rapport à celle de la Variante 1 de l'IDR\_V5, qui avait servi de base aux simulations d'Etat Ecologique données sur la base des réponses du compartiment diatomique (cf premier Rapport d'Expertise et d'Etude du 03-08-2013 préparatoire aux ateliers de Fin Août 2013). Il a donc fallu reprendre ce travail relatif à l'Evaluation d'Etat Ecologique à la base.

Le présent rapport récapitule l'important travail de simulation et d'examen de différents scénarios d'évaluation de l'Etat Ecologique à partir du maillon diatomique, qui a été réalisé à partir de début Octobre 2013 sur la base de cette dernière version d'IDR\_V5.

Outre que les notes d'indice ont un peu changé depuis la version précédente d'IDR, l'affectation des cours d'eau aux grands ensembles naturels a dû elle aussi évoluer en fonction des problèmes diagnostiqués.

Ainsi, les rivières des zones climatiques de transition Nord (Rivière des Pluies, Rivière St-Denis) et Sud (Rivière Langevin, Rivière des Remparts), qui subissent des variabilités naturelles interannuelles importantes en liaison avec la variabilité du régime pluviométrique, ont été rattachées à la Zone Ouest (W) plutôt qu'à la zone Est dans l'exercice précédent.

De ce fait, il a donc fallu reprendre la procédure de test de grilles d'interprétation des notes d'indice depuis le départ (calcul des valeurs de référence par zone géographique, maîtrise des variabilités naturelles...).

L'exercice de test de règles d'évaluation a été réalisé à 2 niveaux : 1) Evaluation des relevés individuels, sur la base des notes indiciaires obtenues, et 2) Etat Ecologique intégré à la station de cours d'eau, avec le recul apporté par la série de données complète actuellement disponible (incluant le rajout des données de 2 années de réseaux de surveillance de routine, 2011 et 2012).

Un tableur Excel fourni en pièce attachée contient tout le travail d'analyse de scénarios à partir du calcul de valeurs de référence pour les 2 grands ensembles naturels W et E pris en considération (les données de base, puis les calculs de référence figurant dans des feuilles en fond de tableur) <<Classement EE\_Relevés-Sites\_IDR-V5 Final Validé 14-12-2013.xls>>

En fin d'analyse, les scénarios qui nous semblent à recommander pour l'**évaluation au relevé** sont :

- **le scénario E2-3 pour la zone Est (E)**, qui est sous-tendu par la fixation de la limite de classe TBE-BE sur la base d'un percentile 20 des notes de référence pour cette zone et la fixation de la limite BE-EM à l'EQR 0,935;

- **le scénario W2-2 pour la zone Ouest (W)** incluant les cours d'eau de zones de transition climatique, qui est sous-tendu par la fixation de la limite de classe TBE-BE sur la base d'un percentile 20 des notes de référence pour cette zone et la fixation de la limite BE-EM à l'EQR 0,94.

Zone	Référence	TBE-BE	BE-EM	EM-ME	ME-TME
Ouest	1	<0,98	0,94	0,76	0,42
Est	1	<0,9875	0,935	0,74	0,4

*Tableau 10 : Grilles d'évaluation de l'Etat Diatomique au relevé sur les 2 zones naturelles de la Réunion*

Ces grilles d'évaluation de l'Etat Diatomique au relevé nous semblent **directement utilisables pour le Plan de Gestion à venir** et permettront la **figuration de cartes d'état au relevé par campagne de surveillance**.

En ce qui concerne cette fois l'**évaluation intégrée de l'Etat Ecologique de sites ou de masses d'eau sur tout ou partie d'un Plan de Gestion**, il faut garder en tête que l'agrégation temporelle d'informations de diagnostics au relevé produit mécaniquement une certaine détérioration de l'image que l'on peut capter de l'Etat Ecologique d'un site.

En effet, selon la DCE et en fonction de l'application d'une logique conductrice de type One Out-All Out (avec ou sans aménagements), le message le plus important capté dans une série temporelle n'est pas focalisé sur le résultat le plus fréquent, quelle que soit la façon de l'intégrer (par exemple valeur moyenne d'EQR), mais sur le résultat le plus pénalisant de la série.

Il nous était difficile dans cet exercice de préfigurer l'effet de règles d'agrégation temporelle pour l'évaluation de l'Etat Ecologique intégré d'un site ou d'une masse d'eau selon les façons de faire qui seront préconisées dans le futur Arrêté d'Evaluation à paraître prochainement. En effet, ces règles ne sont pas encore édictées et les Bassins devront s'y conformer très précisément pour faire le rapportage Européen dans les formes cadrées au niveau national.

Cependant, il nous est apparu utile d'intégrer toute l'information existante sur les sites suivis pendant le programme diatomées et ensuite dans les réseaux de surveillance, afin d'étudier l'effet de l'exercice d'agrégation selon plusieurs modalités testées et de repérer des façons de faire adaptées ou non à l'environnement naturel de la Réunion ainsi que, plus généralement, aux conditions naturelles des DOM tropicaux Îliens.

Le premier objectif était de tester des variantes de schéma d'intégration temporelle un peu aménagées en comparaison avec le principe d'One Out-All Out strict prôné par la DCE, qui donne des résultats manifestement trop sévères en métropole comme dans les autres Etats-membres Européens.

Le second était de balayer à nouveau les différents niveaux de calage des grilles d'EQRs au relevé et d'étudier leur résultat sur l'évaluation intégrée d'Etat Ecologique des sites de la Réunion suivis sur le plan diatomique. L'optimisation du niveau de calage et le repérage des règles d'agrégation les plus adéquates permet déjà d'évaluer avec le maximum de recul-données nécessaire et le plus justement possible l'état écologique intégré des sites ayant déjà fait l'objet d'un suivi, ce qui constitue le meilleur éclairage possible pour cerner l'état écologique réel de ces cours d'eau (cf Etat des Lieux diatomique initial du Plan de Gestion à venir).

La Réunion, avec ses forts reliefs, son régime saisonnier marqué et une fluctuation inter-annuelle assez forte du régime pluviométrique, subit des fluctuations résiduelles non négligeables de notation diatomique via l'IDR. Ceci est vrai sur son territoire entier, y compris sur des sites de référence absolument non suspects d'altération anthropique.

Cette variation naturelle importante est présente partout, mais se ressent encore un peu plus fortement sur la zone Ouest et sur les 2 zones de transition climatique Nord et Sud que sur la Zone Est plus régulièrement arrosée. Il en a été tenu compte de manière spécifique dans les calages de grilles interprétatives d'EQRs diatomiques par grand ensemble naturel. Il est indispensable de repérer l'amplitude de ces variations naturelles habituelles de notes, de les prendre en compte dans le système d'évaluation et de ne pas les confondre avec l'effet d'une anthropisation, afin de déboucher sur un diagnostic judicieux et équitable de l'altération anthropique.

Suite à l'examen des scénarios de règles d'intégration au site étudiés dans les feuilles "Etat Zone E intégré au site " et "Etat Zone W intégré au site " du tableur Excel joint , les scénarios qui nous semblent à recommander pour l'**évaluation intégrée d'Etat Ecologique au site**, avec le maximum de recul disponible (parfois 7 relevés, 5 du programme initial + 2 données complémentaires de réseaux) sont les suivants :

- **Zone Est (E) : scénario E2-3, tolérance 25 %** de profondeur de classe sur le relevé (lorsque 3 à 6 relevés disponibles) ou les 2 relevés (strictement dans le cas où il s'agit d'une requalification en TBE et où le recul de 7 relevés était disponible) arrivant dans la classe de qualité inférieure pour requalifier le statut d'une station ;
- **Zone Ouest (W) : Scénario W2-2, tolérance 25 %** de profondeur de classe sur le relevé (lorsque 3 à 6 relevés disponibles) ou les 2 relevés (strictement dans le cas où il s'agit d'une requalification en TBE et le recul de 7 relevés était disponible) arrivant dans la classe de qualité inférieure pour requalifier le statut d'une station.

En comparaison avec les résultats des autres scénarios étudiés, les résultats statistiques de classement d'état des scénarios qui nous semblent à recommander ont été présentés dans les Tableaux 5 et 6 pages 19 et 20. L'état écologique diatomique intégré le plus exact qu'il est aujourd'hui possible de définir pour ces sites de cours d'eau antérieurement suivis, avec le recul actuellement disponible, est présenté dans la Figure 4 page 21, carte b).

Ces résultats ne sont pas immédiatement transposables aux évaluations d'état qui seront à faire dans le cadre du futur Plan de Gestion (leurs modalités précises d'application, à paraître dans le prochain Arrêté d'Evaluation, ne sont pas encore édictées). Cependant, il paraît difficilement possible d'appliquer un principe d'OO-AO strict, qui risque de pénaliser injustement des sites avec baisse de note conjoncturelle liée à un événement hydroclimatique un peu excessif sans aucune intervention anthropique, des baisses de notes pouvant résulter d'épisodes à débits excessifs ou au contraire, insuffisamment soutenus avec élévation thermique *in situ*.

Il sera nécessaire d'adopter une méthode de modulation des conséquences de ces épisodes atypiques :

- soit en adoptant une marge de tolérance exprimée en pourcentage de profondeur de classe lorsqu'une valeur passe de façon inhabituelle en-dessous d'un seuil de classe,
- soit en agrégeant la donnée de façon à intégrer et moduler l'effet de la note la plus basse (par exemple, en calculant la moyenne de triplets de notes acquises au site). Il faudrait peut-être dans ce cas réviser et ajuster un peu à la hausse les grilles d'interprétation d'état intégré calées sur des valeurs moyennes.

Quelques points particuliers apparus pendant ces travaux sont à récapituler ci-dessous :

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

En pratique, cela ne présente pas d'intérêt particulier de continuer à échantillonner régulièrement ce site à l'avenir au titre d'un suivi de site de référence. Par contre, il serait souhaitable et assez facile de vérifier à une ou deux reprises, les années à venir, que l'effet de l'ambiance réductrice observé à ce site du Bras des Thermes sur les flores diatomiques disparaît assez vite vers l'aval (distance indicative à vérifier : 500 m), afin de prouver que les constats d'altération faits plus à l'aval à l'Escalier au à l'Illet Furcy sont bien déconnectés de la conséquence de cette particularité géochimique locale et résultent bien d'un effet anthropique (dont la nature précise resterait à éclairer plus précisément).

2) Un phénomène déjà remarqué avec la première version d'IDR se confirme avec cette version stabilisée d'indice (IDR\_V5) et avec le système d'évaluation proposé en accompagnement, à savoir que, au moins pour certaines rivières (Bras de Cilaos, Rivière Ste Suzanne aval, Rivière du Mât et affluents), les campagnes B et D, qui correspondent à l'approche de la saison hivernale, manifestent visiblement plus d'impact anthropique (cartes sensiblement plus « jaunes ») qu'à la saison d'approche de l'été austral (Campagnes A, C, E, F, G).

La petite approche sur la statistique d'évaluation faite au Chapitre 4 met clairement en exergue l'incidence de la saison de surveillance sur le diagnostic des altérations anthropiques diffuses.

Un diagnostic plus précis de l'origine de ces altérations saisonnières est difficile à distance car ces impacts sont dus à des usages locaux diffus sur le territoire et/ou saisonniers, mieux connus des gestionnaires de proximité que par des metteurs au point de méthodes biologiques résidant en métropole.

Dans le cas de Cilaos, à l'origine de ce diagnostic d'altération qu'on capte moins en Octobre-Novembre qu'en Avril-Mai, on peut penser notamment à des pollutions saisonnières correspondant à des usages dans le Cirque (hypothèses : pollutions vinicoles liées au travail dans les chais, pollutions chimiques autres en liaison avec des pratiques textiles, fréquentation touristique et augmentation de rejets domestiques...).

Pour les rivières de la Côte Est (type Rivière du Mât, Rivière Ste Suzanne aval), on peut penser plus particulièrement aux pratiques fertilisantes ou phytosanitaires, à l'assainissement individuel en zone peu densifiée et à leurs conséquences en matière de pollution diffuse et d'élévation du niveau de trophie des cours d'eau.

Pour l'avenir, il est maintenant clair qu'en fonction des caractéristiques d'intégration temporelle portées par ce maillon, **il vaut mieux réaliser les campagnes de surveillance diatomique après la saison des pluies et à l'approche de l'hiver austral** (Avril-mai, début à adapter selon profil météorologique saisonnier de l'année) plutôt qu'à l'approche de l'été austral, afin de permettre la détection plus judicieuse de l'impact de pollutions diffuses (qui nécessitent un reliquat suffisant de soutien hydrologique pour pouvoir être transférées jusqu'aux cours d'eau).

3) Autre cas spécifique qu'il paraît utile d'aborder : la station située sur la rivière de l'Est aval était considérée comme référence a priori, du moins sur le plan de la qualité des eaux. Or, d'une part cette rivière est le lieu d'une anthropisation liée à la gestion physique de la ressource en eau (présence de réservoirs et conduite forcée), d'autre part il semble qu'à certains moments, des pratiques à préciser, liées à la gestion de ces équipements, provoquent des impacts biologiques dans le cours d'eau, sur un compartiment diatomique pas spécialement réputé pour diagnostiquer des impacts physiques.

Ainsi 2 campagnes successives (campagne B, campagne C) ont été marquées par une réponse des flores à des altérations anthropiques. Ceci est peut-être à rapprocher au fait que, pour la Campagne C, des contraintes d'exploitation, a priori sur la gestion physique du cours d'eau, avaient conduit à différer notre autorisation de prélèvement sur ce site. Ce site -repère, qui ne mérite probablement pas de basculer vers l'état moyen, a servi à mieux positionner la limite BE-EM.

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

Au bilan, la version d'IDR\_V5 stabilisée, ainsi que le système d'évaluation proposé dans le présent rapport, donnent des résultats à la fois sensibles et convaincants, tant au regard des référentiels de chimie émanant de ces mêmes cours d'eau que de l'expertise de terrain disponible.

Il conviendra, au cours ou en fin du Plan de Gestion qui débute, de valider les résultats de l'indice et de ce système d'évaluation par l'utilisation d'un jeu de données indépendant de celui ayant servi initialement à concevoir l'IDR. Ces nouveaux référentiels pourraient être ceux acquis dans le cadre des réseaux de routine, qu'il faudrait compléter avec quelques sites fortement pollués (réseau de contrôle et de surveillance ?).