



RAPPORT D'ETUDE
VERSION FINALE

MARTINIQUE

SEPTEMBRE 2012



CARHYCE
Application du protocole aux rivières de la
Martinique



Pièce 1 : RAPPORT D'ETUDE

MARTINIQUE

SEPTEMBRE 2012



CARHYCE

Application du protocole aux rivières de la
Martinique

SOMMAIRE

I. Introduction.....	Erreur ! Signet non défini.
II. Descriptif succinct de la méthodologie des relevés sur site	2
III. Descriptif des stations et sites suivis	7
III.1 Rappel sur les spécificités des rivières de Martinique	7
III.2 Présentation des stations de mesure CARHYCE	8
IV. Problèmes rencontrés.....	21
IV.1 Sur le terrain	21
IV.2 Sur le logiciel de saisie.....	23
V. Propositions d'amélioration.....	24
VI. Cas spécifique des mangroves.....	26
VI.1 Présentation du milieu.....	26
VI.2 Adaptation du protocole Carhyce	27
VII. Interprétation des observations	30
VII.1 Généralités sur les forces motrices – pressions	30
VII.2 Évaluation des forces motrices – pressions – impacts au niveau des stations CARHYCE	32
VII.3 Synthèse	33
VIII. Conclusion.....	39
IX. annexes.....	40
IX.1 sommaire des annexes.....	40
IX.2 annexes	41

I. INTRODUCTION

La Directive Cadre sur l'Eau (DCE) impose désormais une prise en compte des caractéristiques physiques des milieux aquatiques dans le cadre du programme de surveillance des eaux. Cette caractérisation de l'état des masses d'eau est donc basée également sur leur état hydromorphologique. Des critères de caractérisation sont actuellement mesurés notamment par le protocole CARHYCE (développé par l'ONEMA) au droit des stations de surveillance. L'objectif à terme est de pouvoir relier les observations hydromorphologiques aux observations biologiques faites au niveau de ces mêmes stations.

L'objectif de la présente étude est de vérifier la pertinence et l'applicabilité de ce protocole pour les milieux tropicaux insulaires, proposer son adaptation éventuelle puis sa mise en œuvre au niveau des stations de surveillance de Martinique.

Elle se décompose en 4 étapes :

1. Adaptation (éventuelle) du protocole
2. Test du protocole
3. Renseignement d'une base de données
4. Retour d'expérience

La première étape de l'étude, qui a fait l'objet d'un rapport précédemment et d'un rapport de campagne, a consisté à analyser le protocole et proposer une adaptation compte tenu du contexte physique local.

Suite à cette première étape, les relevés terrain du protocole CARHYCE ont été réalisés durant la période de février à juin 2012.

Nous présenterons dans ce rapport le retour d'expérience suite à ces relevés de données hydromorphologiques selon le protocole validé (*annexe 1*) et une interprétation des observations terrains. Une attention particulière sera apportée pour les rivières situées dans une zone de mangrove.

II. DESCRIPTIF SUCCINCT DE LA METHODOLOGIE DES RELEVES SUR SITE

A. EVALUATION DES LARGEURS PLEIN BORDS MOYENNES (LEV-PB) ET LARGEURS MOUILLEES MOYENNES (LEV-M)

A l'arrivée sur site, une reconnaissance de la station HYDROBIO est réalisée. Suite à cette reconnaissance, nous déterminons la localisation du premier transect de la station CARHYCE (amont ou aval) en prenant en compte la présence ou non d'un seuil bétonné. Ensuite, nous mesurons deux largeurs Plein Bords (Lpb) et deux largeurs mouillées (Lm) le long de la station HYDROBIO. La troisième largeur Plein Bord (Lpb) et largeur Mouillée (Lm) sont mesurées au niveau du 1^{er} transect. Ces trois largeurs Plein Bords (Lpb) et largeurs Mouillées (Lm) mesurées nous permettent de déterminer les distances inter transects et inter points. Nous veillons à ce que la longueur CARHYCE soit supérieure à la longueur de la station HYDROBIO mentionnée sur la fiche descriptive.

Pour les transects réalisés hors de la station HYDROBIO, ils sont répartis, dans la mesure du possible, de manière homogène entre l'amont et l'aval. Les éléments influant cette répartition homogène sont la présence de seuil(s), l'accessibilité des berges et la localisation d'un radier sur le 1^{er} transect.

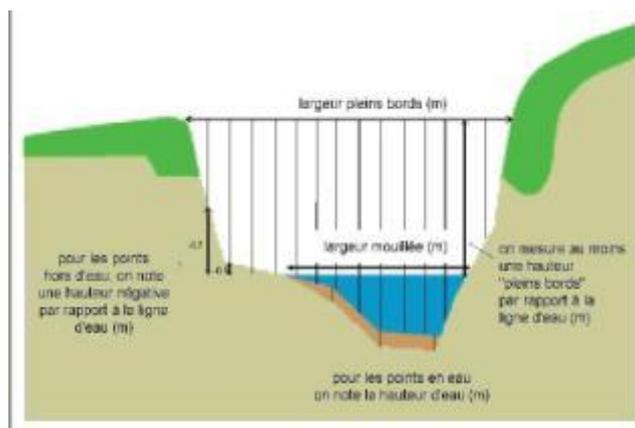
Enfin, nous fixons également, lors de cette reconnaissance, les mesures sur berges, soit à partir du bord de berge, soit du haut de berge (*cf explication au chapitre IV-I*)

B. RELEVÉ SUR LES TRANSECTS ET LES POINTS DE MESURE

La distance inter transect est mesurée au décimètre. Les transects sont matérialisés par un décimètre tendu de part et d'autre de la berge. Pour garantir que le décimètre soit à niveau, nous effectuons une mesure de la hauteur Plein Bord (Hpb) à proximité de la rive gauche et rive droite à l'aide d'une mire.



Le décimètre nous permet ensuite de nous repérer pour les mesures inter points. Pour un côté pratique, les mesures « hors d'eau » sont réalisées entre le décimètre et le sol. Le calcul de la valeur négative par rapport à la ligne d'eau est réalisé lors de la saisie des données sur le logiciel. Cette méthodologie, certes « consommatrice de temps » présente l'avantage d'éviter de noter sur la fiche de terrain des erreurs de calcul mental (données par la suite irrécupérables).



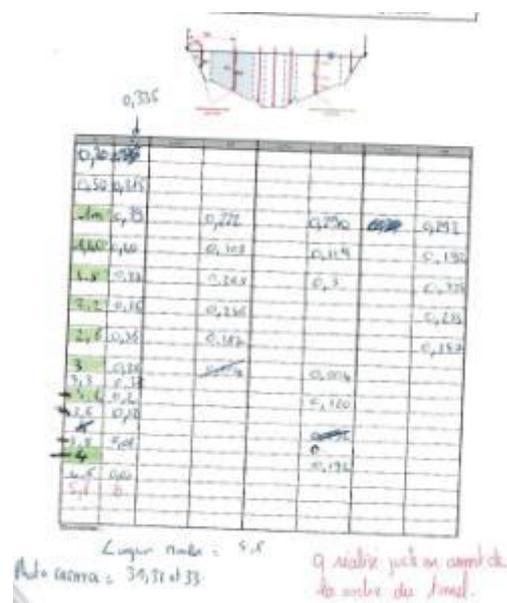
Pour déterminer la granulométrie aux points de mesure le long des transects, nous avons réalisé, pour les premiers relevés sur sites et de manière systématique, une mesure en mm de la largeur perpendiculaire à sa grande longueur. A l'aide de la fiche mémo technique sur la classification de la granulométrie de Wentworth modifiée, nous déterminons le nom de la classe granulométrique. Dans un second temps, nous réalisons cette détermination visuellement à partir d'un guide de classe. Une vérification par une mesure à l'aide d'un mètre est réalisée en cas de doute.

La description et la largeur de la ripisylve sont renseignées sur le terrain et une vérification à l'aide d'une orthophoto 2004 (2010 lorsque que celle-ci est exploitable) est réalisée au bureau.



C. MESURE DE DEBIT

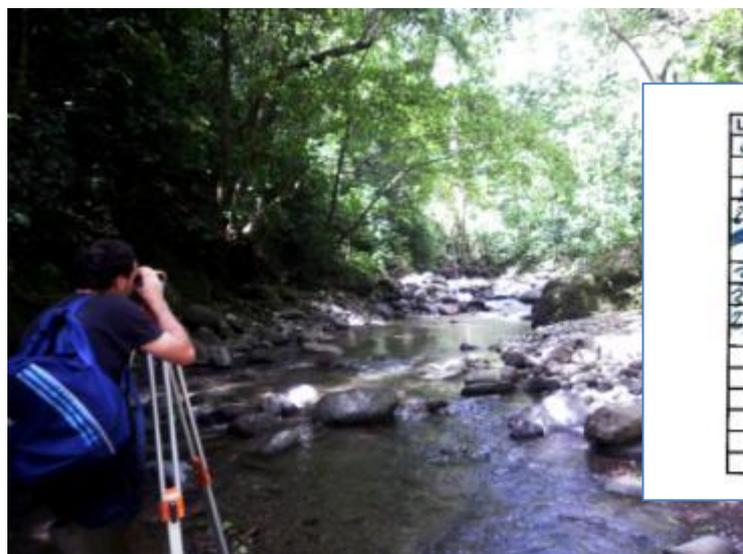
Les mesures de débit sont réalisées après la réalisation des relevés sur les 15 transects. Un faciès est repéré précédemment pour réaliser cette mesure. Nous privilégions des faciès du type plat courant ou plat lentique. Sinon, nous choisissons une section mouillée présentant un minimum de turbulence. Un « nettoyage », dans la limite du possible, des éléments grossiers en amont et en aval de cette section est réalisé si nécessaire.



Certaines mesures n'ont pas pu être réalisées avec un niveau d'étiage sec conformément au protocole CARHYCE. Toutefois, les mesures ont été réalisées avec un niveau d'eau avoisinant. L'*annexe 7* récapitule les rivières susceptibles d'être concernées par une mesure de débit supérieure à celle d'un niveau d'étiage sec.

D. MESURE DE LA PENTE

La pente est mesurée dans la quasi-totalité des cas entre le 1^{er} transect et le dernier transect de la station CARHYCE. En effet, le matériel topo en notre possession ne permettant pas de donner une longueur entre la mire et la visée, nous nous sommes donc « limités » à la longueur de la station CARHYCE.



Lectures arrière(m)	Lectures avant(m)	
2,35 - 0,2	0,30 - 0,14	L station = L CARHYCE
2,25 - 0,14	0,98 - 0,04	
2,38 - 0,04	0,65 - 0,16	
1,34 - 0,16	1,07 - 0,31	
3,38 - 0,34	1,57 - 0,55	
2,69 - 0,55	1,25 - 0,10	
2,18 - 0,10	1,13 - 0,32	

NB : le marquage sur un élément fixe du paysage à la bombe des transects 1, 5, 10 et 15 permettent de se repérer de manière précise.

E. COLMATAGE ET GRANULOMETRIE SUR RADIER

Le colmatage est réalisé uniquement sur les cours d'eau dont la granulométrie du lit mineur permet l'installation des bâtonnets. Ces sont les rivières à granulométrie fine. Il est arrivé également que nous puissions effectuer le colmatage uniquement sur un seul transect (au lieu de deux transects comme mentionné dans le protocole CARHYCE) ou sur 2 transects mais avec un nombre de bâtonnet inférieur à 8. L'*annexe 7* récapitule les stations concernées ou non par une mesure de colmatage. Pour les rivières concernées par le colmatage, vous trouverez également le nombre de bâtonnet concerné et les notes de colmatage.



Pour la rivière des Coulisses à Petit Bourg, nous n'avons pas réussi à retrouver les bâtonnets sur la station malgré nos 3 essais. Ainsi, nous nous sommes basés sur la note de colmatage d'une rivière présentant des caractéristiques similaires (Petite Rivière à la Brasserie Lorraine) pour évaluer la qualité du colmatage au droit du site.

La granulométrie sur radier est réalisé sur le radier présentant la charge grossière la plus importante de la station CARHYCE et conformément au protocole CARHYCE.

F. LES DONNEES RELEVES SUR SITE

Les fiches de saisie où sont relevées les données terrains sont également jointes au présent rapport. Ces fiches sont classées par ordre croissant de la référence CARHYCE et par station. Les éléments communiqués sont :

- La fiche de présentation de la station ;
- La fiche de relevé pour la mesure du débit ;
- La fiche de relevé pour la mesure de pente ;
- La fiche de relevé pour la mesure de la granulométrie sur radier ;
- La fiche de relevé des 15 transects ;
- Les photos prises sur la station CARHYCE ;

Un tableau récapitulatif des pentes et débits mesurés est disponible en *annexe 7*.

G. RETOUR D'EXPERIENCE

La réalisation des relevés hydromorphologiques selon le protocole CARHYCE sur les rivières de Martinique est difficile à planifier car les mesures sur le terrain dépendent directement des conditions climatiques. Le carême pluvieux de l'année 2012 a conduit à reporter de nombreuses journées prévues aux relevés terrains. La gestion des plans de charge du personnel de terrain devient également difficile à organiser.

Les rivières de Martinique sont des rivières torrentielles du fait des pluies tropicales et d'un relief marqué sur l'ensemble du territoire. Le volume important d'eau apporté par ces pluies sur une courte durée et un temps de réponse faible configurent de manière naturelle les rivières avec des largeurs Plein Bords (Lpb) disproportionnées par rapport aux largeurs Mouillées (Lm) que nous observons lors d'un débit d'étiage. Dans le cadre du protocole CARHYCE, les inter- points sont calculés en divisant par 7 la largeur mouillée. De ce fait, le nombre de mesures par transect est conséquent et d'autant plus compliqué à réaliser par la présence d'une végétation tropicale sur berge dense et parfois impénétrable. Ainsi, il ne nous paraît pas indispensable de réaliser autant de mesures par transect sur les rivières torrentielles pour caractériser leur géomorphologie, eu égard à l'énergie spécifique des cours d'eau.

La durée nécessaire pour réaliser le protocole CARHYCE dans son ensemble sur une station est d'environ un jour. Les fortes intempéries localisées et couplées à un temps de réponse court que nous rencontrons sur les bassins versants des mornes en Martinique peuvent mettre en péril à n'importe quel moment dans la journée les mesures déjà réalisées sur la station par une montée rapide des eaux. Il est ainsi conseillé de s'assurer d'une faible probabilité de passage nuageux dans le secteur concerné par la station de mesure CARHYCE sur deux à trois jours consécutifs afin de réaliser les mesures du protocole sur son ensemble dans des conditions hydrologiques les plus favorables.

Enfin, il est important de réaliser les relevés terrains avec une équipe composée au minimum de trois personnes pour les rivières de Martinique. Un changement de rôle tous les cinq transects s'est avéré efficace et surtout, garantit une fiabilité des mesures prises sur le terrain (pas de lassitude du personnel de terrain dans la journée).

III. DESCRIPTIF DES STATIONS ET SITES SUIVIS

III.1 RAPPEL SUR LES SPECIFITES DES RIVIERES DE MARTINIQUE

La Martinique est une île montagneuse tropicale de l'archipel des Caraïbes, située sur l'Arc Antillais. Cette île de taille modeste (64 km de long sur 24 km de large) présente les caractéristiques physiques suivantes :

- au Nord Ouest, les « pitons » avec un relief marqué constitués par les cônes volcaniques récents (Montagne Pelée 1397 m) ;
- au Sud, les « mornes », formations volcaniques plus anciennes, érodées, culminant à 500 m ;
- au Centre, une grande plaine alluviale (dite du « Lamentin » traversée par la rivière la Lézarde).

A. RESEAU HYDROGRAPHIQUE

Le réseau hydrographique de la Martinique est plus dense dans le Nord de l'île du fait de précipitations plus importantes (conséquence de l'orographie / relief marqué). Ce réseau est marqué par un nombre important de cours d'eau et bassins versants indépendants. Le plus important d'entre eux est celui de la Lézarde.

Une caractéristique des rivières de Martinique est qu'une majorité des bassins ne couvrent que quelques km². Toutefois, nous pouvons distinguer deux grands ensembles hydrographiques :

- au nord, les rivières issues :
 - o de la Montagne Pelée qui sont marquées par un cours relativement rectiligne et des fortes pentes ;
 - o des Pitons du Carbet caractérisées par une morphologie plus diversifiée avec notamment des méandres en partie aval.
- au sud, des bassins versants moins allongés avec des vallées plus larges. Les reliefs et les pentes sont globalement moins marqués, exceptés en tête de bassin versant, avec des débits hors période pluvieuse très faible. Dans les derniers kilomètres, la pente devient très faible jusqu'à s'annuler en zone de mangrove.

Vous trouverez en *annexe 2* une cartographie relative au réseau hydrographique de la Martinique.

B. HYDRO-ECOREGIONS

Les rivières de Martinique peuvent être classées en trois hydro-écorégions selon des déterminants géophysiques et climatiques :

- Les « **Pitons du Nord** », aux fortes pentes, dénivelés importants, aux régimes plus contrastés et au module annuel soutenu ;
- Les « **Mornes du Sud** » au relief de collines avec des zones alluviales très réduites à l'embouchure des rivières ;
- la « **plaine du Lamentin** », plaine alluviale aux pentes nulles traversée par la rivière la Lézarde, limitée par la mangrove ou la côte d'une part, et le bas des versants d'autre part.

Pour le **cas de la rivière Lézarde**, elle possède les **trois types de caractéristiques** suivants les secteurs.

Vous trouverez en *annexe 3* une cartographie relative aux hydro-écorégions de la Martinique.

C. MORPHO DYNAMIQUE

Sur le plan morpho-dynamique, et à l'échelle de chaque rivière principale, il ressort les trois zones distinctes suivantes :

- un tronçon montagneux en amont (production érosive) ;
- un tronçon de plaine côtière ;
- un tronçon aval dont le niveau varie avec les marées (dépôts vaseux).

III.2 PRESENTATION DES STATIONS DE MESURE CARHYCE

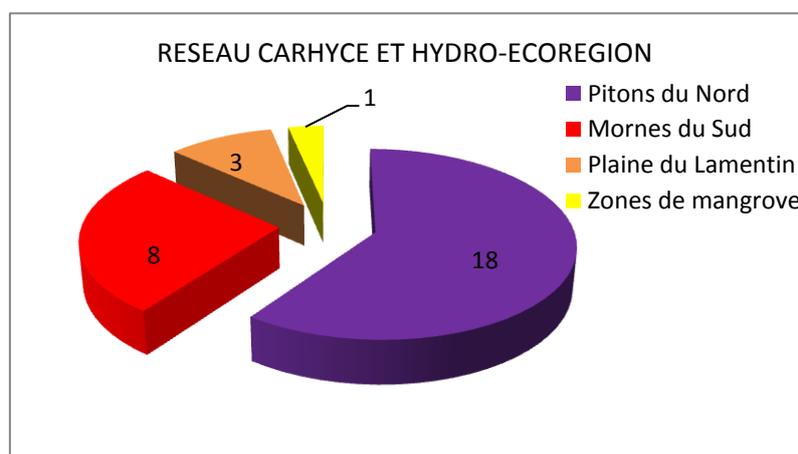
A. A L'ECHELLE DE LA STATION

Il existe 30 stations de mesure CARHYCE réparties sur l'ensemble du territoire. La répartition des stations sur le réseau hydrographique est présentée en *annexe 4*. Ces stations sont également récapitulées dans le tableau ci-après :

Ref CARHYCE	RIVIERE	STATION	HYDRO-ECOREGION	Code SANDRE
1	Rivière Capot	Pr AEP	Pitons du Nord	08115101
2	Rivière du Lorrain	AM Confluence Pirogue	Pitons du Nord	08203101
3	Rivière du Galion	Gd Galion	Mornes du Sud	08225101
4	Rivière Oman	Dormante	Mornes du Sud	08824101
5	Rivière des Coulisses	Petit Bourg	Plaine du Lamentin	08803101
6	Rivière Lézarde	Palourde	Pitons du Nord	08501101
7	Rivière Case Navire	Bourg Schoelcher	Pitons du Nord	08302101
8	Grand Rivière	Stade	Pitons du Nord	08102101
9	Rivière Bezaudin	Pont RD 24	Pitons du Nord	08213101
10	Rivière Lézarde	Pont RN1	Plaine du Lamentin	08521102
11	Rivière Lézarde	Gué Désirade	Mornes du Sud	08521101
12	Rivière Petite Lézarde	Pont Belle Ile	Mornes du Sud	08504101
13	Rivière Madame	Pont des chaînes	Pitons du Nord	08423101

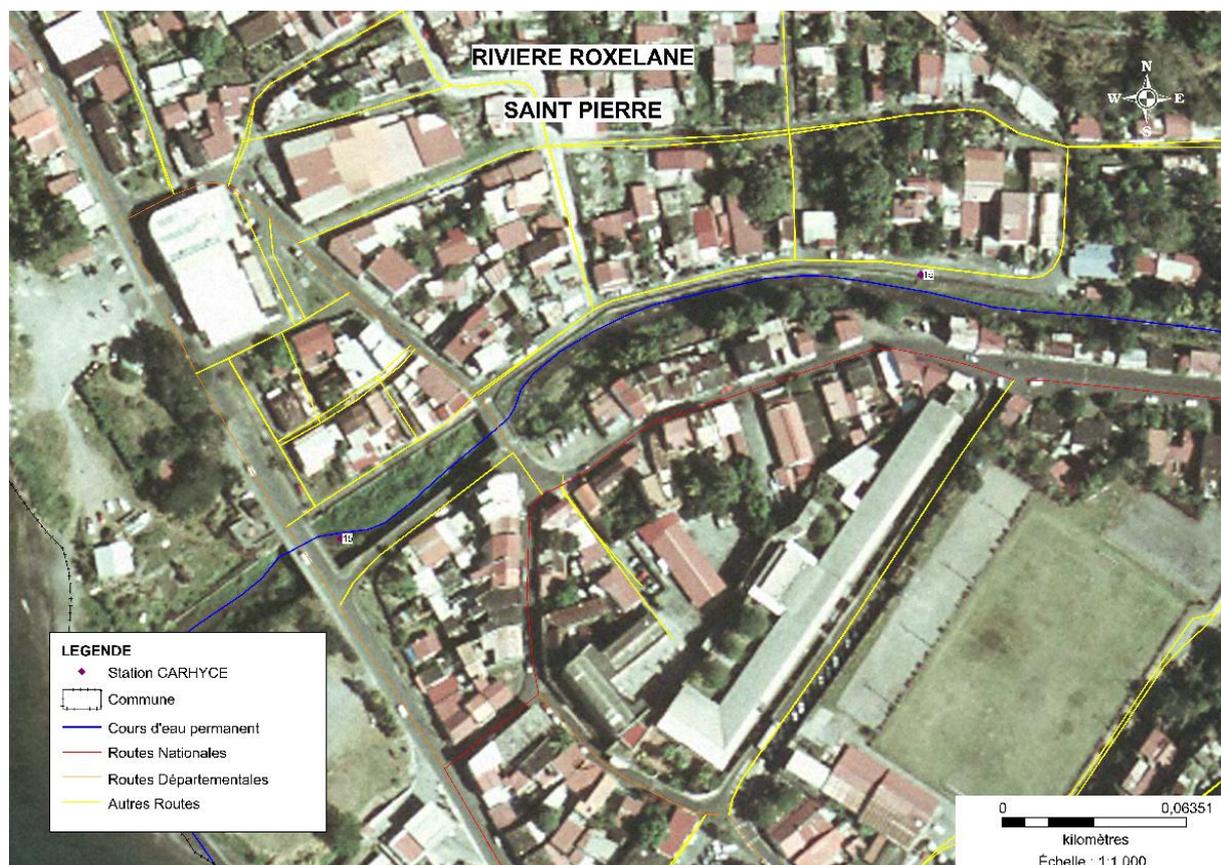
14	Rivière du Carbet	Fond Baise	Pitons du Nord	08322101
15	Rivière Rolexane	St Pierre	Pitons du Nord	08329101
16	Grand rivière	Trou Diabliesse	Pitons du Nord	08101101
17	Rivière du Lorrain	Trace des Jésuites	Pitons du Nord	08201101
18	Rivière du Galion	Gommier	Pitons du Nord	08811101
19	Grande Riviere Pilote	Beauregard	Mornes du Sud	08811101
20	Rivière Duclos	Tunnel Didier	Pitons du Nord	08301101
21	Rivière du Carbet	Source Pierrot	Pitons du Nord	08320101
22	Rivière du Vauclin	Pont RD5	Mornes du Sud	08703101
23	Rivière Anse Céron	Hab Céron	Pitons du Nord	08014101
24	Rivière du Lorrain	Séguineau	Pitons du Nord	08205101
25	Rivière des 2 courants	Pont Séraphin	Mangroves	08616101
26	Grande Riviere Pilote	Amont Bourg	Mornes du Sud	08813103
27	Rivière Monsieur	Pont de Montgérald	Pitons du Nord	08412102
28	Petite Rivière	Brasserie Lorraine	Plaine du Lamentin	08533101
29	Petite Rivière Pilote	Pont Madeleine	Mornes du Sud	08812101
30	Rivière Blanche	Pont d'Alma	Pitons du Nord	08511101

Le graphique ci-après récapitule la répartition du réseau CARHYCE selon les hydro-écorégion de la Martinique :



Nous ajoutons aux 3 hydro-écorégions sus mentionnées la mangrove afin de permettre une prise en compte de ces milieux ultérieurement.

Une carte propre à chaque station est également disponible en *annexe 5*.



Il est précisé que l'ensemble des stations de mesure CARHYCE est considéré comme prospectable à pieds selon la définition du terme repris dans le protocole CARHYCE (*annexe 1*). En effet, le nombre de points de mesure inaccessibles est nettement inférieur aux 30% tolérés. Les surfaces mouillées inaccessibles se concentrent généralement dans une mouille et plus occasionnellement dans une zone qui a subi un agrandissement anthropique en profondeur du lit mineur pour l'installation d' une pompe d'irrigation.

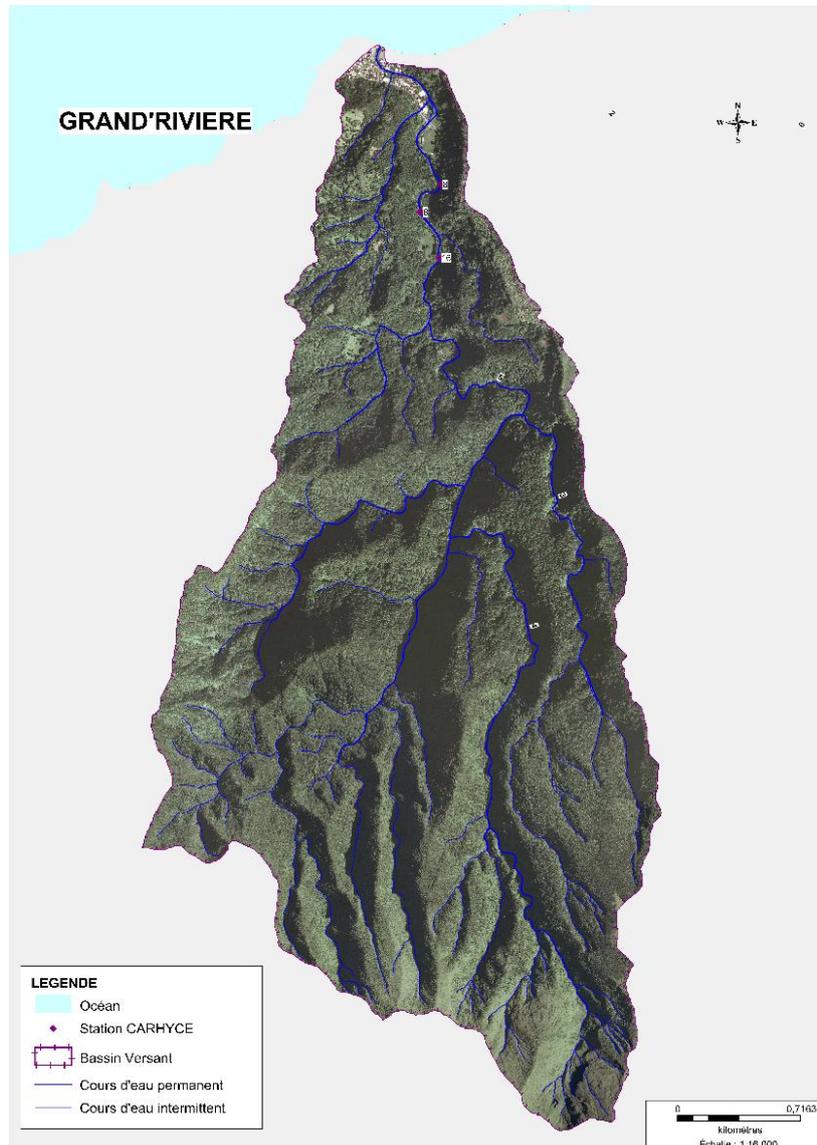
Néanmoins, l'ensemble du réseau hydrographique de Martinique ne peut pas être considéré comme prospectable à pieds car certains tronçons situés en embouchure des rivières et sous influences de la marée peuvent atteindre des profondeurs d'eau nettement supérieures à 1,50 mètres.

B. A L'ECHELLE DU BASSIN VERSANT

Une représentation cartographique des bassin-versants des stations CARHYCE est disponible en *annexe 6*. Cette représentation cartographique permet d'appréhender les grandes caractéristiques de l'occupation des sols des bassins versants concernés par une station de mesure CARHYCE. Ces grandes caractéristiques peuvent être définies en 5 classifications :

- Urbanisation dense ;
- Urbanisation dispersée à caractère naturel ;

- Urbanisation dispersée à caractère agricole ;
- Agricole ;
- Naturel.



IV. PROBLEMES RENCONTRES

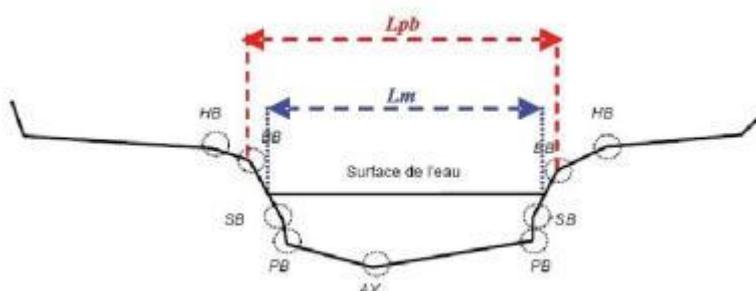
IV.1 SUR LE TERRAIN

Le problème majeur rencontré sur le terrain est l'accessibilité des berges. En effet, ce problème d'accessibilité est de plusieurs ordres :

- Berges abruptes avec une hauteur Plein Bord (Hpb) pouvant atteindre plus de 5 mètres ;
- Berges avec une végétation dense nécessitant des moyens mécaniques pour faciliter son accès :
 - o « herbes couteaux » et acacias ;
 - o Bambous ;
 - o Forêt tropicale.

Ainsi, pour répondre aux exigences du protocole CARHYCE, les méthodes utilisées sont :

- extrapolation des mesures sur haut berge sur quelques transects à partir de données relevées plus en amont ou en aval. Les rivières principalement concernées sont rivière Monsieur au Pont de Montgérald (Réf 27), rivière Madame au Pont des Chaines (Réf 13) et rivière Lézarde au Pont RN1 (Réf 10). Toutefois, cette méthode utilisée reste exceptionnelle sur l'ensemble des sites ; Ces rivières ont pour caractéristiques communes des berges fortement remblayées et anthropisées, présentant ainsi une certaine uniformité le long de la station CARHYCE.
- réalisation des mesures sur berge à partir du « bord de berge » au lieu du « haut de berge ». Cette méthode a été privilégiée sur une majorité des cours d'eau. L'*annexe 7* récapitule les rivières concernées.



Le choix sur la hauteur de berge de référence (« bord de berge » ou « haut de berge ») est fixé lors de la reconnaissance de la station. Le choix retenu est ensuite appliqué sur l'ensemble des 15 transects afin d'avoir une homogénéité sur les relevés pour chaque transect de la station.

- Le positionnement du décimètre sur les berges :

Un autre problème rencontré est celui du positionnement du décimètre sur les extrémités de la berge. Il est arrivé que nous ne puissions pas tendre le décimètre selon le bord de berge/haut de berge. Nous installons le décimètre sur un point de la berge le permettant. Ensuite, nous ajoutons aux points de mesure hors eau, à la largeur Plein Bord (Lpb) et hauteur Plein Bord (Hpb) mesurée à partir du décimètre, la différence mesurée à la mire entre le décimètre et le bord de berge/haut de berge.

Enfin, le dernier problème est inhérent au **contexte climatique et à la forte réactivité** de la majorité des rivières Martiniquaises. La montée des eaux est brutale (plus particulièrement sur le Nord de l'île) et il arrive pour certaines rivières, un arrêt des mesures en cours nécessitant une reprise à « zéro » du protocole ultérieurement. Ainsi, nous apportons une attention particulière aux prévisions météorologiques pour se rendre sur le terrain afin d'optimiser en terme de temps et de qualité les relevés terrains sur des périodes relativement sèches.

IV.2 SUR LE LOGICIEL DE SAISIE

Nous avons observé des écarts entre les données relevées sur le terrain (conformément au protocole fourni) et les données à saisir dans le logiciel.

Ils concernent :

- Substrat minéral : uniquement « Dalle », nous ne pouvons pas renseigner « Roche Mère » ou « lit bétonné »;
- Ilots : nous ne pouvons renseigner les points de mesure sur des ilots qu'en remarque générale du transect ;
- Type de ripisylve : nous ne pouvons pas saisir au-delà d'un type de ripisylve. Il est fréquent de rencontrer, plus particulièrement pour les rivières du Nord, de la végétation tropicale dense parsemée de bambou ;
- Distance inter point : du fait de l'inaccessibilité de certaines berges, nous avons réalisé occasionnellement des mesures inter points décalées par rapport à ceux de la station. Il n'est pas possible d'intégrer ce décalage dans le logiciel de saisie ; Nous mentionnons en remarque générale du transect ces distances inter points ;
- Facies d'écoulement : nous ne pouvons pas saisir plus d'un type de facies. Parfois, nous rencontrons pour les largeurs mouillées importantes deux types de facies. Le facies renseigné dans la base de donnée correspond au facies dominant ;
- Colmatage : Nous ne pouvons pas intégrer la hauteur du bâtonnet à laquelle la mesure a été réalisée (il est arrivé que nous ne puissions pas « planter » le bâtonnet sur 30 cm).

V. PROPOSITIONS D'AMELIORATION

Bien que les différents éléments du protocole initial aient été testés et validés par l'ONEMA, nous considérons le protocole CARHYCE initial comme applicable pour les rivières de Martinique, à l'exception de quelques adaptations et du cas des rivières soumises à marée et/ou situées dans une zone de mangrove.

Adaptations proposées :

✓ **Selon nous, une souplesse doit être accordée pour les mesures sur berge.**

Dans le cas où il est impossible d'accéder au bord ou en haut de berge, il serait intéressant de préciser les modalités à suivre selon les scénarii suivants :

- impossibilité de positionner le décimètre en bord ou haut de berge : nous proposons que le décimètre soit tendu sur un autre point de berge. Il faudra veiller à ce que les valeurs inter points coïncident avec l'ensemble de la station CARHYCE afin que les données relevées sur le transect puissent être exploitable par la suite.
- berge inaccessible et quasi uniforme sur la station CARHYCE suite à un recalibrage du cours d'eau : nous proposons dans ce cas la méthodologie suivante :
 - conserver la largeur Plein Bord (Lpb) et hauteur Plein Bord (Hpb) du transect précédent A;
 - mesurer la largeur Mouillée (Lm) du transect B ;
 - réaliser les points de mesure uniquement sur cette largeur Mouillée (Lm) du transect B ;
 - faire la différence entre la largeur Mouillée (Lm) A et la largeur Mouillée (Lm) B.

Si la différence est **inférieure à une distance inter point**, nous pourrions conserver le même nombre de mesures sur berge que le transect précédent ;

Prenons par exemple une station CARHYCE avec une distance inter point de 1m:

Transect A : Lpb = 8,5 m ; Hp = 5m ; Lm = 3 m

P1 = -4; P2 = -2.5; P3 = - 0.75; P4 = 0.30; P5 = 0.55; P6 = -1.80; P7 = -3.80; P8 = -4.50

Transect B (extrapolation à partir du transect A) : Lpb = 8,5 m ; Hp = 5m ; Lm = 3.8 m

P1 = -4; P2 = -2.5; P3 = - 0.75; P4 = 0.26; P5 = 0.43; P6 = -1.80; P7 = -3.80; P8 = -4.50

Si la différence est **supérieure à un ou plusieurs inter point**, il faudra veiller à réduire l'équivalence en nombre de mesure sur berge et ajuster le point de mesure sur berge le plus proche du lit mouillée en fonction de la réalité du terrain.

Prenons par exemple une station CARHYCE avec une distance inter point de 1m:

Transect A : Lpb = 8,5 m ; Hp = 5m ; Lm = 3 m

P1 = -4; P2 = -2.5; P3 = - 0.75; P4 = 0.30; P5 = 0.55; P6 = -1.80; P7 = -3.80; P8 = -4.50

Transect B (extrapolation à partir du transect A) : Lpb = 8,5 m ; Hp = 5m ; Lm = 4.5 m

P1 = -4; P2 = -1.6; P3 = 0.46; P4 = 0.23; P5 = 0.08; P6 = -1.80; P7 = -3.80; P8 = -4.50

Par ailleurs, nous ne reviendrons pas sur les propositions d'adaptation sur la détermination des distances inter transects et des points de mesure. En effet, les consignes établies dans le protocole initial nous paraissent de manières générales pertinentes (bien que surabondantes pour les rivières torrentielles) et l'ONEMA a réalisé des tests statistiques validant ces derniers.

Toutefois, une approche différente pourrait être également pertinente. Il s'agirait de renseigner uniquement les caractéristiques morphologiques du transect et de la profondeur de la largeur miroir

(points de décrochement de la berge, début et fin de la largeur Mouillée (Lm), début et fin d'un îlot, etc.) avec une distance inter point libre. Pour cela, une refonte du logiciel de saisie serait nécessaire.

- ✓ **Concernant la mesure de débit : pour les rivières situées dans une hydro-écorégion du type "Pitons du Nord" et à faible débit lors du carême (saison sèche), le relevé de la hauteur d'eau et de la géométrie du lit pourraient permettre d'évaluer le débit à partir de formules classiques type manning strickler.**
- ✓ **Enfin, la mesure par bâtonnets ne nous paraît pas indispensable pour caractériser les rivières situées dans l'hydro écorégion Pitons du Nord.**
- ✓ **Par ailleurs, il serait intéressant de pouvoir renseigner sur le logiciel de saisie, en dehors d'une remarque sur le transect général, les données relevées sur le terrain suivantes :**
 - la présence d'une falaise faisant office de berge ;
 - la roche mère, en complément à la dalle argileuse ;
 - le lit artificiel, en complément à la dalle argileuse
 - la présence de matériaux de remblai sur berge, qui sont à la fois naturelle et artificielle ;
 - la présence de végétaux naturels et exogènes sur la berge ;
 - les points de mesure sur îlot ;
 - Et idéalement, cette base de données pourrait être reliée directement à un SIG, ce qui permettrait de valoriser les données de cette première campagne d'une part, et de croiser avec d'autres données réalisées par ailleurs.
- ✓ **Il nous paraîtrait également judicieux que les relevés soient plus fréquents qu'un tous les 6 ans pour les rivières non évaluées en bon ou excellent état hydrographique.** Le contexte climatique et physique local (crues rapides, intenses, et récurrentes) a un impact positif sur les capacités du cours d'eau à se « régénérer ». Ainsi, un suivi plus régulier des cours d'eau plus ou moins anthropisés ou dégradés pourrait permettre d'évaluer l'évolution hydromorphologique selon la pluviométrie rencontrée durant la période séparant ces 2 mesures.
Ainsi nous proposons :
 - tous les **6 ans** pour les cours d'eau évalués en **bon** ou **excellent** état hydromorphologique ;
 - tous les **4 ans** pour les cours d'eau évalués en **correcte** ou **moyen** état hydromorphologique ;
 - tous les **2 ans** pour les cours d'eau évalués en **mauvais** ou **très mauvais** état hydromorphologique.

Au vu des caractéristiques des rivières de Martinique, une diminution du nombre de points de mesure par transect ne nous semble pas de nature à perdre en qualité de description (eu égard à l'énergie spécifique des cours d'eau) mais permettrait a contrario de limiter le temps entre les mesures sur les transects et celle du débit, compte tenu de la variabilité rapide du régime du cours d'eau.

✓ **D'un point de vue organisationnel, il nous semble pertinent :**

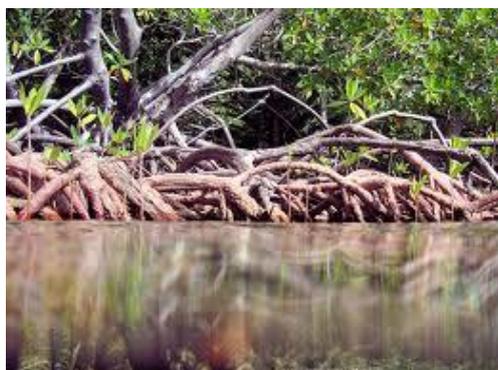
- que l'équipe en charge des relevés soit destinataire quotidiennement des relevés pluviométriques et hydrométriques.
- que l'équipe soit à minima constituée de 3 personnes pour un cours d'eau avec une largeur Plein Bord (Lpb) supérieure à 6 mètres ;

VI. CAS SPECIFIQUE DES MANGROVES

Bien qu' aucune station à caractériser ne soit située en mangrove, il nous a paru pertinent de rajouter au rapport ce cas typologique spécifique.

VI.1 PRESENTATION DU MILIEU

La mangrove est une formation exclusivement tropicale. Elle s'étend sur 1800 ha en Martinique. La mangrove se localise sur les sols vaseux et diversement inondés par les marées, particulièrement dans les estuaires et culs-de-sac marins. Sa végétation est caractérisée par la forêt à palétuviers, dont les différentes espèces se répartissent selon un gradient de salinité.



Les végétaux, vivant sur un sol gorgé d'eau, ont des racines qui possèdent de remarquables structures morphologiques (racines-échasses et pneumatophores). Malgré sa pauvreté floristique, cette formation végétale est très importante : elle colonise le milieu marin, fixe les côtes (elle constitue une protection contre l'érosion), capte les sédiments et constitue un biotope extrêmement riche pour de nombreux organismes marins.



Herbiers à Thalassia

La mangrove comprend quatre zones bien distinctes :

- **Herbiers** (végétation sous marine) ;
- **Mangrove de bord de mer** (ou front de mer) recouverte en permanence par la mer et colonisée par le Palétuvier rouge ;

- **Mangrove arbustive**, zone de transition de la marée, recouverte uniquement par la marée haute et colonisée par le palétuvier gris ;

- **Zone de transition avec la terre ferme** : le sol est périodiquement immergé. C'est le domaine du Palétuvier gris et du Palétuvier blanc. Tous deux ne possèdent ni racines-échasses ni pneumatophores.

Enfin, à la limite des eaux salées et des eaux douces, se développe en Martinique la Fougère dorée. Cette espèce pantropicale est souvent disposée en bandes continues limitant ainsi la mangrove vers les terres. La fougère dorée est parfois accompagnée par le roseau-rivière, typique avec ses épis plumeux qui borde l'embouchure de certaines rivières.

Ainsi, les mangroves sont des forêts tropicales inondées situées sur le littoral. Cette situation entraîne une salinité des eaux (jusqu'à 30-32 g/l) variable en fonction du balancement des marées, des éventuels apports d'eau douce des rivières et du sol diversement inondé particulièrement instable, boueux et pauvre en oxygène. Les forêts marécageuses situées en arrière mangrove ou à l'intérieur des terres, ne subissent pas l'influence du sel. Leur contrainte principale consiste aussi à résister à un sol inondé, instable et asphyxiant.

VI.2 ADAPTATION DU PROTOCOLE CARHYCE

Nous estimons que l'intégration de stations de mesures CARHYCE dans un milieu de mangrove nécessitera :

- une bonne connaissance du territoire sur la délimitation des 3 zones de mangrove dans le passé et sur l'évolution de ces milieux jusqu'à nos jours ;
- la prise en compte de 3 nouveaux facteurs :
 - la connectivité du lit mineur au milieu environnant;
 - la présence ou non de palétuviers;
 - en cas de présence de palétuviers : l'(les) espèce(s) de palétuvier(s) présente(s) sur site.

Comme présenté dans le paragraphe précédent, il existe différentes zones dans une mangrove. L'adaptation proposée du protocole CARHYCE sera fonction de la position de la station CARHYCE à travers ces zones.

A. MANGROVE DE BORD DE MER ET MANGROVE ARBUSTIVE.

Il n'existe pas un réel intérêt à positionner une station CARHYCE sur un tracé de cours d'eau situé dans une zone de mangrove en permanence sous influence du niveau de la mer. Par contre, il est intéressant d'avoir une station de mesure de référence sur une portion de cours d'eau sous influence de la marée ou de la fluctuation du niveau de la mer.

Toutefois, il est possible que des stations de mesures soient actuellement positionnées sur un milieu anthropisé par l'homme et qui était auparavant une zone de mangrove.

Nous pouvons rencontrer deux cas :

- sur des rivières aménagées afin de faciliter l'écoulement des eaux douces vers la mer et la navigation ;
- sur des rivières dont le lit moyen et majeur sont aménagés au profit d'une mise en valeur agricole ou/et immobilière.

Pour ces stations de mesure, il n'y a pas d'intérêt à conserver le protocole initial. De plus, certaines mesures sont irréalisables (débit, pente de la ligne d'eau, colmatage, granulométrie sur radier). Les relevés

hydromorphologiques proposés ne porteront que sur la végétation rivulaire, du milieu environnant et sur la connectivité entre le lit mineur et son milieu environnant.

B. ZONE DE TRANSITION AVEC LA TERRE FERME

Cette zone n'est pas soumise à la marée. Il est donc possible d'appliquer le protocole CARHYE initial en ajoutant les 3 nouveaux paramètres spécifiques au relevé de mangrove.

C. QUELQUES EXEMPLES



Rive gauche : mangrove détruite au profit d'une zone d'activité

Lit mineur : recalibré pour favoriser l'écoulement des eaux et protéger des inondations les zones à enjeux économiques.



Rive gauche : connectivité entre le lit mineur et majeur supprimée + palétuviers supprimés sur berge

Rive droite : mangrove détruite au profit d'une zone urbanisée + palétuviers supprimés sur berge

Lit mineur : recalibré pour favoriser l'écoulement de l'eau et protéger les zones à enjeux économiques des inondations.



Rive gauche et droite : Palétuviers sur berge et connectivité entre le lit Cas mineur et majeur conservés.

Lit mineur : faiblement dragué pour favoriser la navigation de petits bateaux à moteur

D. CAS DE LA RIVIERE DES 2 COURANTS

Dans le cadre du protocole CARHYCE, la rivière des 2 courants (Réf CARHYCE 25) est un cas de rivière soumise à la marée ou à la fluctuation du niveau de la mer. La végétation actuelle des berges et l'urbanisation du lit majeur ne font pas penser à une rivière de mangrove. Toutefois, nous avons observé lors de l'application du protocole CARHYCE initial l'impossibilité de réaliser l'ensemble des mesures, à savoir le débit, la pente et la granulométrie sur radier.

Des zones de mangrove subsistent à l'heure actuelle dans un environnement proche de la station CARHYCE. Il est probable que cette rivière était située dans une zone de mangrove arbustive auparavant. Ainsi, nous considérons cette rivière comme une rivière du type "mangrove" tout au long de ce rapport.

VII. INTERPRETATION DES OBSERVATIONS

Une interprétation des observations est réalisée et présentée en *annexe 8*. Cette analyse, propre à chaque station, est d'ordre morphologique, hydrologique et de continuité écologique. Elle résume les forces motrices, pressions et impacts.

VII.1 GENERALITES SUR LES FORCES MOTRICES – PRESSIONS

A. MORPHOLOGIQUE

Les forces motrices peuvent concerner :

- La mise en valeur urbaine et Protection contre les crues ;
- La mise en valeur agricole ;
- La navigation ;
- L'industrie (extraction).

Les pressions susceptibles d'être rencontrées sont :

- La suppression de la ripisylve ;
- Le busage (couverture du lit) ;
- L'artificialisation du lit ;
- La fixation des berges ;
- Le retrait systématique d'embâcles ;
- L'urbanisation du lit majeur ;
- Le remblaiement de zones humides ;
- La rectification/Recalibrage/Reprofilage ;
- L'approfondissement / Curage
- La mise en culture lit majeur (drainage)
- La divagation du bétail ;
- La canalisation ;
- L'extraction de granulats (lit majeur) ;

NB : les pressions sont en relation directe avec les forces motrices.

B. HYDROLOGIQUE

Les forces motrices peuvent concerner :

- L'industrie ;
- Le transport ;
- L'urbanisation ;
- L'agriculture ;
- Les ouvrages de régulation ;
- Les loisirs ;
- La pisciculture.

Les pressions susceptibles d'être rencontrées sont :

- Les prélèvements ;
- La dérivation ;
- Le drainage, assèchement de zones humides ;
- La modification du couvert végétal ;
- La modification du régime des eaux en période ou de crue ;
- Les apports (lâchers d'eau, vidanges d'étangs) ;
- La création de plan d'eau ou étangs.

NB : les pressions sont en relation direct avec les forces motrices.

C. CONTINUITÉ ECOLOGIQUE

Les forces motrices peuvent concerner :

- Ouvrages de régulation des débits ;
- Hydroélectricité ;
- Navigation ;
- Transport terrestre ;
- Pisciculture, loisirs, chasse et pêche.

Les pressions susceptibles d'être rencontrées sont :

- Les ouvrages transversaux : barrages, seuils d'anciens moulins, etc. ;
- Les écluses ;
- Les seuils de pont ;
- Les digues d'étangs permanents.

NB : les pressions sont en relation direct avec les forces motrices.

VII.2 EVALUATION DES FORCES MOTRICES – PRESSIONS – IMPACTS AU NIVEAU DES STATIONS CARHYCE

Les critères d'évaluation

Une note est évaluée et attribuée pour chaque critère susceptible d'agir sur les qualités hydromorphologiques des rivières de Martinique.

La classification d'évaluation est :

- Excellent ;
- Bon ;
- Moyen ;
- Correcte ;
- Mauvais ;
- Très mauvais.

D'une manière générale et au droit des stations CARHYCE, les critères d'évaluation recensés sont :

- Diversité des faciès d'écoulement ;
- Couverture des cours d'eau ;
- Naturalité (pas de rectification) ;
- Naturalité (protection des berges) ;
- Endiguement et/ou merlons de curage ;
- Connectivité du lit mineur au lit majeur ;
- Présence et diversité de la ripisylve ;
- Continuité longitudinale (seuil transversal) ;
- Autre intervention anthropique dans le lit mineur ;
- Représentation de la granulométrie ;
- Pente naturelle ;
- Colmatage.

Appréciation globale

Une note sur l'appréciation globale est attribuée à chaque station CARHYCE d'après le retour d'expérience terrain. Cette note est évaluée selon la qualité hydromorphologique sur la globalité de la station. Elle n'est pas évaluée en prenant en compte la note la plus déclassante attribuée parmi les 11 critères d'évaluation référencés. Ainsi, un impact peut être plus déclassant qu'une note d'appréciation globale.

Cette note d'appréciation globale est attribuée par comparaison entre les 30 stations suivies selon leur hydro écorégion respectives.

Forces motrices et Pressions

Les forces motrices représentent les causes fondamentales des pressions. Elles regroupent les acteurs économiques et les activités associées (pas nécessairement marchandes). Les pressions sont la traduction des "forces motrices". Une pression se définit comme une "action anthropique ou le résultat d'une action anthropique faisant peser sur le cours d'eau des menaces quant à la préservation de son fonctionnement et de sa morphologie naturels" (MALAVOI, 2007). Une pression, liée aux

aménagements et usages, entraîne donc une probabilité d'altération et peut être à l'origine d'un changement d'état dans l'espace ou dans le temps.

Les forces motrices et pressions sont également mentionnées pour chaque station. Elles permettent de mieux d'identifier et de comprendre les impacts observés. Les forces motrices rencontrées au droit des stations se concentrent autour de l'urbanisation et de l'agriculture.

VII.3 SYNTHÈSE

A. DEFINITION ET EVALUATION DES CRITERES D'EVALUATION

1) DEFINITION DES CRITERES D'EVALUATION

Diversité des faciès d'écoulement :

Les cours d'eau sont naturellement constitués d'une mosaïque de faciès (comparables selon les hydro-écorégions), qui conditionnent la richesse de la faune et de la flore. Pour certains cours d'eau, suite à des interventions humaines, la diversité et la récurrence de ces faciès sont réduites.

Couverture des cours d'eau :

Certains cours d'eau ont connu une chenalisation poussée à l'extrême, notamment en milieu urbain ou péri-urbain, avec la couverture complète de cours d'eau sur des linéaires plus ou moins important.

Naturalité (pas de rectification) :

Le tracé naturel (divagation) de la rivière peut être modifié sur certaines portions. Cette rectification du tracé se traduit souvent par un recalibrage du cours d'eau. Ce recalibrage restreint le champ d'expansion des crues et la possibilité de mobilité du lit mineur, importants pour favoriser érosion et dépôts (mécanismes naturels qui façonnent le lit des cours d'eau).

Naturalité (protection des berges) :

Les berges sont un écotone dont les limites sont parfois imprécises. Elles peuvent naturellement être soumises à érosion. Ainsi, ces érosions peuvent mettre en péril certaines zones à enjeu. Des protections de berge s'avèrent nécessaires avec des méthodes dites lourdes ou douces. Nous pouvons même observer des murs de soutènement en remplacement des berges. Nous considérerons également le remblaiement des berges comme un moyen de protection contre l'érosion.

Recalibrage, endiguement et/ou merlons de curage :

Certains rivières font l'objet d'un endiguement sur des hauteurs variables, selon les cas, pour contenir le cours d'eau sur un champ d'expansion très restreint. Les berges peuvent être remblayées avec des matériaux naturels mélangés à des matériaux artificiels ou par le biais des matériaux issus du curage du lit. Le remblaiement du lit majeur et le recalibrage sont également pris en compte.

Connectivité du lit mineur au lit majeur :

La rectification des cours d'eau se traduit souvent par une perte de connectivité entre le lit mineur et le lit majeur. La fréquence et la durée de submersion du lit majeur et des annexes hydrauliques sont ainsi réduites et le risque d'incision du lit est souvent réalité. Ce dysfonctionnement a des conséquences négatives sur la qualité hydromorphologique et écologique.

Présence et diversité de la ripisylve :

Il est fréquent que la végétation des berges des cours d'eau soit partiellement ou intégralement supprimée lors de la réalisation de travaux de chenalisation. La suppression totale ou partielle de la ripisylve peut aussi être simplement due à des interventions plus ou moins fréquentes des riverains. La perte partielle ou totale de la ripisylve des berges provoque une baisse de la biodiversité écologique, une augmentation du risque d'érosion des sols et réduit la fonction régulatrice du cycle hydrologique.

Continuité longitudinale (seuil transversal) :

La plupart des cours d'eau français sont parsemés de nombreux seuils (hauteur de chute inférieure à 5 m) résultants d'anciens usages énergétiques, agricoles ou de prélèvement d'eau destiné à la consommation potable. Ces ouvrages génèrent des impacts importants sur les caractéristiques abiotique (hydromorphologique, physico-chimie de l'eau, etc.) et biologique (entraves à la circulation des espèces, dérive typologique, etc.) des hydrosystèmes. Ils peuvent cependant, rarement, présenter des intérêts tels que le maintien d'une lame d'eau en étiage, le maintien d'un niveau de nappe pour l'alimentation en eau potable ou l'irrigation, la stabilisation du fond du lit, etc. Ce type d'actions anthropiques a un effet immédiat sur l'homogénéisation des faciès d'écoulement donc des habitats aquatiques.

Autres interventions d'origine anthropique dans le lit mineur :

Il n'est pas rare de rencontrer d'autres interventions d'origine anthropique dans le lit mineur. Ces interventions sont principalement des rejets d'eaux usées ou des prélèvements d'eau pour l'irrigation (parfois, sans cadre réglementaire).

Représentation de la granulométrie :

Le transport des matériaux se fait par charriage, saltation ou mise en suspension, selon les vitesses du courant et l'adhérence des matériaux. Toute variation d'un paramètre se traduit par le déplacement de l'équilibre dans le sens d'une érosion ou d'une accrétion. En effet, une ou des action(s) anthropique(s) peut entraîner une modification de la granulométrie. La granulométrie résultante peut s'avérer jusqu'à non représentative pour les milieux fortement anthropisés.

Par exemple, une accentuation locale de la pente, suite à un recalibrage, se traduit par une érosion plus active : l'équilibre est rétabli par l'augmentation de la charge solide et de la taille des sédiments transportés. A l'inverse, une diminution de la pente, comme par exemple la présence d'un seuil, déplace le système vers une accrétion : l'équilibre est rétabli par un dépôt de matériaux et une diminution de la taille des matériaux transportés.

Pente naturelle :

La création d'un seuil artificiel ou autre ouvrage se traduit par une modification de la pente du tronçon en amont et/ou en aval de l'ouvrage hydraulique.

Colmatage.

Le développement des activités humaines est l'origine d'une forte augmentation de l'érosion et de l'apport de sédiments fins aux cours d'eau. En se déposant sur le fond des rivières, les sédiments recouvrent le substrat et comblent les espaces interstitiels. Le colmatage peut avoir des impacts sur l'abondance de la dérive des invertébrés et sur la structure de leurs communautés. Les populations des espèces de poisson au stade juvénile peuvent être impactées.

2) EVALUATION DES CRITERES D'EVALUATION

Les appréciations des critères d'évaluation sont réalisées sur la base et par comparaison des observations terrain sur les stations CARHYCE de Martinique. Aussi, les critères d'évaluation sont souvent liés entre eux. Par exemple, une rectification du lit conduit souvent à un recalibrage de celui ci et une dénaturalisation de la berge.

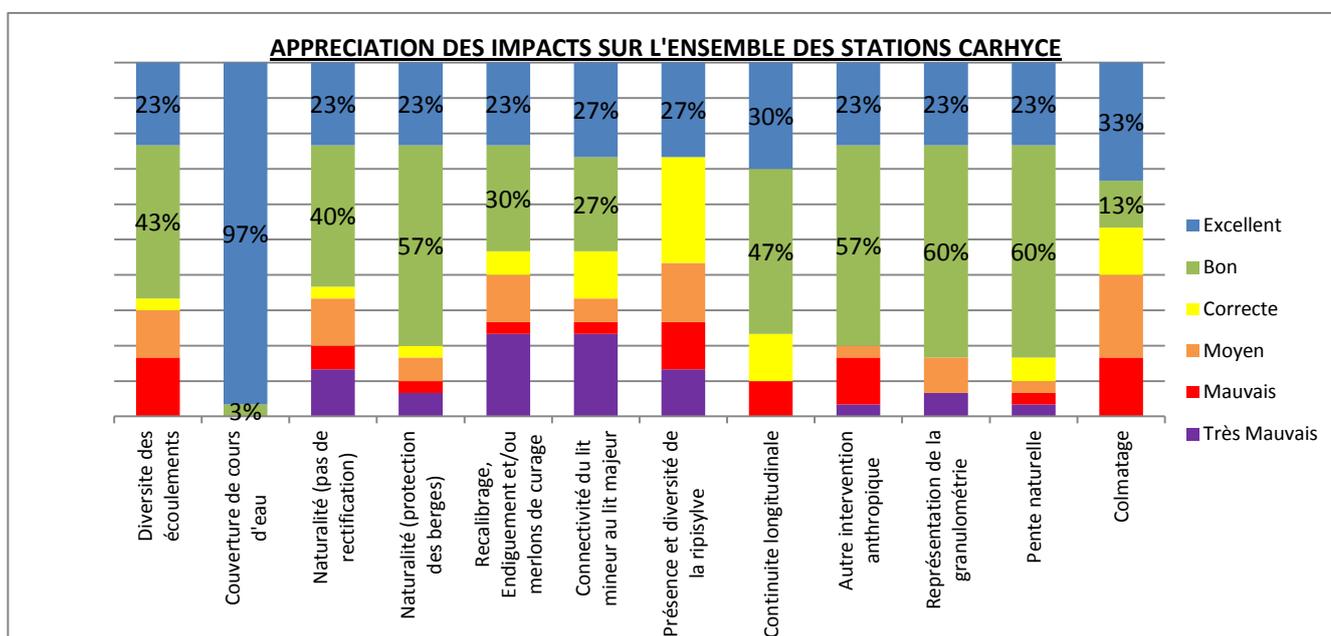
Il est difficile d'avoir une classification précise sur l'évaluation des critères d'appréciation à partir d'observations terrain. Ainsi, cette classification n'a pas pu être réalisée sur l'ensemble des critères. Pour cela, il faudra bénéficier de résultats statistiques et d'une plus grande panoplie de stations de mesure CARHYCE en milieu tropical.

Nous privilégierons la classification "excellente" au lieu de "bon" pour les stations CARHYCE situées dans un environnement naturel où les activités anthropiques observées influant sur la qualité hydromorphologique est inexistante.

Les appréciations des critères d'évaluation sont disponibles en *annexe 9*.

B. IMPACTS – FORCES MOTRICES

L'évaluation des impacts selon les 11 critères de référence pour l'ensemble des stations CARHYCE est synthétisée dans le graphique ci-après :

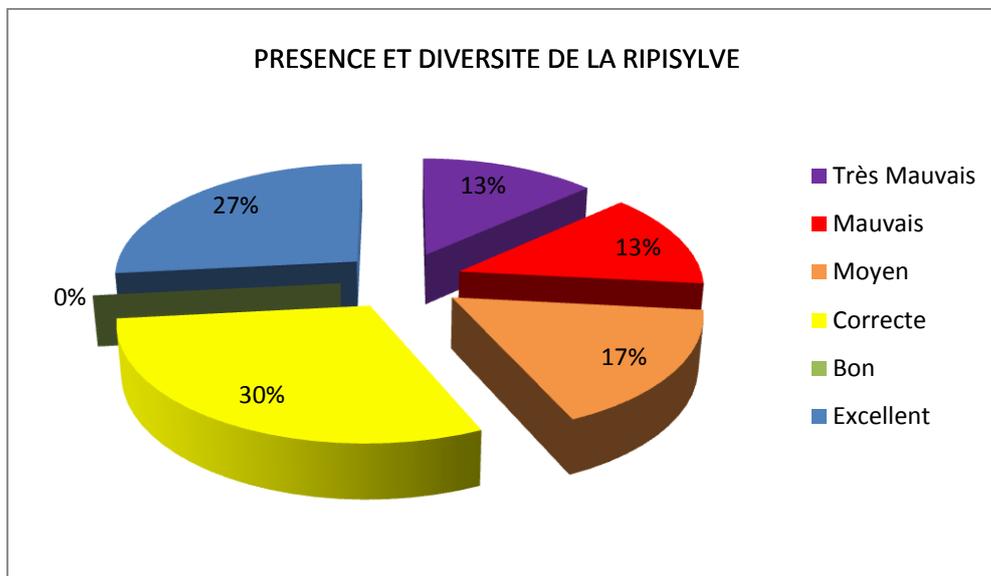


Ainsi, les impacts dégradants le plus la qualité hydromorphologique les rivières de Martinique sont :

- l'endiguement et/ou merlons de curage ;
- la perte de la connectivité du lit mineur au lit majeur ;
- l'érosion de la biodiversité végétale des ripisylves, allant jusqu' à leur disparition.

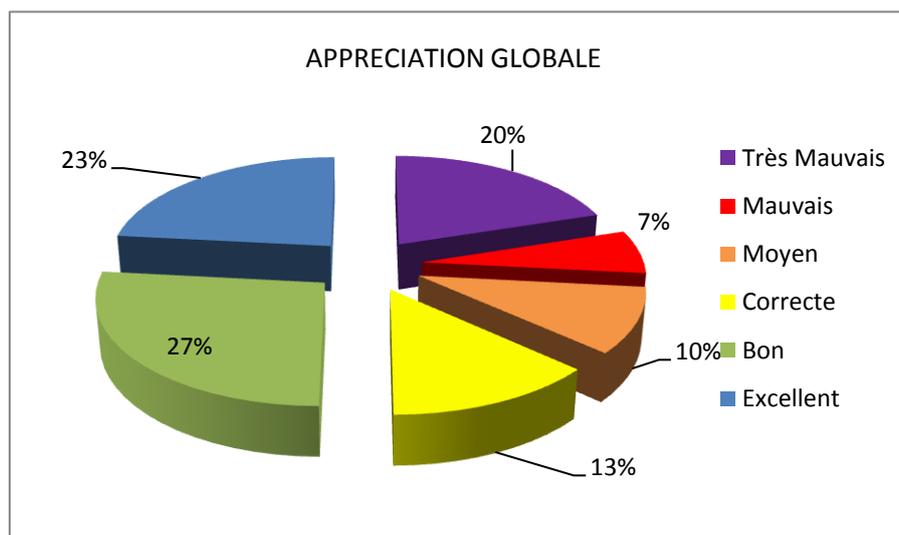
Ces impacts ont généralement pour force motrice l'agriculture et l'urbanisme.

Une représentation graphique par impact, tel que présenté ci-dessous, est disponible en *annexe 10* du présent rapport.

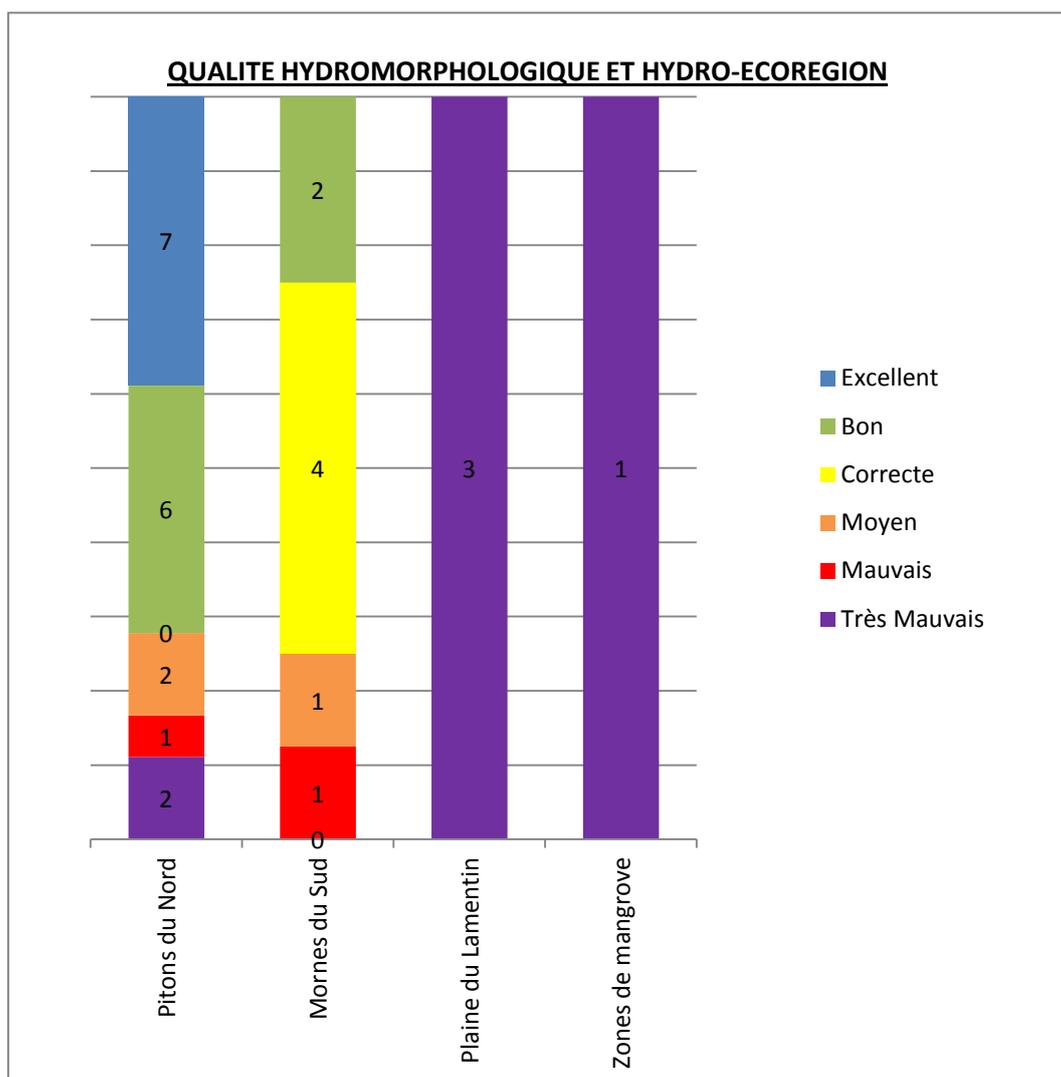


C. APPRECIATION GLOBALE

D'une manière générale, nous observons des rivières avec une qualité hydromorphologique excellente à très mauvais. Le réseau CARHYCE actuel prend en compte, à différents degrés (agriculture et l'urbanisation), les facteurs impactant la qualité hydromorphologique des rivières en Martinique.



Au niveau de l'hydro-écorégion, nous observons une disparité entre le bon état et le mauvais hydromorphologique. D'une manière générale, la répartition est résumée sur la représentation graphique suivante :



Ainsi, nous observons des rivières de bonnes et mauvaises qualités pour les cours d'eau du type Pitons du Nord et Morne du Sud. Nous avons donc des rivières de référence en termes de bonnes qualités hydromorphologiques. Par contre, ce n'est pas le cas pour les rivières de la plaine du Lamentin et de mangrove où aucune rivière de référence n'a été observée.

Enfin, parmi les 30 stations CARHYCE, nous avons une station de référence située dans une zone sous influence de la marée, donc susceptible d'être une zone de mangrove.

VIII. CONCLUSION

Le protocole CARHYCE initial est applicable sur les rivières de Martinique, à l'exception des rivières de mangrove. Une annexe spécifique pour ce type de rivière pourra être jointe au protocole initial. Les difficultés résident avant tout sur l'accessibilité des berges du fait d'une végétation tropicale dense ou de la présence d'espèces végétales spécifiques (bambou, herbes couteaux, accacia).

Certaines mesures de débit n'ont pas pu être réalisées sur un niveau d'étiage sec. Pour les rivières concernées, il est intéressant de retourner sur site pour y réaliser une mesure de débit à un niveau d'eau souhaité.

Les observations terrain ont pu mettre en évidence la présence en Martinique de rivières en très bon état hydromorphologique, et à l'inverse, de rivières fortement dégradées. Des rivières de référence hydromorphologiques sont existantes pour deux des quatre hydro-écorégion de Martinique. En effet, les 3 stations CARHYCE situées dans la plaine du Lamentin et la station sur la rivière des deux courants sont jugées dégradées d'après nos observations terrains.

Il serait également intéressant d'ajouter aux 30 stations de références actuelles, des stations de mesure CARHYCE situées dans une zone de mangrove. Dans la mesure du possible, il serait intéressant d'avoir une première station située dans un milieu naturel et une seconde station dans un milieu anthropisé. Ainsi, le potentiel de régénération hydromorphologique pourra être évalué au fur et à mesure des suivis. Toutefois, la prise en compte du milieu "mangrove" nécessite une bonne connaissance de l'évolution de ces milieux, notamment leur destruction dans le passé pour le développement des activités agricoles, industrielles et d'urbanisme.

Enfin, nous préconisons un suivi hydromorphologique des stations d'un état non satisfaisant plus régulièrement que tous les 6 ans. Les rivières de Martinique ont un potentiel de « régénération » des faits climatiques et physiques local (crues rapides, intenses, et récurrentes). Ce suivi régulier permettra d'évaluée plus précocement la tendance vers une amélioration ou une dégradation hydromorphologique de certains cours d'eau.

A noter que nous ne pouvons conclure sur l'efficacité du protocole pour les rivières tropicales, dans la mesure où ne nous pouvons comparer notre appréciation de la qualité hydrogéomorphologique (approche d'expert suite aux relevés terrains et notre connaissance) aux conclusion de la modélisation.

IX. ANNEXES

IX.1 SOMMAIRE DES ANNEXES

Annexe 1 : protocole CARHYCE retenu dans le cadre de la présente étude

Annexe 2 : cartographie relative au réseau hydrographique

Annexe 3 : cartographie relative aux hydro-écorégions de la Martinique

Annexe 4 : répartition des stations sur le réseau hydrographique

Annexe 5 : cartographie relative des stations de mesure CARHYCE

Annexe 6 : cartographie relative des bassins versants des stations de mesure CARHYCE

Annexe 7 : tableau de synthèse :

- des rivières susceptibles d'être concernées par une mesure de débit supérieure à celle d'un niveau d'étiage sec ;
- des stations concernés ou non par une mesure de colmatage ;
- des pentes et débits calculés au droit de la station

Annexe 8 : interprétation des observations terrains propres à chaque station

Annexe 9 : appréciation des critères d'évaluation

Annexe 10 : représentation graphiques par impact

IX.2 ANNEXES
