



©Frédéric Melki



Étude d'amélioration de  
la connaissance sur le  
Poisson Gale  
(*Anablepsoides  
cryptocallus*) :  
distribution, état de  
conservation, mesures  
et recommandations

Juillet 2020



## Résumé Administratif

Citation recommandée	Biotope, 2020. Étude d'amélioration de la connaissance sur le Poisson Gale ( <i>Anablepsoides cryptocallus</i> ) : distribution, état de conservation, mesures et recommandations. 47 p.	
Version/Indice	V1 du 6 juillet 2020	
Date	6 juillet 2020	
Nom de fichier	2020_Biotope_DEAL_Etude de connaissance sur le Poisson Gale	
Mandataires	DEAL de la Martinique Office de l'Eau Martinique	
Interlocuteurs	Jean-Pierre GOUT Alexandre ARQUE	<a href="mailto:jean-pierre.gout@developpement-durable.gouv.fr">jean-pierre.gout@developpement-durable.gouv.fr</a> <a href="mailto:alexandre.arque@eamartinique.fr">alexandre.arque@eamartinique.fr</a>
Biotope, Responsable du projet Rédaction	Thomas MONJOIN	<a href="mailto:tmonjoin@biotope.fr">tmonjoin@biotope.fr</a>
Biotope, Expert killiphile et rédacteur principal	Frédéric MELKI	<a href="mailto:fmelki@biotope.fr">fmelki@biotope.fr</a>
Biotope, Responsable de qualité	Pierre CAHAGNIER/ Lucie LAMBERT	<a href="mailto:pcahagnier@biotope.fr">pcahagnier@biotope.fr</a> <a href="mailto:llambert@biotope.fr">llambert@biotope.fr</a>
<p>Nous remercions vivement la DEAL Martinique et l'ODE Martinique pour nous avoir confié cette mission, et plus particulièrement Jean-Pierre GOUT (DEALMARTINIQUE) et Alexandre ARQUE (ODE MARTINIQUE) pour leur participation active aux investigations bibliographiques et de terrain, ainsi que pour le pilotage et le suivi de ce travail avec grand intérêt.</p> <p>Nous tenons aussi à remercier Beatriz CONDE pour sa contribution dans la découverte d'une nouvelle station au François, ainsi qu'Ambroise MARCHAND pour nous avoir communiqué la publication originelle de Seegers &amp; Huber (1980) retrouvée à la bibliothèque de Zurich.</p>		

## Sommaire

<b>Résumé Administratif</b>	<b>2</b>
<b>1 Introduction</b>	<b>5</b>
<b>2 Connaissance de l'espèce</b>	<b>6</b>
2.1 Description	6
2.2 Écologie de l'espèce	7
<b>3 Méthodologie d'étude</b>	<b>8</b>
3.1 Cartographie et modélisation des zones de présences favorables à <i>Anablepsoides cryptocallus</i>	8
3.2 Protocole de recherche et plan d'échantillonnage	14
3.3 Organisation des prospections de terrain	14
3.4 Séquençage ADN de l'espèce	15
3.5 Organisation des prélèvements ADN	16
<b>4 Résultats des prospections de terrain et de l'ADNe</b>	<b>17</b>
4.1 Description des prospections réalisées	17
4.2 Résultats des prospections de terrain, description de l'habitat du Poisson Gale	22
4.3 Description des prélèvements ADN	29
4.4 Analyses réalisées	31
4.5 Espèces recensées par la méthode ADN	31
4.6 Analyse des résultats de la méthode ADN	33
4.7 Le Poisson Gale, espèce du piémont atlantique de la Martinique	36
<b>5 Evolution des stations connues et évaluation des menaces</b>	<b>37</b>
<b>6 Recommandations, mesures à mettre en œuvre et conclusion</b>	<b>40</b>
6.1 Donner un statut de protection fort à l'espèce	40
6.2 Mettre en œuvre des mesures de protection	40
6.3 Améliorer la connaissance de l'espèce	41
6.4 Faire connaître l'espèce et communiquer	41
6.5 Mesures de suivi et de monitoring	41
6.6 Un plan national d'action	42
<b>Bibliographie</b>	<b>43</b>
<b>Annexe (Séquences ADN)</b>	<b>44</b>

## Liste des illustrations

Figure 1 : Critères anatomiques spécifiques sur un individu mâle (© Frédéric Melki)	6
Figure 2 : Individu femelle (© Frédéric Melki)	7
Figure 3 : <i>Kryptolebias marmoratus</i> , autre représentant des Rivulidae en Martinique (© Alexandre Arqué).	7
Figure 4 : Recherche du Poisson Gale à l'épuisette.	14
Figure 5 : Pompe péristaltique et système de filtration	16

Figure 6 : Un fossé plus ou moins profond dans le parc de Tivoli, sur la commune de Fort-de-France.	24
Figure 7 : Une flaqué déconnectée d'un plus long bras-mort, dans laquelle un individu a été pêché, sur la commune des Trois-Ilets.	24
Figure 8 : Une réserve d'eau sous un pont est le refuge d'une population en période de sécheresse, sur la commune du Lamentin.	24
Figure 9 : Fossé rempli d'eau et de débris de noix de coco, en bordure de bananeraie sur la commune de Ducos.	24
Figure 10 : Mare forestière dans les hauteurs des Anses-d'Arlet, à 388 m d'altitude.	25
Figure 11 : Une forêt inondée accueille probablement la plus grande population de l'espèce, sur la commune du François.	25
Figure 12 : Recherche du Poisson Gale par Frédéric Melki et Vincent Rufra y dans la ravine Fonds Manoël.	26
Figure 13 : Immersion dans le fossé de la station de Gros-Morne pour photographier le poisson dans son milieu naturel.	26
Figure 14 : Extrait de l'article de Martinique 1ère.	34

## Table des cartes

Carte 1 : Variable "Altitude" issue du Modèle Numérique de Terrain de la campagne LIDAR du SHOM.	9
Carte 2 : Variable "Pente" dérivée du Modèle Numérique de Terrain de la campagne LIDAR du SHOM.	10
Carte 3 : Variable "Hauteur de végétation" calculée à partir des données de la campagne LIDAR du SHOM (MNS-MNT).	11
Carte 4 : variable "Distance à la forêt" calculée à partir des données de la campagne LIDAR du SHOM,	12
Carte 5 : Variable couverture nuageuse.	13
Carte 6 : Positionnement approximatif des stations connues et réalisation de la première modélisation de terrain.	18
Carte 7 : Positionnement précis des stations où la présence Poisson Gale est avérée et réalisation de la seconde modélisation affinée.	19
Carte 8 : Jours de prospection	21
Carte 9 : Les secteurs de recherche du Poisson Gale.	22
Carte 10 : Stations connues et effort de prospection.	28
Carte 11 : Prélèvements ADN	30
Carte 12 : Carte synthétique de la répartition du Poisson Gale.	35
Carte 13 : Statut des stations connues du Poisson Gale	38

## 1 Introduction

*Anablepsoides cryptocallus* est un poisson d'eau douce de la famille des Rivulidae. Celle-ci comprend 38 genres et 412 espèces néotropicales (Fishbase, 2019). Il était anciennement positionné dans le grand genre *Rivulus*, lequel a été, sur des critères génétiques, séparé en 6 genres monophylétiques (Costa, 2011) : *Rivulus stricto sensu*, *Anablepsoides*, *Atlantirivulus*, *Laimosemion*, *Melanorivulus* et *Cynodontichthys*.

Le genre *Anablepsoides* est un des plus riches en espèces de la famille des Rivulidae avec une cinquantaine d'espèces décrites. Il possède une vaste distribution géographique sud-américaine et caribéenne. En Amérique du sud, sa limite sud court depuis la région de Salvador de Bahia à celle du Rio Beni en Bolivie alors que sa limite nord va de l'Équateur à la Martinique. *A. cryptocallus* est le taxon le plus excentré du genre vers le nord-est, et le seul présent dans l'arc antillais (si l'on excepte *A. hartii* que l'on trouve au Venezuela et sur les îles très proches du continent (Trinidad, Tobago, Margarita et Grenade).

Endémique de Martinique, *Anablepsoides cryptocallus* est plus connu localement sous son nom vernaculaire de « Poisson Gale ». La situation insulaire particulière de ce poisson pose question au sein d'un genre très majoritairement continental. En dehors de la Martinique, où il est très rare, l'espèce a été signalée à Sainte Lucie, sans que cela soit formellement attesté (absence de preuve formelle).

Depuis la description de l'espèce en 1980, aucune étude spécifique n'ayant été réalisée, le Poisson Gale ne bénéficie à ce jour d'aucune protection. Il est pourtant le seul poisson d'eau douce endémique de la Martinique et sa présence n'est malheureusement connue que sur quelques rares stations. Il constitue donc pour ces raisons un enjeu élevé de conservation pour la Martinique.

La présente étude se propose d'approfondir les connaissances sur cette espèce en Martinique, par des recherches bibliographiques, des modélisations de niches écologiques, des prospections de terrain et enfin des prélèvements ADN sur trois individus afin d'appliquer une méthode de recherche basée sur l'ADN environnemental dans l'objectif de préciser sa distribution. Les résultats de l'étude ADN en cours viendront compléter le présent rapport.

La mission a ainsi pour objectif de mieux caractériser l'espèce, les habitats qu'elle fréquente, sa répartition probable et avérée et d'identifier les menaces sur son développement et sa conservation.

En conclusion de l'étude, des préconisations sont formulées sous forme de propositions concrètes et opérationnelles qui pourront constituer les fondements d'un futur plan d'action pour la protection de l'espèce.

## 2 Connaissance de l'espèce

### 2.1 Description

Mesurant au maximum 6 cm, c'est un poisson allongé et cylindrique à la bouche supérieure. Les nageoires dorsale et anales sont situées très en arrière du corps et proche de la caudale qui est ronde. Le corps est couleur sable à orangé, marqué de pointillés rougeâtres disposés en lignes longitudinales. Le bord des nageoires est noir grisâtre. L'œil est d'un bleu ciel particulièrement remarquable. Le mâle a parfois les flancs entièrement lavés de bleu. La femelle possède une tache noire ronde et ocellée sur la partie supérieure du pédoncule caudal. Il possède entre 28 et 48 écailles en ligne latérale. Les nageoires dorsales et anales ont respectivement : D=7 à 10, A= 13 à 15 rayons. Un autre Rivulidae, *Kryptolebias marmoratus*, est présent en Martinique. Mais cette espèce, plus sombre et d'aspect aplati, fréquente les eaux saumâtres. De plus, 11 à 12 rayons sont présent dans la nageoire anale.

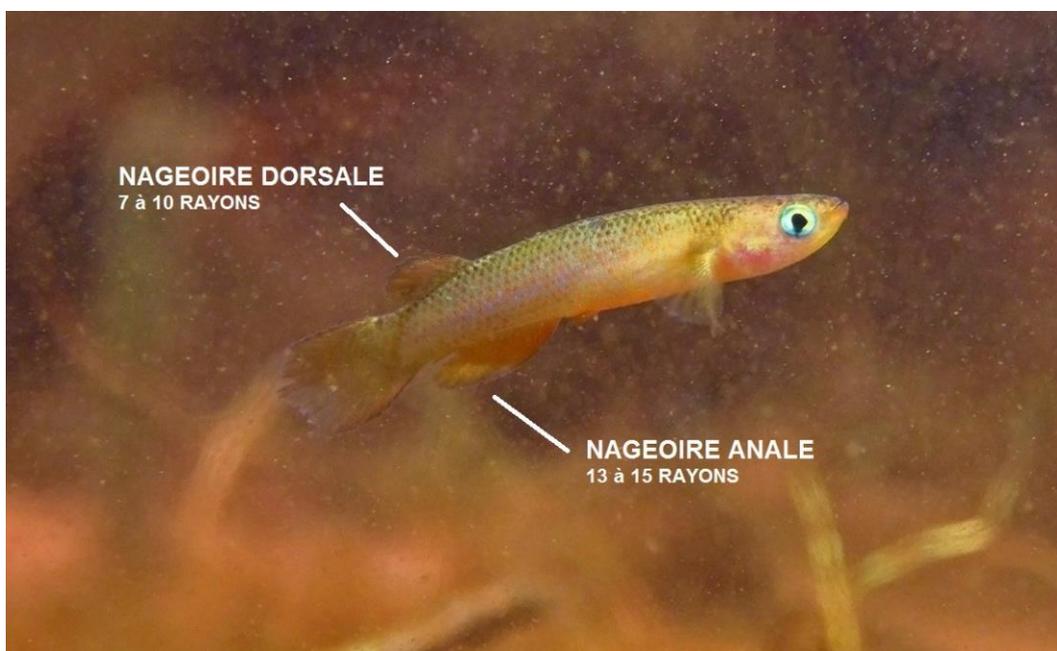


Figure 1 : Critères anatomiques spécifiques sur un individu mâle (© Frédéric Melki)



Figure 2 : Individu femelle (© Frédéric Melki)



Figure 3 : *Kryptolebias marmoratus*, autre représentant des Rivulidae en Martinique (© Alexandre Arqué).

## 2.2 Écologie de l'espèce

Comme tous les représentants de son genre, *A. cryptocallus* fréquente les petites masses d'eau, parfois temporaires ou à très fortes variations saisonnières. Il est connu pour fréquenter les petits ruisseaux, les fossés, les mares, les flaques de débordement et les bras morts. Ce sont les seules informations disponibles à ce jour.

## 3 Méthodologie d'étude

### 3.1 Cartographie et modélisation des zones de présences favorables à *Anablepsoides cryptocallus*

La répartition des populations est connue de façon très fragmentaire. La carte des occurrences n'a donc qu'une portée limitée et ne permet pas d'estimer l'aire de répartition, l'étendue des stations et des sous-populations.

L'algorithme MaxEnt (version 3.3 ; <http://www.cs.princeton.edu/~schapire/maxent/>; Phillips et al. 2004, 2006) a été testé avec succès sur des espèces très difficiles à observer comme les geckos *Uroplatus* de Madagascar (Pearson *et al.*, 2007). Bien qu'il soit conseillé d'utiliser au moins 30 localités, 5 localités permettent parfois de développer un modèle robuste.

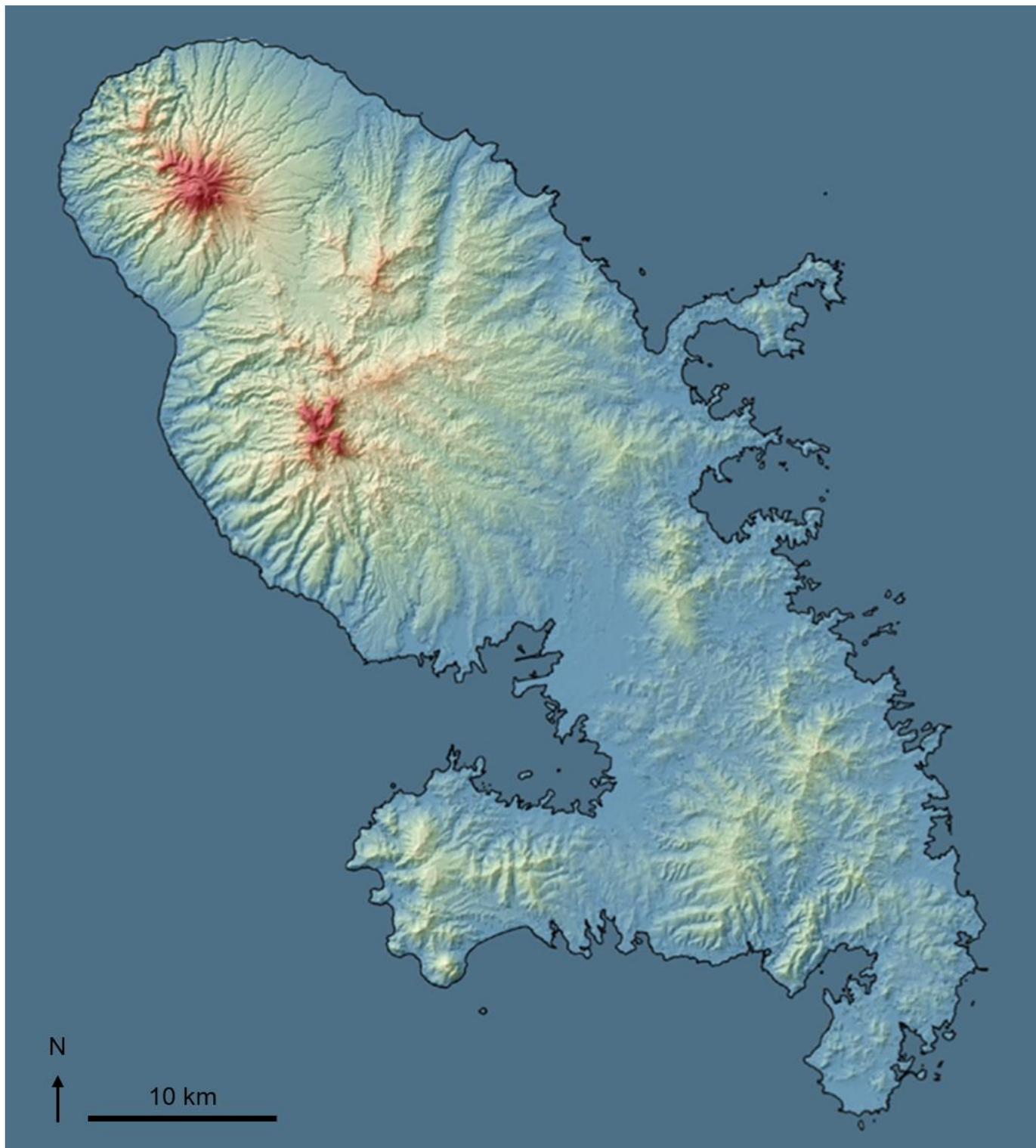
Dans le cas de notre étude, nous disposons de 10 localités dont les coordonnées géographiques étaient assez précises pour explorer la niche écologique de l'espèce. A noter qu'une localité dans notre cas, est représentée par un seul point GPS où une sous-population est implantée. Les variables utilisées sont les mêmes qui ont été appliquées lors de la réalisation des pré évaluations pour les Listes Rouges de la faune de la Martinique lors des ateliers UICN en mars 2019 :

- nébulosité (Cloud\_cover\_Martinique\_UTM.asc),
- hauteur de la végétation (Distance\_strate\_arboree\_metre\_UTM.asc),
- distance à un boisement (Hauteur\_vegetation\_UTM.asc),
- altitude et pente (mnt\_UTM.asc ; Pentes\_Martinique\_UTM.asc).

Ces variables – très précises – présentent une définition spatiale d'environ 1 ha (107 m x 107 m). Elles sont issues *pro parte* d'un relevé LIDAR et de données de la NOAA<sup>1</sup>. Le choix des variables semblait judicieux car elles permettaient d'explorer les principaux traits des habitats susceptibles d'expliquer la présence du Poisson Gale : l'altitude bien sûr, variable très structurante dans les Antilles ; la pente (qui indirectement renseigne sur la vitesse d'écoulement des cours d'eau) ; la hauteur de la végétation qui renseigne sur le degré de couverture arborée au-dessus des cours d'eau ; la distance à un boisement qui peut permettre d'estimer la capacité d'une espèce forestière à se disperser. Enfin, la nébulosité, qui informe indirectement sur la pluviométrie et le degré d'insolation, une variable en théorie très utile.

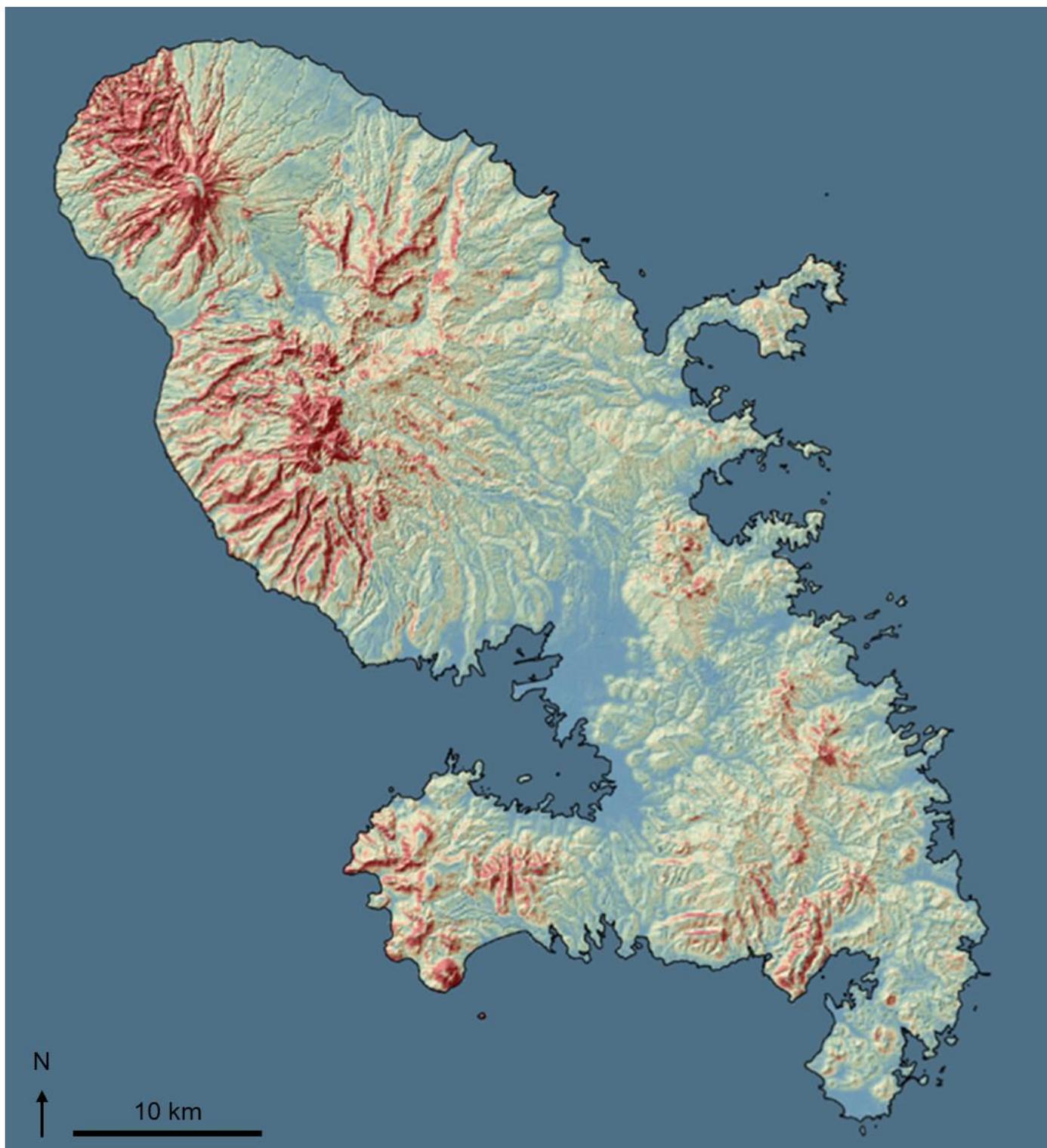
Les cartes présentées ci-après (cartes 1 à 5), reprennent chacune des variables. Il s'agit des cartes modélisant les variables « altitude » (Carte 1), « pente » (Carte 2), hauteur de la végétation (Carte 3), distance à la forêt (Carte 4) et couverture nuageuse (Carte 5).

<sup>1</sup> National Oceanic and Atmospheric Administration



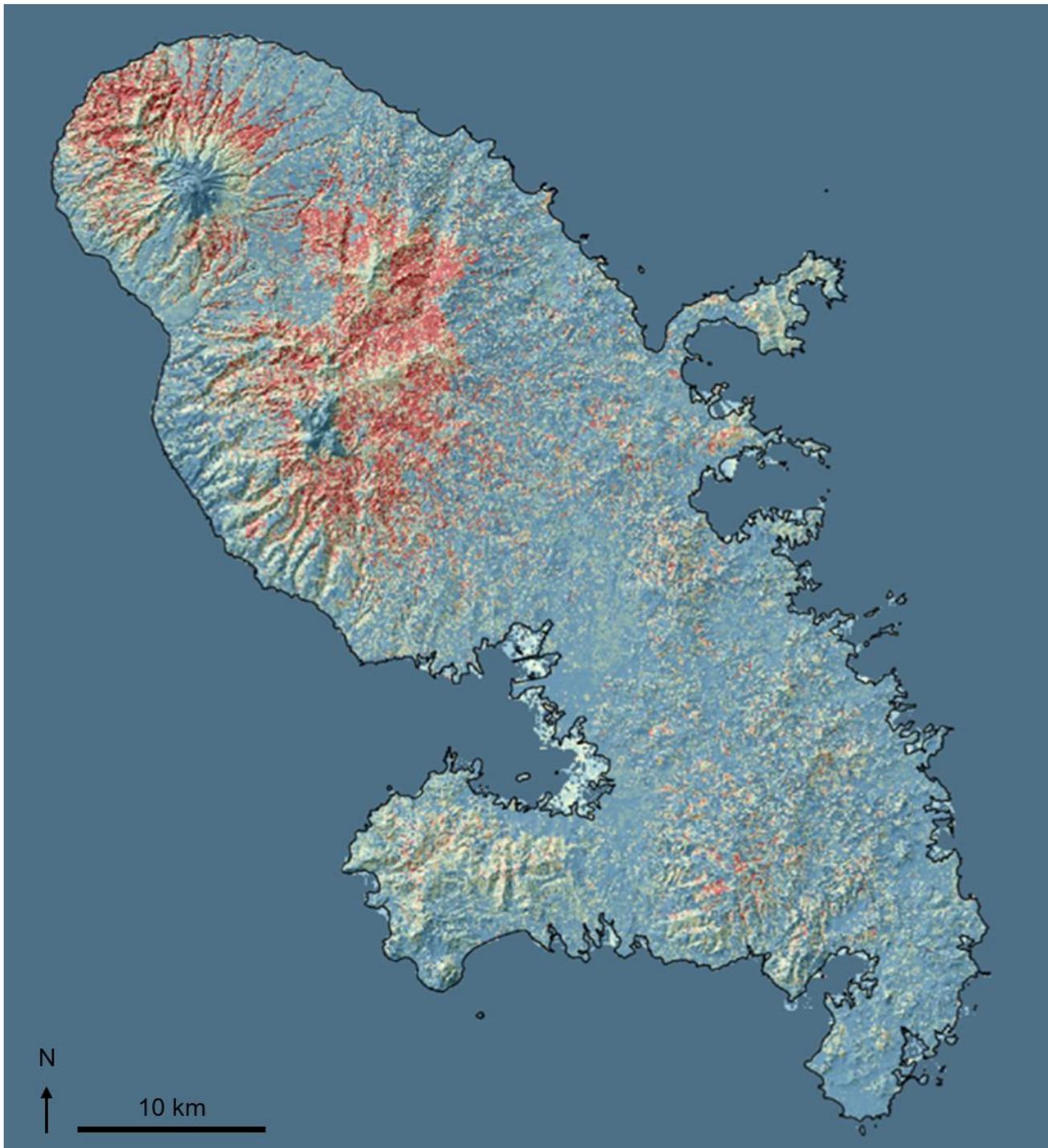
Carte 1 : Variable "Altitude" issue du Modèle Numérique de Terrain de la campagne LIDAR du SHOM.

La Carte 1 modélise la variable altitude en allant du bleu pour l'altitude la plus basse au rouge pour les altitudes les plus hautes. La résolution spatiale utilisée pour la modélisation des habitats est de 1 ha.



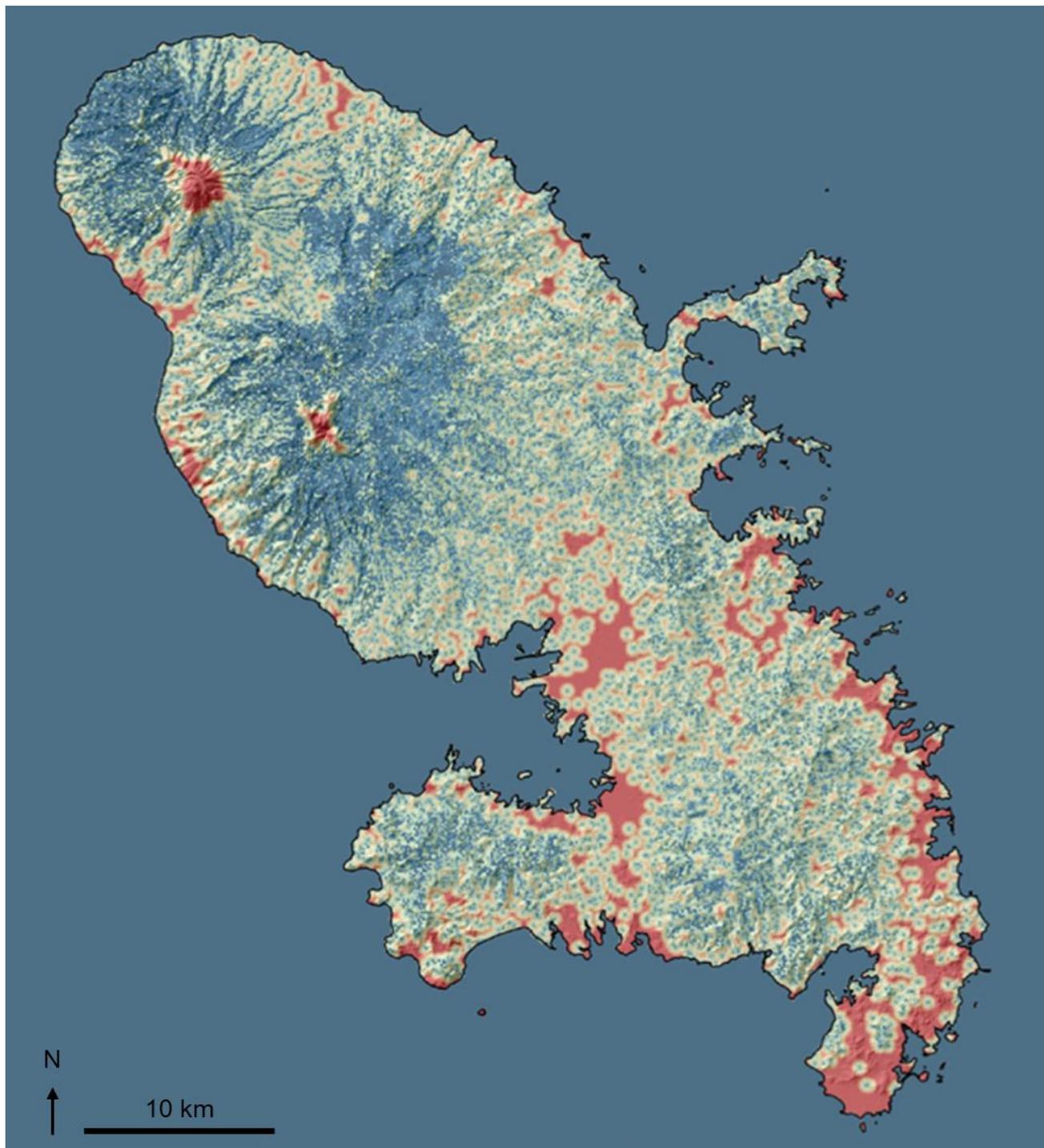
Carte 2 : Variable "Pente" dérivée du Modèle Numérique de Terrain de la campagne LIDAR du SHOM.

La Carte 2 modélise la pente qui indirectement est un facteur d'accélération de la vitesse de l'eau. Le code couleur s'étend du bleu pour les terrains plats au rouge pour les plus fortes pentes en passant par le jaune.



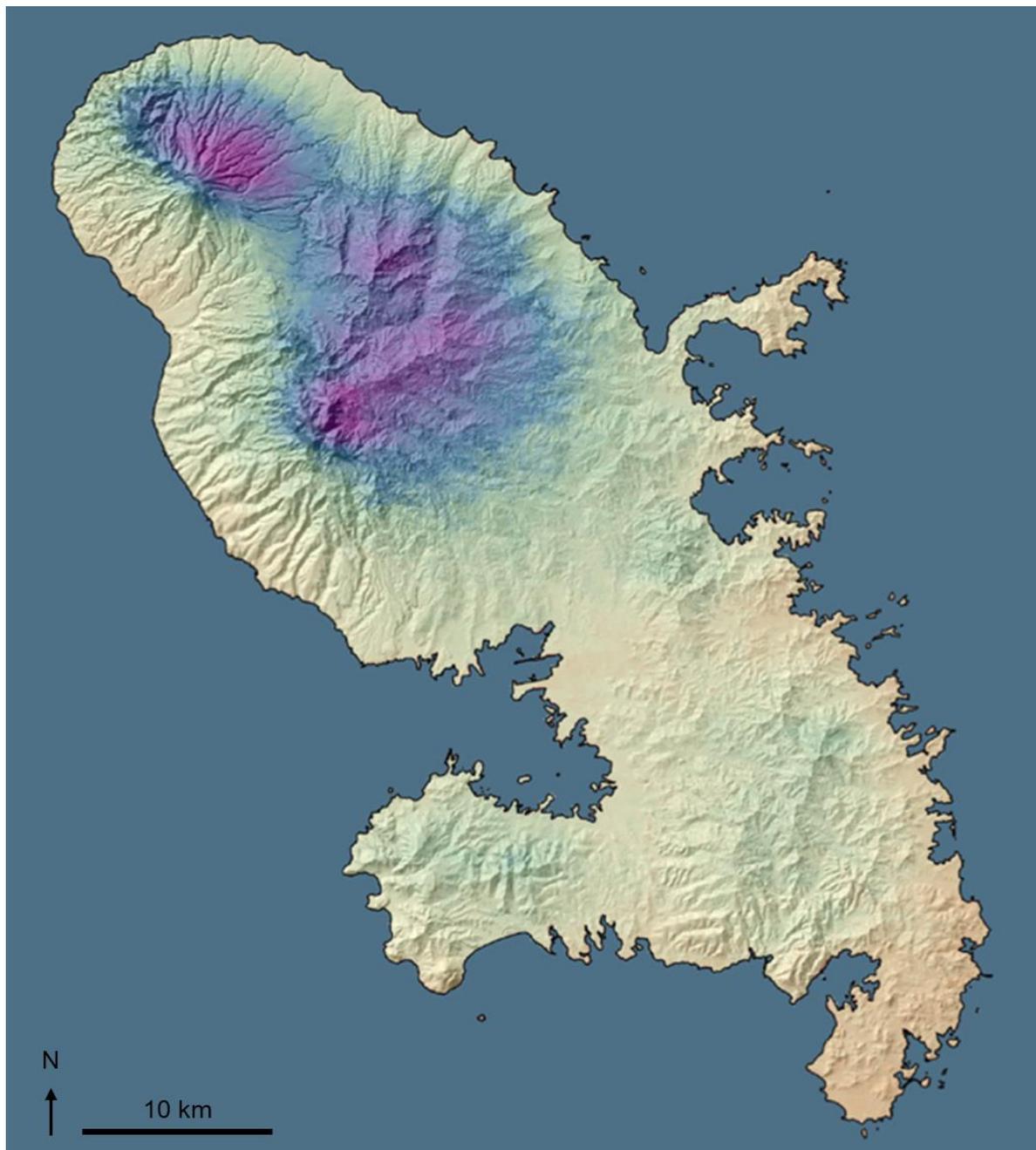
Carte 3 : Variable "Hauteur de végétation" calculée à partir des données de la campagne LIDAR du SHOM (MNS-MNT).

La Carte 3 représente la variable hauteur de la végétation à l'échelle de l'île. Plus le pixel est de couleur chaude, plus la végétation est haute. Les zones jaunes et rouges correspondent aux forêts hautes. La résolution spatiale utilisée pour la modélisation des habitats est de 1 ha.



Carte 4 : variable "Distance à la forêt" calculée à partir des données de la campagne LIDAR du SHOM,

La Carte 4 représente la distance d'un point à un boisement de plus de 7 m de hauteur. Plus le pixel est de couleur chaude, plus il est éloigné d'un boisement. Les régions en bleu sont donc strictement forestières (distance à la forêt = 0). La résolution spatiale utilisée pour la modélisation des habitats est de 1 ha. Cette variable permet d'intégrer la relation d'un taxon à la forêt (inféodé à la forêt versus inféodé à des zones ouvertes), et sa capacité de dispersion (aptitude d'une espèce forestière à s'éloigner d'un massif forestier).



Carte 5 : Variable couverture nuageuse.

La Carte 5 représente la variabilité de la couverture nuageuse à l'échelle de l'île. Les données proviennent de la NASA, dans le cadre du programme EOS (Earth Observing System) destiné à l'observation des sols, de la biosphère, de l'atmosphère et des océans, offre des données extrêmement précises (250 m de résolution spatiale) de la couverture nuageuse. Ces données sont issues de MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer), une série d'instruments d'observation scientifique couplés à un système embarqué satellitaire, lancé par la NASA à bord du satellite Terra (1999), puis à bord du satellite Aqua (2002). On note la forte influence des reliefs sur la nébulosité et on distingue remarquablement bien la concentration des nuages et indirectement des pluies sur le flanc est des massifs. Cette variable a un pouvoir prédictif très fort car il permet d'intégrer au modèle le bioclimat stationnel.

### 3.2 Protocole de recherche et plan d'échantillonnage

Un des éléments importants du protocole concerne la période de recherche. En effet, si les poissons s'étudient en général en saison sèche, il est important de noter que ce type de poissons fréquente les zones d'inondation, les bords inondés de rivières et les petits ruisseaux temporaires. Une recherche en saison sèche conduirait à négliger la plupart des habitats essentiels au bon accomplissement du cycle biologique de l'espèce. *A priori* une prospection en tout début de saison sèche au moment où la saison cyclonique est terminée mais où les eaux d'inondation et les ruisseaux temporaires existent encore serait la plus favorable.

En complément des prospections, des prélèvements d'eau pour une analyse de l'ADN environnementale ont été faits.

### 3.3 Organisation des prospections de terrain

La prospection de terrain a été réalisée par binôme (à deux exceptions près). Compte tenu de l'écologie de l'espèce, la pêche s'est faite à vue, à l'épuisette. La pêche au filet, à la nasse ou à la ligne auraient été inopérantes et la pêche électrique inadaptée. C'est la raison pour laquelle l'espèce n'est pas capturée dans les campagnes de pêche de suivi.



Figure 4 : Recherche du Poisson Gale à l'épuisette.

Le choix des points d'investigation s'est orienté soit sur les secteurs favorables de la modélisation de niche écologique, et sur les zones caractérisées par une absence de données historiques (Carte 6). Avant chaque sortie, les points GPS ont été préalablement localisés. A chaque occurrence, un point GPS a été noté et l'habitat pris en photo.

Lors de ces campagnes, des prélèvements de nageoires ont été effectués afin d'obtenir au moins trois échantillons utilisables appartenant à trois populations distinctes pour des études génétiques.

Lors de ce terrain, une campagne de photographie professionnelle a été réalisée sur la station de Gros-Morne (Figure 13). Les premiers clichés de l'espèce dans son habitat naturel ont ainsi été produits.

### 3.4 Séquençage ADN de l'espèce

Afin de séquencer et de mesurer la variabilité intraspécifique de l'espèce, trois individus appartenant à des populations bien distinctes ont été récoltés.

Tableau 1 : Informations sur les 3 individus prélevés pour le séquençage du génome de l'espèce.

Date	Commune	Altitude	Sexe
18/03/19	Saint-Joseph	287 m	Femelle
19/03/19	Le François	4 m	Femelle
20/03/19	Gros-Morne	253 m	Mâle

Les gènes séquencés dans cette étude sont :

- **1) celui du gène mitochondrial CO1** (Cytochrome oxidase subunit 1) qui a l'avantage d'être présent en de nombreuses copies, facilitant le séquençage. De plus, il présente un niveau de variabilité intéressant. En effet, les différences entre les séquences de ce gène chez différents individus, apparues par mutations au cours du temps, sont faibles entre les individus d'une même espèce et élevées entre des individus d'espèces différentes ;
- **2) le gène codant pour l'ARN ribosomique 12S mitochondrial** qui est aussi intéressant pour les études phylogénétiques.

Ces séquences permettront de vérifier la présence de l'espèce par différents prélèvements d'eau et analyse de l'ADN présent, objet de la tranche optionnelle de l'étude.

### 3.5 Organisation des prélèvements ADN

Une fois la connaissance de l'espèce renforcée, l'ADN environnemental permet de mieux connaître l'étendue de la distribution de l'espèce. L'échantillonnage se fait par prélèvement de 50 L d'eau à l'aide d'une pompe péristaltique en utilisant des tuyaux et une crépine exempte d'ADN. Ce volume d'eau est filtré au travers d'une capsule de filtration adaptée. L'ADN prisonnier dans le filtre est ainsi séquencé et comparé aux séquences obtenues lors des prélèvements de tissus auparavant.

Nous avons réalisé 12 prélèvements (avec 2 réplicats). C'est peu il a donc fallu définir une stratégie d'échantillonnage. La première action a été de tester l'efficacité de la méthode en prélevant à proximité de 2 stations avérées, avec un profil hydrologique différent. Ensuite, la plupart des sites ont été sélectionnés à partir des stations connus issues de la bibliographie mais non retrouvées, et de la connaissance acquise au cours des différentes prospections. Le dernier point était situé sur la côte Nord Caraïbes pour vérifier l'absence de l'espèce dans cette région de la Martinique.

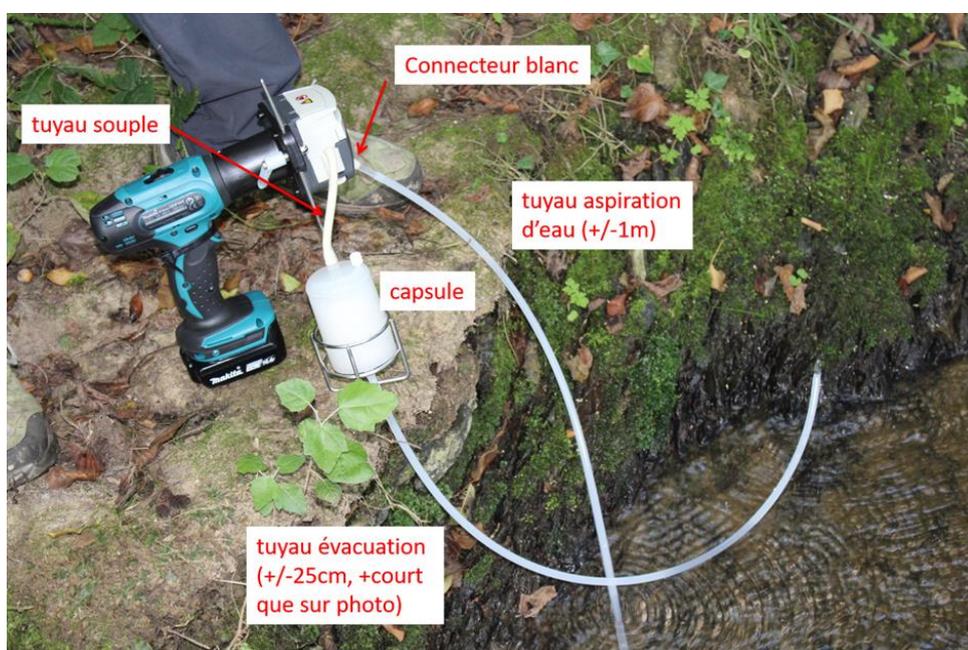


Figure 5 : Pompe péristaltique et système de filtration

## 4 Résultats des prospections de terrain et de l'ADNe

### 4.1 Description des prospections réalisées

La Carte 6 localise les stations connues (données issues de la bibliographie, de la visite de forums de passionnés et de témoignages) et présente les résultats de la première modélisation réalisée.

Les premières prospections de terrain ont permis d'obtenir les points GPS précis des stations où le Poisson Gale est présent (observé lors des prospections). Pour affiner le modèle de la Carte 6 de façon significative, nous devons trouver au minimum 10 stations avec présence avérée d'individus. Cet objectif a été atteint le 23/08/2019, lors de la découverte de la 10<sup>ème</sup> station aux Anses d'Arlet.

La nouvelle modélisation est présentée en Carte 7.

Les prospections suivantes se sont alors concentrées sur les zones définies comme favorables par ce nouveau modèle.

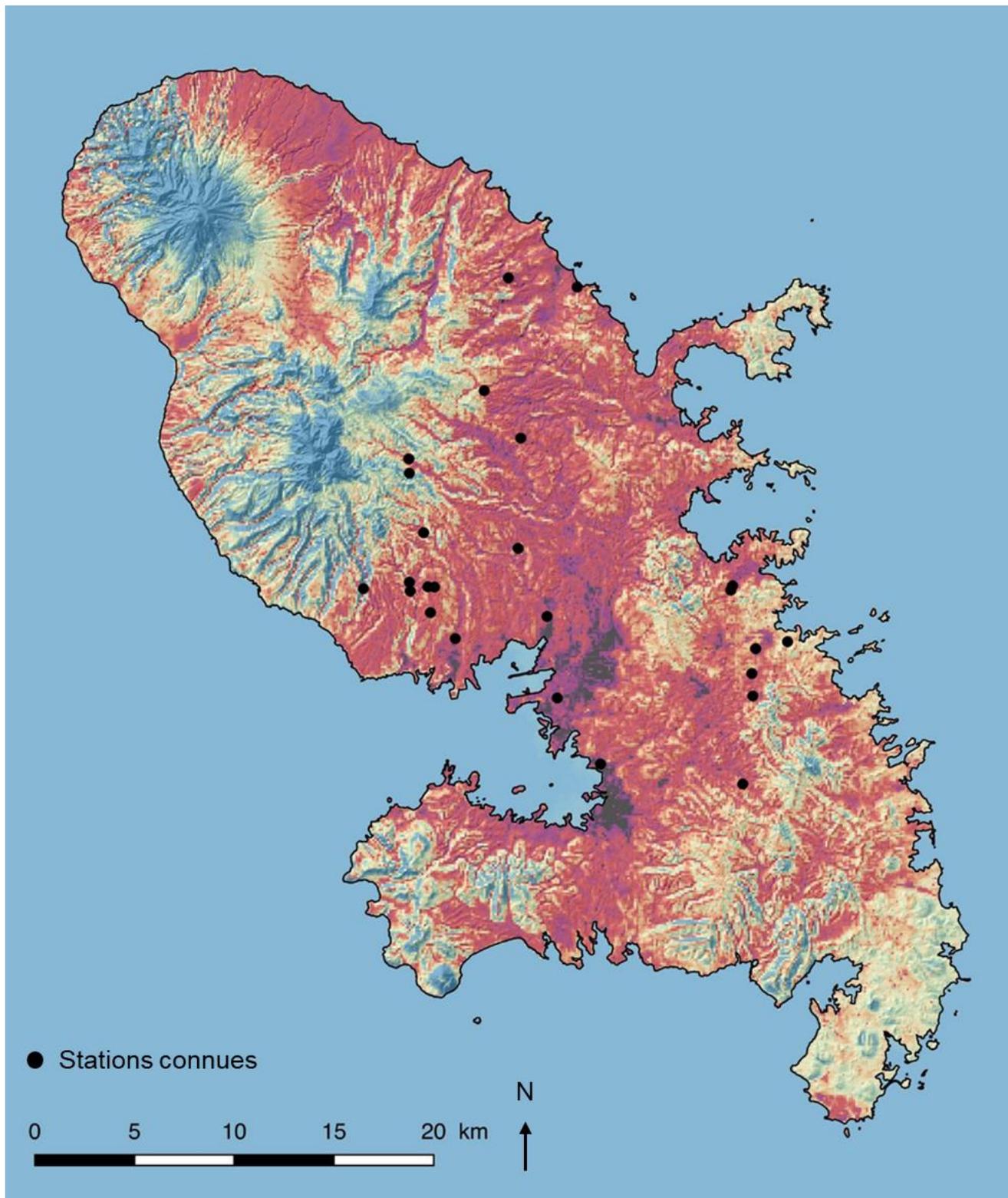
La modélisation obtenue (Carte 7), bien que statistiquement suffisamment robuste (i.e. meilleure que 1000 modèles différents réalisés à partir de 10 points répartis aléatoirement en Martinique) s'avère finalement peu informative et peu prédictive.

De nombreuses stations sont en effet en dehors des secteurs référencés comme favorables.

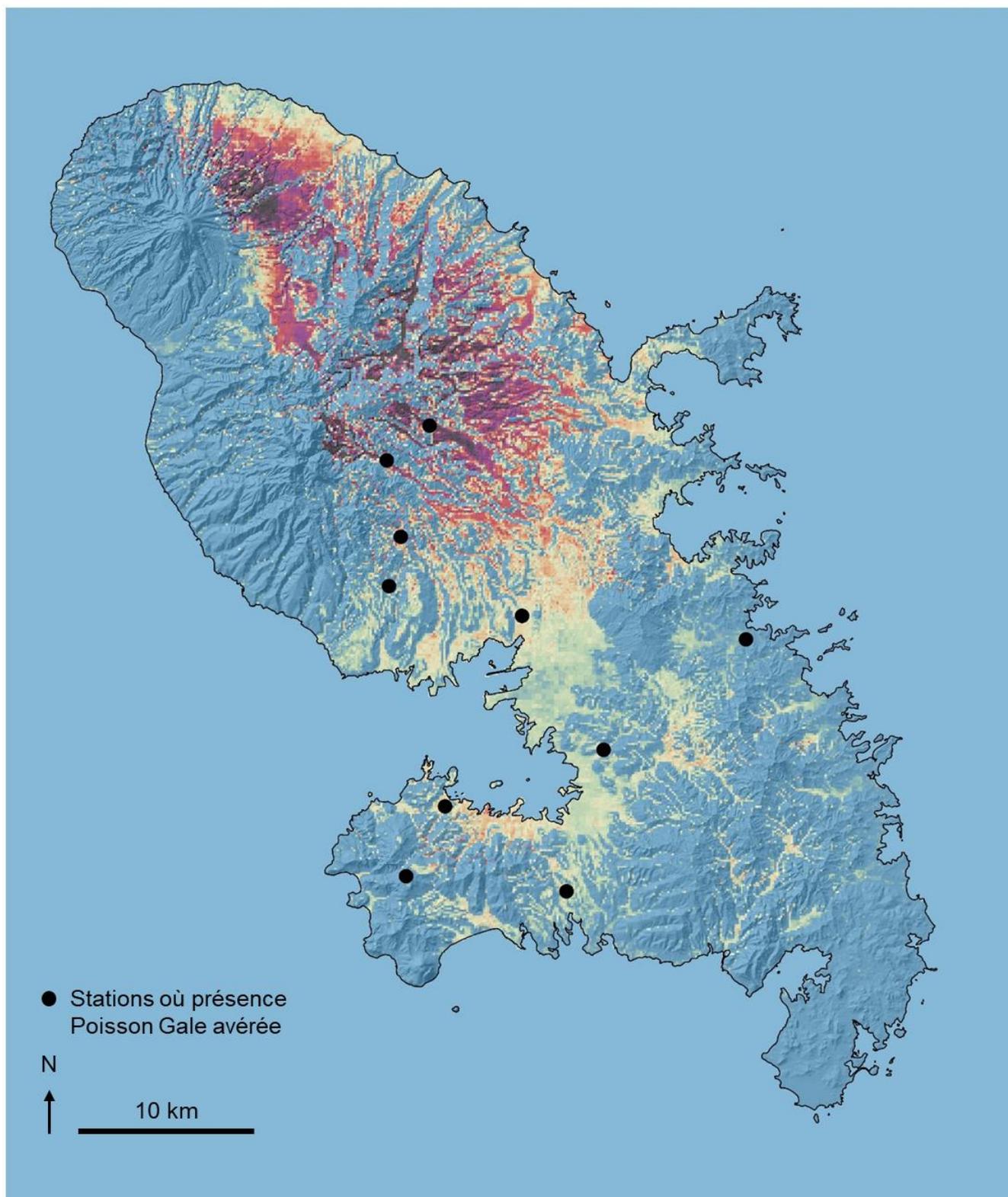
Deux explications peuvent être avancées :

- les variables sélectionnées ne permettent pas de décrire l'habitat du poisson,
- les variables sélectionnées sont insuffisamment précises pour « capter » les micro-habitats de l'espèce.

Nous considérons donc dans notre cas, que l'utilisation de MaxEnt n'est pas adaptée pour évaluer la répartition du Poisson Gale. Nous ne pouvons toutefois pas complètement écarter le fait que le nombre de stations puisse être insuffisant pour que la modélisation des zones favorables soit pertinente. Il n'est donc pas exclu qu'une nouvelle modélisation plus précise et réaliste des zones favorables à la présence du Poisson Gale pourrait être obtenue avec la saisie 20 à 30 stations supplémentaires.



Carte 6 : Positionnement approximatif des stations connues et réalisation de la première modélisation de terrain.

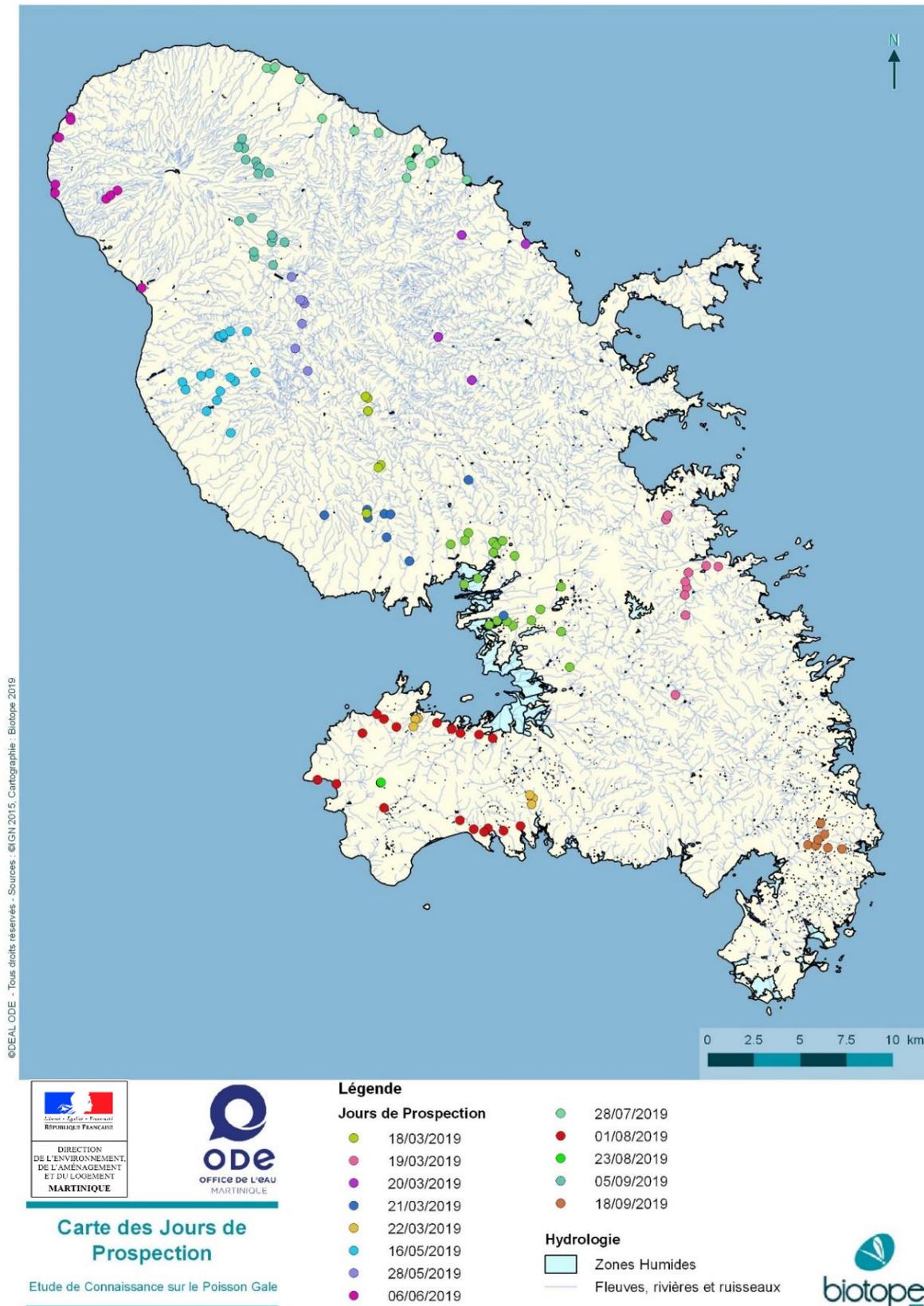


Carte 7 : Positionnement précis des stations où la présence Poisson Gale est avérée et réalisation de la seconde modélisation affinée.

Les prospections de terrain se sont déroulées du 18/03/19 au 20/09/19, donc à la fois en saison sèche et en saison des pluies. Un total de 15 journées de terrain a été effectué.

Tableau 2 : Détails des journées de prospection.

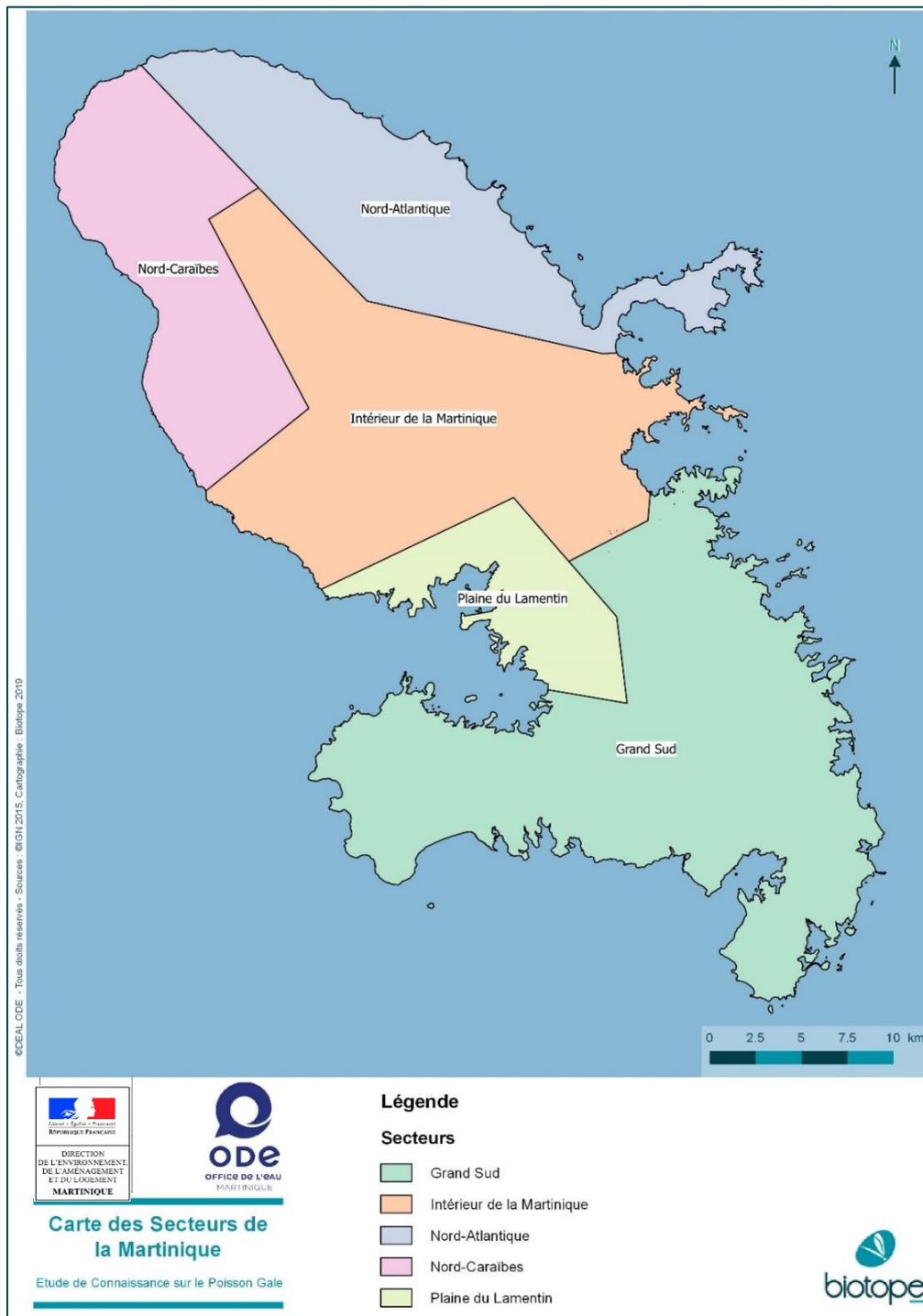
Date	Observateur	Sites investigués	Secteur correspondant au site investigué
18/03/2019	Thomas MONJOIN / Frédéric MELKI / Vincent RUFRAY	Station de Cœur Bouliki Parc de Tivoli	Intérieur Martinique
19/03/2019	Thomas MONJOIN / Frédéric MELKI / Vincent RUFRAY	Stations historiques du François / Le Robert	Grand sud
20/03/2019	Thomas MONJOIN / Frédéric MELKI / Vincent RUFRAY	Stations historiques Nord-Atlantique	Nord Atlantique
21/03/2019	Thomas MONJOIN / Frédéric MELKI / Vincent RUFRAY	Stations historiques à Fort-de-France / Schoelcher / Lamentin	Intérieur Martinique et plaine du Lamentin
22/03/2019	Thomas MONJOIN / Frédéric MELKI / Vincent RUFRAY	Le Sud et Sainte-Anne ( <i>Kryptolebias marmoratus</i> )	Grand sud
16/05/2019	Thomas MONJOIN / Pauline BILLAUD	Le Carbet / Morne Vert (reportage sur Public Sénat)	Nord Caraïbes
28/05/2019	Thomas MONJOIN	Route de la Trace	Intérieur Martinique
06/06/2019	Thomas MONJOIN / Pauline BILLAUD	Nord Caraïbes	Nord Caraïbes
26/06/2019	Thomas MONJOIN / Pauline BILLAUD	Plaine du Lamentin (2 nouvelles stations)	Plaine Lamentin
08/07/2019	Thomas MONJOIN / Pauline BILLAUD / Alexandre ARQUE	Nord-Atlantique	Nord-Atlantique
01/08/2019	Thomas MONJOIN / Pauline BILLAUD	Trois-Ilets / Le Diamant	Grand sud
23/08/2019	Thomas MONJOIN / Pauline BILLAUD	Anses-d'Arlet (Nouvelle station)	Grand-sud
05/09/2019	Thomas MONJOIN	Morne Rouge / Ajoupa-Bouillon	Nord-Atlantique
18/09/2019	Thomas MONJOIN / Pauline BILLAUD	Vauclin / Sainte-Anne	Grand-sud
20/09/2019	Thomas MONJOIN	Tour des stations connues	Tous les secteurs disposant de stations connues



Carte 8 : Jours de prospection

## 4.2 Résultats des prospections de terrain, description de l'habitat du Poisson Gale

Les résultats et la description de l'habitat du Poisson Gale sont présentés ci-après par secteur. Pour chacun des secteurs, les causes probables de l'absence d'individus sur les sites prospectés sont analysées.



Carte 9 : Les secteurs de recherche du Poisson Gale.

#### 4.2.1 Le secteur Nord-Atlantique

Ce secteur est défini comme le plus favorable d'après le deuxième modèle de niche écologique.

Aucune station n'y a été trouvée, même si certaines configurations topographiques semblaient favorables, c'est d'ailleurs ce que « voit » le modèle de niche.

Le paysage complètement modifié par l'Homme, notamment par l'implantation d'une agriculture intensive de bananes est identifié comme une importante pression sur l'espèce. En effet, une pollution des eaux d'écoulements (engrais, pesticides, chlordécone...) qui alimenteraient une potentielle station. pourrait être la cause de cette absence.

#### 4.2.2 Le secteur Nord Caraïbes

Ce secteur représente une zone de vide, tant sur les données historiques qu'à la suite des prospections récentes.

Il semble que le poisson n'ait pas colonisé la côte Nord Caraïbes.

Pourtant quelques zones d'eaux stagnantes, ombragées ont été prospectées, mais remplies d'espèces introduites (*Poecilia reticulata*, *Poecilia vivipara*). Le Poisson Gale se retrouverait alors en compétition, dans un milieu où il a évolué seul.

Une autre explication liée à la topographie de la zone, caractérisée par des fortes pentes, et un milieu sec à basse altitude qui impliquent l'absence d'eaux calmes et permanentes disponible, auxquelles le Poisson Gale semble inféodé peut également justifier de l'absence de l'espèce dans ce secteur.

#### 4.2.3 L'intérieur de la Martinique

Ce secteur est intéressant sur la partie est du massif des Pitons du Carbet.

Plusieurs stations connues y sont répertoriées et des nouvelles stations y ont été découvertes.

La station historique connue « Rivière l'Or » située sur la commune de Saint-Joseph a été visitée lors des prospections de terrain. Un seul individu a été pêché. Il a été constaté que des travaux de recalibrage du fossé dans lequel se situe cette petite station sont en cours et constituent une menace directe. On identifie ici un besoin urgent de mettre en place des mesures de protection sur cette zone, afin de sauvegarder la station.

D'autres populations du centre de la Martinique, ont été retrouvées à Cœur Bouliki, au parc de Tivoli et dans le fossé en amont de la rivière Lézarde. Elles sont situées dans des zones encore naturelles et dont la situation ne devrait pas évoluer. Elles ne sont a priori actuellement pas menacées. Cependant, l'introduction d'espèces exotiques reste à surveiller. En effet, dans le long fossé du parc de Tivoli (Figure 6), des individus de *Xiphophorus hellerii* et du genre *Poecilia* ont aussi été pêchés.



Figure 6 : Un fossé plus ou moins profond dans le parc de Tivoli, sur la commune de Fort-de-France.



Figure 7 : Une flaque déconnectée d'un plus long bras-mort, dans laquelle un individu a été pêché, sur la commune des Trois-Ilets.

#### 4.2.4 La plaine du Lamentin

La plaine du Lamentin se caractérise par une absence de pentes, aspect positif pour l'implantation du Poisson Gale. Cependant, cette région de la Martinique est la plus artificialisée du territoire. Les zones naturelles sont fragmentaires et la plupart des cours d'eau sont marqués par une pollution, liée principalement aux rejets domestiques.

Seulement deux stations sont aujourd'hui connues, l'une issue de la bibliographie et la deuxième découverte lors des prospections de terrain constituant ainsi une nouvelle station. La station historique se situe à proximité de l'exploitation agricole de Petit Pré. Cette dernière est entourée de fossés avec des herbes hautes remplis d'eau en saison humide. C'est dans l'un de ces fossés qu'une population de Poisson Gale est implantée. En période sèche, les individus se retrouvent sous le ponton en béton où de l'eau reste présente (Figure 8), l'ombre de l'ouvrage limitant l'évaporation.

La nouvelle station est plus surprenante, car située en bordure d'une bananeraie. Le fossé accueillant la population de Poisson Gale semble isolé de potentiels écoulements d'eau polluée qui proviendraient du champ de bananes voisin (Figure 9). Ce point mériterait confirmation par un prélèvement d'eau qui pourrait permettre de vérifier cette absence de pollution.



Figure 8 : Une réserve d'eau sous un pont est le refuge d'une population en période de sécheresse, sur la commune du Lamentin.



Figure 9 : Fossé rempli d'eau et de débris de noix de coco, en bordure de bananeraie sur la commune de Ducos.

#### 4.2.5 Le Grand Sud

Plusieurs stations connues sont présentes dans ce secteur. De nouvelles stations y ont été aussi découvertes, malgré un climat sec.

La principale station de ce secteur déjà connue, située sur la commune du François, est occupée par une forêt inondée. Elle accueille probablement la plus grande population connue à ce jour. En effet, la surface disponible de l'ordre de 3,5 ha est assez vaste (Figure 11).



Figure 10 : Mare forestière dans les hauteurs des Anses-d'Arlet, à 388 m d'altitude.



Figure 11 : Une forêt inondée accueille probablement la plus grande population de l'espèce, sur la commune du François.

Dans les hauteurs des Anses-d'Arlet, une station aux caractéristiques similaires mais de surface beaucoup moins importante a été découverte (Figure 10). C'est la plus haute station connue à ce jour. Cette grande mare forestière (environ 150m<sup>2</sup>) dispose d'un climat humide une majorité de l'année.

Au niveau du terrain de golf des Trois-Ilets, un bras mort et des flaques déconnectées lorsque le climat devient plus sec accueillent quelques individus. La zone est ombragée.



Figure 12 : Recherche du Poisson Gale par Frédéric Melki et Vincent Rufray dans la ravine Fonds Manoël.



Figure 13 : Immersion dans le fossé de la station de Gros-Morne pour photographier le poisson dans son milieu naturel.

La dernière station plutôt étendue est un réseau de flaques d'eau le long de la ravine Fonds Manoël. La recherche dans des petits volumes d'eau, qui serait les derniers refuges des populations en période sèche, favorise la découverte de poissons en pêchant à l'épuisette (Figure 12 ci-contre).

Au final, le nombre de stations connues, où la présence du poisson est avérée à ce jour, s'élève à 10. C'est peu, en connaissant l'effort de prospection fourni (Carte 10). L'ensemble des stations est présenté dans le tableau ci-dessous, associé à quelques paramètres physico-chimiques.

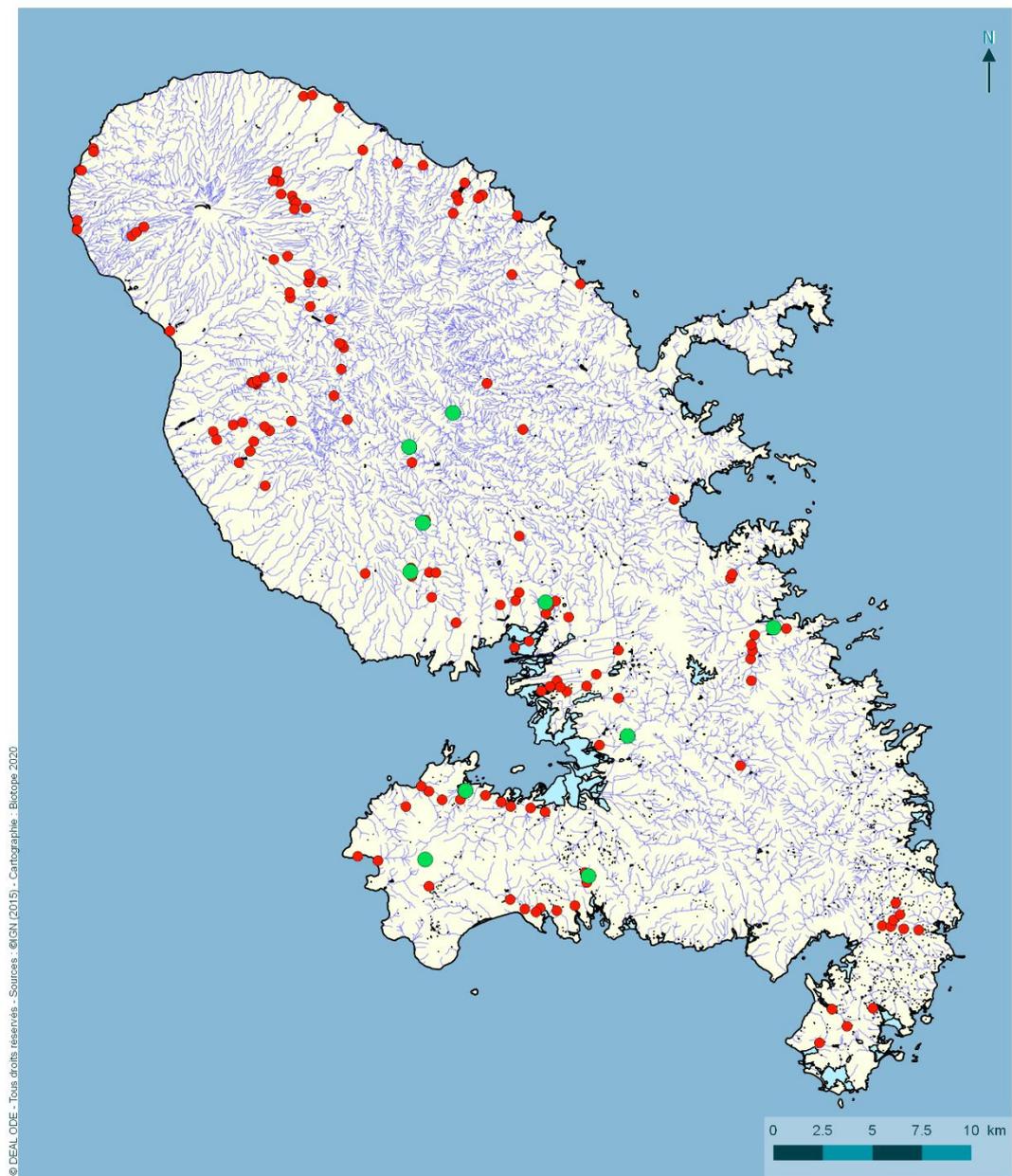
Tableau 3 : Emplacement géographique des 10 stations connues

Lieu-dit	Commune	Altitude	pH	Conductivité (µS/cm)	O <sub>2</sub> dissous (mg/L)
Cœur Bouliki	Saint-Joseph	287 m	6,9	155	5,47
Tivoli	Fort-de-France	162 m	6,8	261	5,55
Collège-Lycée La Jetée	Le François	4 m	6,5	1060	5,43
Amont rivière Lézarde	Gros-Morne	253 m	6,4	79	5,26
Rivière l'Or	Saint-Joseph	202 m	7,1	175	5,88
Golf des 3 îlets	Les Trois-Ilets	9 m	7,8	640	5,97
Fonds Manoël	Le Diamant	20 m	7,7	313	5,12
SARL Petit Pré	Le Lamentin	17 m	6,6	548	5,31
Banameraie Ducos-Génipa	Ducos	20 m	6,4	582	5,74
Mare Morne La Plaine	Les Anses-d'Arlet	388 m	6,6	180	5,33

Le pH, qui mesure l'acidité d'un milieu aqueux, est neutre pour une valeur de 7. Le Poisson Gale est retrouvé dans des milieux plutôt neutres (ni trop acide, ni trop basique). En effet, les valeurs fluctuent entre 6,4 et 7,8.

La conductivité caractérise la résistance d'une solution au passage d'un courant électrique. Cette variable reflète la concentration en particules chargées (molécules ou ions) dans le milieu. Dans le cas du Poisson Gale, cette variable varie d'un facteur 10 entre la station de Gros-Morne et celle du François. Ce paramètre ne doit probablement pas déterminer la présence et la viabilité d'une population de Poisson Gale.

L'oxygène dissous diminue quand la température augmente et quand le volume d'eau en mouvement diminue. Connaissant la configuration des stations, donc des milieux lenticules en contexte tropical, on comprend pourquoi cette valeur est basse. Des niveaux d'oxygène dissous inférieurs à 5,0 mg/L sont considérés comme stressant pour la vie aquatique.



© DEAL ODE - Tous droits réservés - Sources : ©IGN (2015) - Cartographie - Biotopie 2020



**Légende**

**Stations de Poisson Gale**

- Stations avérées
- Zones prospectées

**Hydrologie**

- Zones Humides
- Fleuves, rivières, ruisseaux

**Stations connues et effort de prospection**

Etude de Connaissance sur le Poisson Gale



Carte 10 : Stations connues et effort de prospection.

### 4.3 Description des prélèvements ADNe réalisés

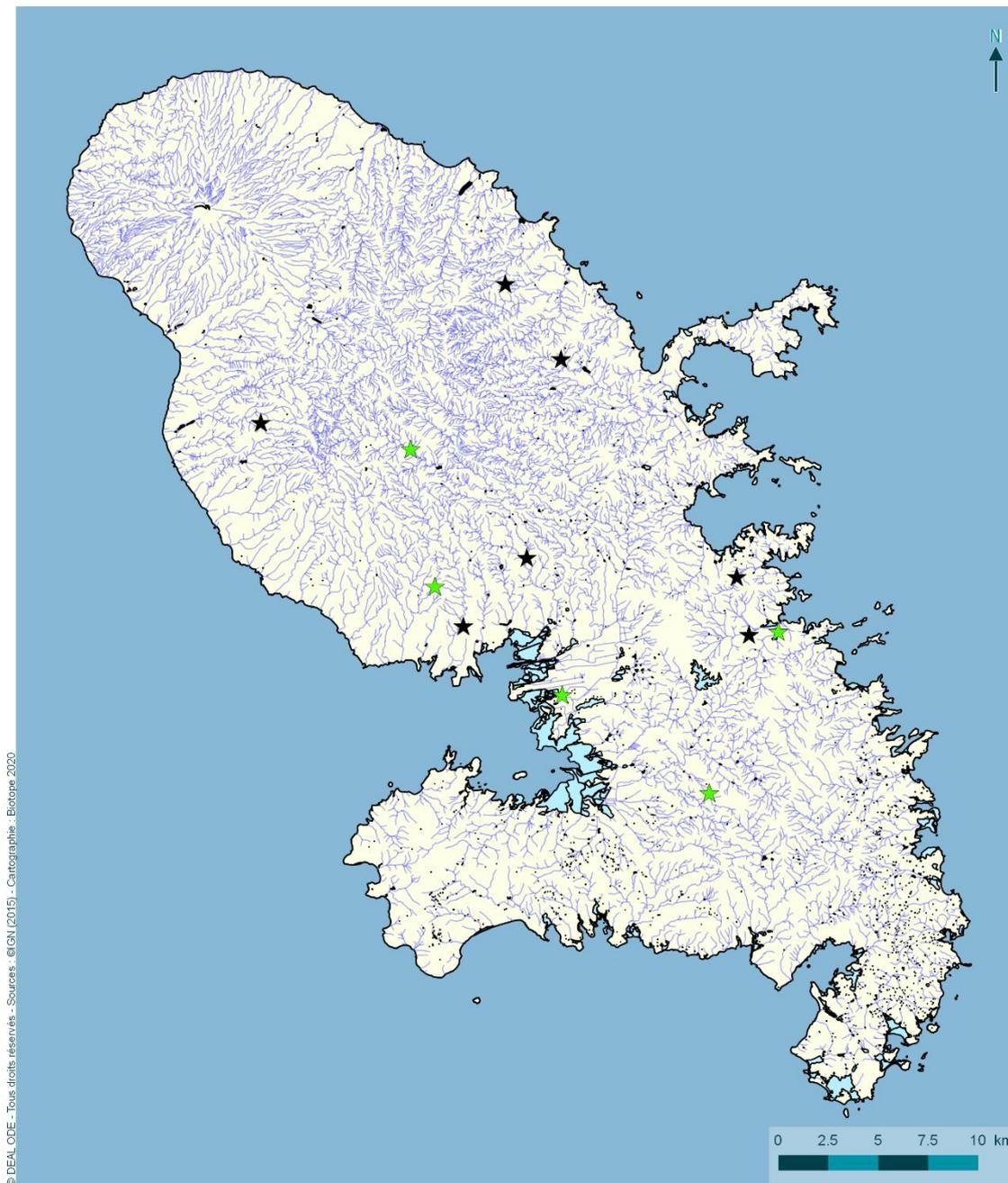
Les prélèvements ADNe se sont déroulés du 17/03/2019 au 17/01/2020, donc à la fois en saison sèche et en saison des pluies.

Tableau 4 : Détails des prélèvements ADNe.

Date	Sites échantillonnés	Résultat
17/03/2019	Station de Cœur Bouliki	<b>Positif</b>
31/07/2019	Canaux de l'habitation Clément	<b>Négatif</b>
03/12/2019	Station du François	<b>Positif</b>
14/01/2020	Abords de l'aéroport	<b>Positif</b>
14/01/2020	Fonds Masson	<b>Positif</b>
15/01/2020	Rivière Prospérité	<b>Négatif</b>
15/01/2020	Ravine Vilaine	<b>Positif</b>
15/01/2020	Rivière Monsieur	<b>Négatif</b>
16/01/2020	Rivière Galion	<b>Négatif</b>
16/01/2020	Lieu-dit Reculée	<b>Négatif</b>
16/01/2020	Hauteurs de Morne Vert	<b>Négatif</b>
17/01/2020	Bonny au Robert	<b>Négatif</b>

La station de Cœur Bouliki et la station du François sont des stations où le Poisson Gale est connu. Ces 2 prélèvements servent à tester l'efficacité de la méthode. Le fait que le résultat soit positif était un prérequis pour effectuer les prélèvements à l'échelle de la Martinique.

Parmi les 10 autres échantillons, 3 ressortent positifs : les abords de l'aéroport, fonds Masson et ravine vilaine. Le Poisson Gale est donc présent dans le plan d'eau directement ou en amont du point de prélèvement d'eau.



© DEAL ODE - Tous droits réservés - Sources : ©IGN (2015) - Cartographie - Biotopie 2020



**Légende**

**Points ADNe**

- ★ Négatif
- ★ Positif

**Hydrologie**

- Zones Humides
- Fleuves, rivières, ruisseaux

**Prélèvements ADNe**

Etude de Connaissance sur le Poisson Gale



Carte 11 : Prélèvements ADNe

## 4.4 Analyses réalisées

L'ADN inclus dans les capsules d'eau a été extrait à l'aide de kits d'extraction Qiagen selon un protocole adapté à partir du protocole du fabricant. L'ADN extrait a ensuite été amplifié par réactions PCR, via des couples d'amorces s'hybridant sur différentes portions de gènes propres aux organismes cibles. Une seconde PCR permettant l'ajout de tags spécifiques à la technique de séquençage nouvelle génération a ensuite été réalisée. Ces produits PCR ont subi une étape de purification puis ont été séquencés sur un séquenceur nouvelle génération de la marque Illumina. Les séquences brutes obtenues ont été traitées par un script bio-informatique afin de ne garder que les séquences d'intérêt. Enfin, les séquences traitées ont été attribuées à leur taxonomie en les comparant à des bases de données.

## 4.5 Espèces recensées par la méthode ADNe

En comparant toutes les séquences ADN extraites à une base de données, il est possible de dresser une liste des espèces qui fréquentent les cours d'eau de la Martinique.

Tableau 5 : Espèces recensées après analyse des prélèvements ADNe.

Point ADNe	Espèces recensées
Abords de l'aéroport	<p><b>Poissons</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Eleotris perniger</i></li> <li>- <i>Dormitator maculatus</i></li> <li>- <i>Oreochromis mossambicus</i></li> <li>- <i>Hoplosternum littorale</i></li> <li>- <i>Anablepsoides cryptocallus</i></li> <li>- <i>Megalops atlanticus</i></li> <li>- <i>Gobiomorus dormitor</i></li> <li>- <i>Xiphophorus maculatus</i></li> </ul> <p><b>Artéfacts</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Salmo salar</i> (Saumon de l'Atlantique)</li> </ul>
Fonds Masson	<p><b>Poissons</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Poecilia reticulata</i></li> <li>- <i>Anablepsoides cryptocallus</i></li> </ul> <p><b>Mammifères</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Didelphis marsupialis</i></li> </ul> <p><b>Artéfacts</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Salmo salar</i> (Saumon de l'Atlantique)</li> </ul>
Rivière Prospérité	<p><b>Poissons</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Hypostomus sp.</i></li> <li>- <i>Poecilia reticulata</i></li> <li>- <i>Sicydium sp.</i></li> </ul> <p><b>Amphibiens</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Rhinella marina</i></li> </ul> <p><b>Artéfacts</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Sicyopterus sp.</i> (Bichiques)</li> </ul>
Ravine Vilaine	<p><b>Poissons</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Xiphophorus hellerii</i></li> <li>- <i>Oreochromis mossambicus</i></li> <li>- <i>Poecilia reticulata</i></li> <li>- <i>Anablepsoides cryptocallus</i></li> </ul>

	<p><b>Amphibiens</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Eleutherodactylus johnstonei</i></li> <li>- <i>Rhinella marina</i></li> </ul> <p><b>Oiseaux</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Margarops fuscatus</i></li> <li>- <i>Allenia fusca</i></li> </ul> <p><b>Artéfacts</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Meleagris gallopavo</i> (Dinde)</li> <li>- <i>Salmo salar</i> (Saumon de l'Atlantique)</li> </ul>
Rivière Monsieur	<p><b>Poissons</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Selene vomer</i></li> </ul> <p><b>Amphibiens</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Rhinella marina</i></li> </ul> <p><b>Artéfacts</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Euthynnus alletteratus</i> (Thonine)</li> <li>- <i>Sardina pilchardus</i> (Sardine)</li> <li>- <i>Salmo salar</i> (Saumon de l'Atlantique)</li> </ul>
Rivière Galion	<p><b>Poissons</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Poecilia reticulata</i></li> <li>- <i>Sicydium sp.</i></li> </ul> <p><b>Artéfacts</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Sicyopterus sp.</i> (Bichiques : origine indo-pacifique)</li> </ul>
Lieu-dit Reculée	<p><b>Poissons</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Sicydium sp.</i></li> </ul> <p><b>Artéfacts</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Salmo salar</i> (Saumon de l'Atlantique)</li> <li>- <i>Salmo trutta</i> (Truite fario)</li> </ul>
Hauteurs de Morne Vert	<p><b>Poissons</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Poecilia reticulata</i></li> </ul> <p><b>Amphibiens</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Eleutherodactylus johnstonei</i></li> </ul> <p><b>Mammifères</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Didelphis marsupialis</i></li> </ul> <p><b>Artéfacts</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Salmo salar</i> (Saumon de l'Atlantique)</li> </ul>
Bonny au Robert	<p><b>Poissons</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Oreochromis mossambicus</i></li> <li>- <i>Dajaus monticola</i></li> <li>- <i>Eleotris perniger</i></li> <li>- <i>Sicydium sp.</i></li> <li>- <i>Anguilla rostrata</i></li> <li>- <i>Gobiomorus dormitor</i></li> </ul> <p><b>Amphibiens</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Rhinella marina</i></li> </ul>

Canaux habitation Clément	<p><b>Poissons</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Poecilia reticulata</i></li> <li>- <i>Poecilia vivipara</i></li> <li>- <i>Dormitator maculatus</i></li> </ul> <p><b>Amphibiens</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Rhinella marina</i></li> </ul>
Coeur Bouliki	<p><b>Poissons</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Poecilia reticulata</i></li> <li>- <i>Anablepsoides cryptocallus</i></li> </ul>
Collège – Lycée Le François	<p><b>Poissons</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Anablepsoides cryptocallus</i></li> <li>- <i>Poecilia reticulata</i></li> <li>- <i>Poecilia vivipara</i></li> </ul> <p><b>Reptiles</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Dactyloa roquet</i></li> </ul>

#### 4.6 Analyse des résultats de la méthode ADNe

Les résultats de ces analyses, malgré le nombre restreint de prélèvements, apportent des informations très intéressantes.

Tout d'abord, la détectabilité de *A. cryptocallus* a été confirmée en corrélant ADNe et présence avérée sur deux sites (Collège du François et Cœur Bouliki). Ce travail préliminaire a été très important car l'on a pu adapter les protocoles de prélèvement à la spécificité de l'habitat du Poisson-gale. En effet, la présence de boue et d'humus dans les échantillons a tendance à perturber les analyses. Nous avons donc mis en place un protocole de récolte visant à minimiser la quantité d'humus dans les prélèvements : utilisation de crépines et diminution du temps de filtration.

Deuxièmement, 3 sites nouveaux de présence de Poisson-gale ont été mis en évidence grâce à la méthode, notamment dans des secteurs historiquement connus mais où les prospections à vue n'avaient rien donné.

Troisièmement la méthode apporte des éléments intéressants sur les autres espèces de poissons présentes, notamment d'espèces invasives.

Le site de Rivière prospérité montre la présence de *Hypostomus* sp. Il s'agit d'un Poisson-chat de la famille des Loricariidae très certainement introduit par des aquariophiles et qui semble être en cours d'implantation en Martinique. En effet, ce poisson appelé « Pléco » par les aquariophiles, grossit beaucoup et peut être ensuite relâché dans la nature. Des données existaient déjà, mais sont confirmées par ces analyses. Il est possible, par ailleurs, que plusieurs espèces de « Plécos » aient été introduites, appartenant aux genres *Hypostomus* et *Pterygoplichthys*.

Le site des canaux de l'aéroport est encore plus intéressant puisqu'il mentionne *Hoplosternum littorale* qu'on appelle « Atipa », un poisson habitant les marais de Guyane. En 2013, une habitante de Rivière-Salée avait capturé ce poisson (Figure 14). A l'époque, les chercheurs de l'Ifremer conseillaient de s'en débarrasser rapidement pour le bien de la faune locale. Aucune autre donnée n'avait été signalées depuis. Il semble qu'une population persiste encore à ce jour en Martinique

## Un poisson à deux pattes retrouvé à Rivière-Salée

insolite



L'atipa, dans un petit bassin d'eau douce chez une habitante de Rivière-Salée. • ©Martinique 1ère



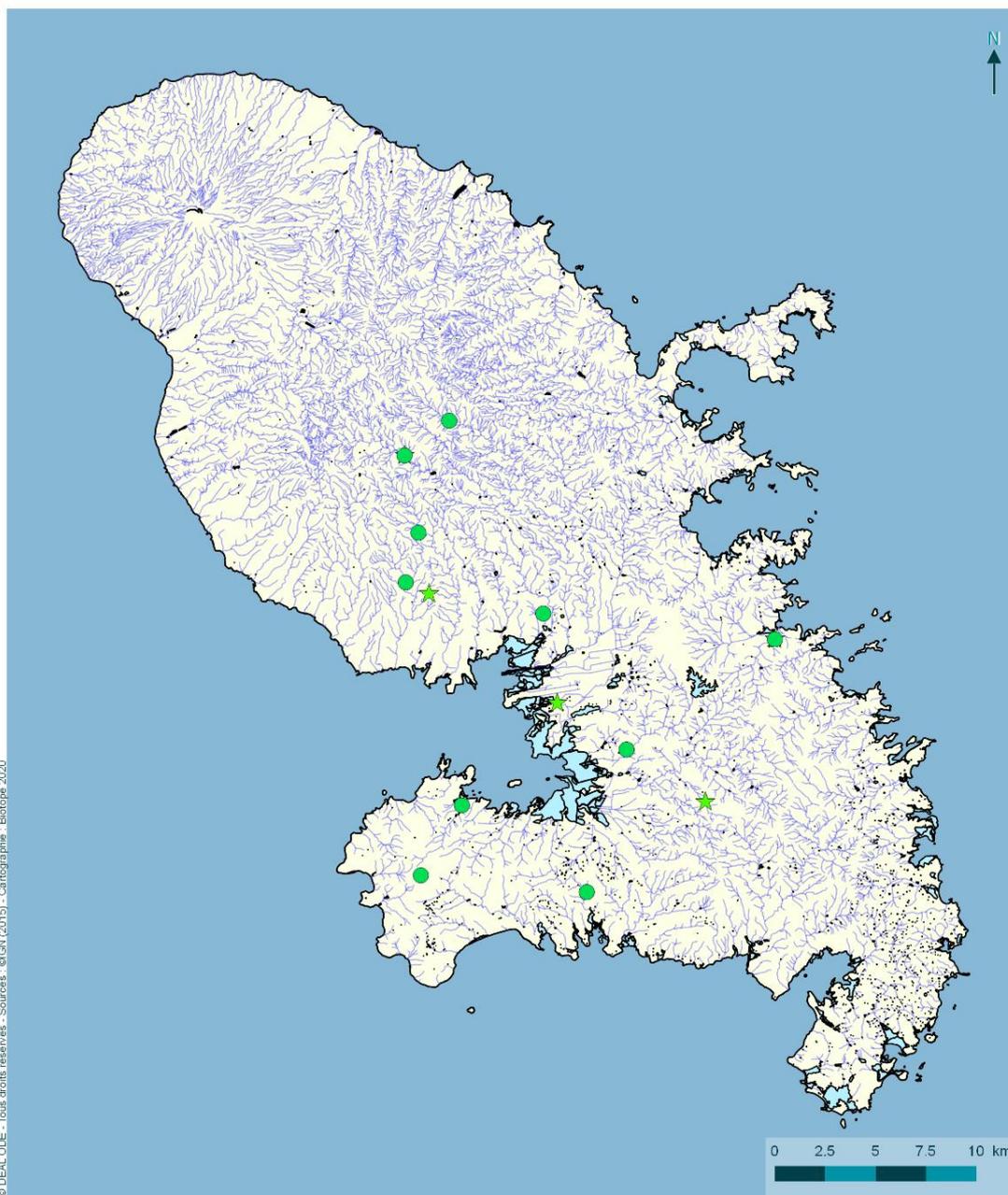
**U**ne habitante de Rivière-Salée a capturé un "atipa", un poisson préhistorique qui prolifère d'habitude dans les marais de Guyane. Personne ne sait vraiment comment il est arrivé à la Martinique, mais les chercheurs conseillent de s'en débarrasser au plus vite pour le bien de la faune locale.

Joseph Nodin · Publié le 23 octobre 2013 à 20h08

Figure 14 : Extrait de l'article de Martinique 1ère.

Dans ces listes d'espèces, il n'y a pas que des poissons. On peut noter deux espèces d'amphibiens introduits en Martinique et bien connues : l'Hylode de Johnstone (*Eleutherodactylus johnstonei*) et le Crapaud bœuf (*Rhinella marina*). Il y a aussi le Manicou (*Didelphis marsupialis*), mammifère introduit en Martinique et bien implanté. Pour finir, il y a également deux espèces natives d'oiseaux, le Moqueur grivotte (*Allenia fusca*) et le Moqueur corossol (*Margarops fuscatus*).

Enfin, une autre catégorie ressort de ces listes d'espèces, celle des espèces consommées par l'Homme et dont des traces restent dans l'environnement, une fois rejetées après digestion. Il s'agit du Saumon de l'Atlantique (*Salmo salar*), de la truite (*Salmo trutta*), de sardines (*Sardina pilchardus*), de la thonine et même de dinde (*Meleagris gallopavo*). Notons, dans cette catégorie, les Bichiques (*Sicyopterus* sp.) qui sont des alevins de gobies migrateurs très consommés à la Réunion.



© DEAL ODE - Tous droits réservés - Sources : ©IGN (2015) - Cartographie - Biotopie 2020



**Légende**

**Présence Poisson Gale**

- ★ ADNe
- Pêche

**Hydrologie**

- Zones Humides
- Fleuves, rivières, ruisseaux

**Carte synthétique de la répartition du Poisson Gale**

Etude de Connaissance sur le Poisson Gale



Carte 12 : Carte synthétique de la répartition du Poisson Gale.

## 4.7 Le Poisson Gale, espèce du piémont atlantique de la Martinique

Pour conclure, le Poisson Gale est une espèce avec une distribution fragmentée, localisée aux contreforts du massif des Pitons du Carbet, de la plaine du Lamentin et du sud Caraïbes. Le tiers nord de l'île et l'extrême sud ne semblent pas être colonisés par l'espèce : 1°) probablement à cause d'un climat trop sec à l'ouest et dans l'extrême sud qui ne permettrait pas de survivre en saison sèche, 2°) des pentes trop abruptes autour des massifs volcaniques empêchant l'existence de zones d'eau calme auxquelles il semble inféodé et 3°) la pollution des eaux provenant de la culture des bananes au nord-est. Les quelques photos ci-dessous rendent compte de la diversité des milieux dans lesquels il peut vivre. Toutefois, tous ces habitats présentent des points communs :

- l'absence de courant,
- la présence d'une végétation hydrophile,
- la présence d'ombre (qui limite l'évaporation et crée un milieu sombre dans lequel il peut se camoufler).

La saison sèche reste la meilleure période pour le chercher, puisqu'il ne doit survivre que dans les zones d'eau permanente, qui sont restreintes sur l'île. Ainsi, la saison sèche augmente la probabilité de le pêcher.

**Au final, 10 stations sont connues à ce jour, à l'issue de la présente étude, auxquelles il faut ajouter 3 stations qui ne sont pas localisées précisément car révélées par l'analyse ADNe.**

Les stations les plus populaires sont celles de Cœur Bouliki et Tivoli, rapportées par la plupart des interlocuteurs au cours de l'étude.

La station du François a été communiquée quant à elle par Béatriz Condé, naturaliste connaissant bien les milieux naturels et écosystèmes de la Martinique.

La station du Lamentin a été connue grâce au témoignage d'Alexandre Arqué (ODE) et la station de Rivière l'Or via un forum internet.

**Cette étude a ainsi permis de découvrir 5 nouvelles stations et 3 zones à prospecter en priorité autour des prélèvements positifs de l'ADNe.**

## 5 Evolution des stations connues et évaluation des menaces

Au moment du démarrage de cette étude, en mars 2019, seules 7 stations étaient connues (Fondation Biotope, 2018). Les prospections menées tout au long de l'année 2019 ont augmenté ce nombre de stations à 10. Loin de constituer un signe positif, cette augmentation traduit uniquement l'effort de prospection supplémentaire lié à cette étude, puisque 5 stations nouvelles ont été trouvées.

Des 7 stations initialement connues en 2018, seules 5 subsistent. Si l'on remonte plus loin dans le temps, notamment à l'étude réalisée par Huber en 1992, on s'aperçoit que 82% des stations qu'il signalait ont disparu, majoritairement du fait de l'urbanisation, de la pollution et de dégradation extrême des petits cours d'eau où vit l'espèce, notamment en zone péri-urbaine.

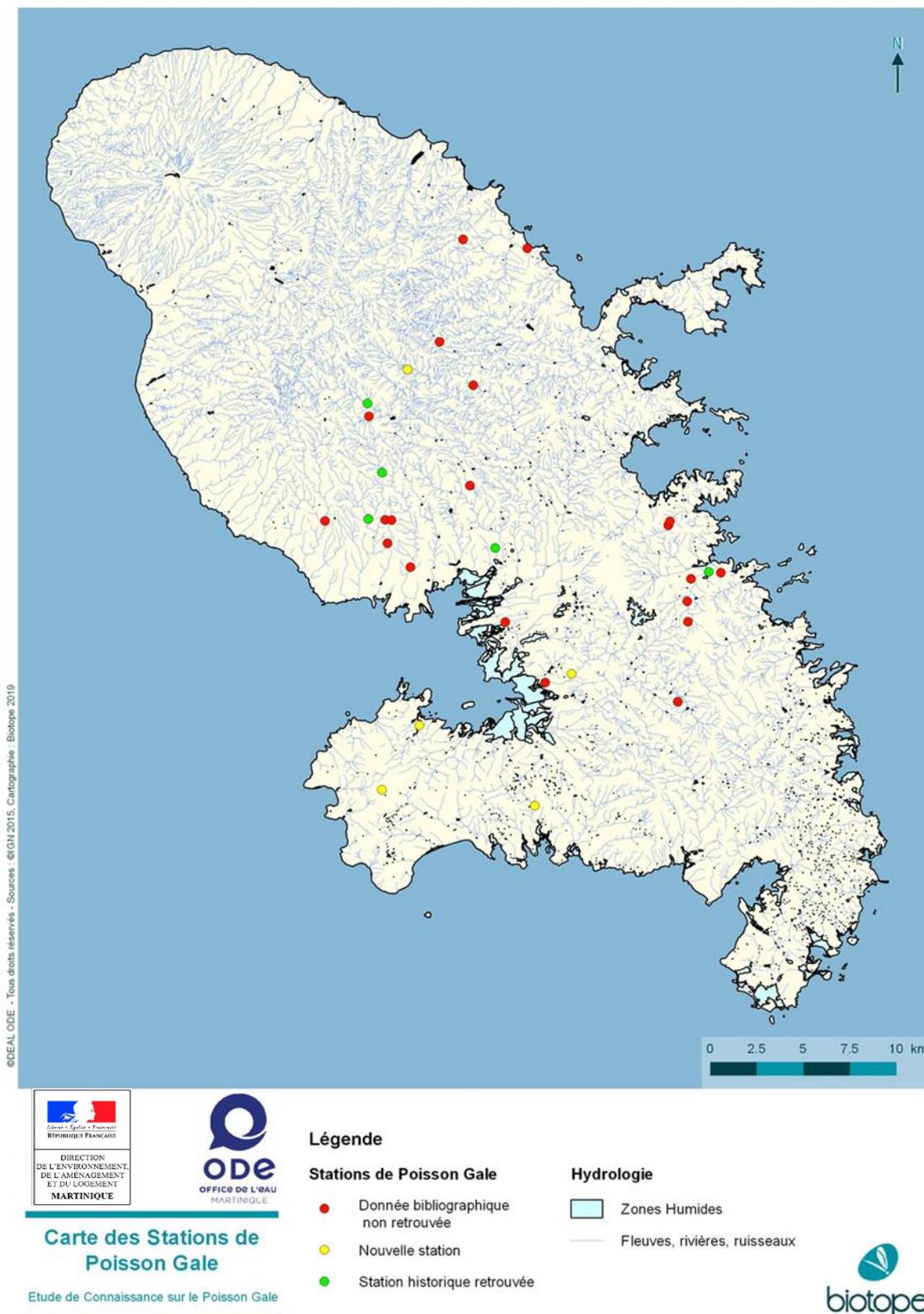
S'agissant des stations connues mais non publiées (littérature grise et communications orales), 50% d'entre elles ont disparu, et ce pour les mêmes raisons que précédemment. Le tableau suivant résume l'évolution de la situation constatée dans cette étude, tandis que la carte ci-après permet de localiser et d'apprécier leur évolution.

Tableau 6 : Evolution des stations connues

Type de stations	Nb	Non prospectées	Non retrouvées	Retrouvées	Menacées	% disparition	% menacé des stations restantes
Stations publiées dans la littérature (Huber 1992)	11	1	9	1	1	82%	100%
Littérature grise (forums, études...) depuis 1980.	10	1	5	4	4	50%	100%
Nouvelles stations 2019	5			5	3	0%	60%

Les stations retrouvées sont soit très précaires (quelques individus) ou très menacées (environnement en mutation rapide). *Anablepsoides cryptocallus* nous apparaît du fait de sa répartition (zones de basse altitude et de faible pente) et par son habitat naturel (très petits fossés, eaux temporaires) très menacé par un certain nombre de facteurs qui sont : **l'urbanisation**, la **pollution domestique des cours d'eau**, **l'agriculture intensive**, la **pollution chimique agricole**, le **recalibrage et l'entretien des fossés** et les **espèces introduites invasives** (*Poecilia reticulata*, *Poecilia vivipara*, *Xiphophorus hellerii*). Il faut ajouter à ces menaces avérées, les **changements climatiques** et les **prélèvements à visées aquariophiles** qui sont plus difficiles à apprécier.

*Anablepsoides cryptocallus*, du fait de la précarité et de la spécificité des habitats qu'il fréquente était sans aucun doute le seul poisson présent dans ces milieux à l'origine. Cette absence de concurrence est un des éléments importants de son écologie. Or, depuis l'introduction, en Martinique, de **Poeciliidae** échappés d'aquarium ou volontairement introduits pour lutter contre les moustiques (*Poecilia reticulata*, *Poecilia vivipara*, *Xiphophorus hellerii*), il devient exceptionnel de trouver une population de Poisson Gale sans présence de ces espèces. On trouve également de nombreuses stations favorables au Poisson Gale où Guppys et Mollys abondent alors que le Poisson Gale est absent. Il est donc certain que les populations de Poissons Gale sont gravement affectées par ces espèces envahissantes, même s'il peut survivre en présence de ces dernières mais avec des effectifs plutôt faibles. Le Poisson Gale présente toutefois un avantage compétitif par rapport aux Poeciliidae, car il peut survivre à un assec complet (à condition que le substrat reste humide), soit sous forme d'adultes cachés sous des pierres dans la boue, soit sous forme d'œufs.



Carte 13 : Statut des stations connues du Poisson Gale

Il est difficile d'apprécier l'impact des **prélèvements à visée aquariophile** sur les populations. En effet, le Poisson Gale intéresse un cercle particulier d'aquariophiles appelés « Killiphiles ». Killi est le nom générique donné aux Cyprinodontiformes en aquariophilie. Il existe nombre de forums où s'échangent les informations sur les stations de l'espèce, et il est à craindre que les stations les plus accessibles puissent faire l'objet de prélèvements excessifs. De plus, des forums de ventes proposent des œufs ou des adultes à des tarifs plutôt élevés, en particulier lorsqu'il s'agit de spécimens ou de populations vivement colorées (jaune, bleu). Notons que le prélèvement de quelques individus dans une population saine, présente un impact quasi nul. En effet, du fait de son écologie et de sa biologie, l'espèce occupe entièrement les possibilités de son habitat. Si des poissons adultes sont prélevés, ils sont remplacés par des jeunes sans variation notable de la densité. Ceci n'est plus vrai lorsque les prélèvements deviennent plus massifs (commerce aquariophile par exemple) ou que les populations sont fragilisées par des pressions externes (Guppys par exemple). Notons toutefois que l'espèce s'élève sans grande difficulté en captivité et que cela pourrait-être un avantage pour des politiques de conservation *ex situ*.

La question des **changements climatiques** est plus difficile à appréhender. Néanmoins, si l'espèce survit à des assecs modérés, elle ne survivrait pas à des assecs sévères et répétés. Si l'évolution climatique en Martinique devait aller vers une raréfaction des pluies, il est vraisemblable que les stations situées dans les zones les plus sèches pourraient disparaître. Les principales menaces identifiées sont listées et évaluées dans le tableau 5 ci-après.

Tableau 7 : évaluation des menaces portant sur le Poisson Gale

Menaces	Niveau
Urbanisation	Très élevé
Pollution domestique des cours d'eau	Très élevé
Agriculture intensive	Très élevé
Pollution chimique agricole	Très élevé
Recalibrage et entretien des fossés	Elevé
Espèces introduites et invasives	Elevé
Changements climatiques	Potentiellement élevé
Prélèvements à visée aquariophile	Potentiellement élevé

## 6 Recommandations, mesures à mettre en œuvre et conclusion

### 6.1 Donner un statut de protection fort à l'espèce

Il résulte de l'étude, que le Poisson Gale est une **espèce gravement menacée en Martinique**. S'agissant d'une espèce endémique, nous recommandons vivement de lui donner **un statut de protection fort**.

En effet, un classement en espèce protégée permettrait :

- de mener une recherche systématique de l'espèce lors des études d'impact sur l'environnement et ainsi d'améliorer les connaissances qui restent, malgré cette étude, fragmentaires sur cette espèce ;
- d'instaurer lors des études d'impact, des mesures d'évitement, de réduction ou de compensation des impacts spécifiques à l'espèce et faciles à mettre en œuvre compte-tenu de son mode de vie et ses exigences faibles.

Un statut de protection permettra de limiter fortement les prélèvements dans la nature par les aquariophiles et d'interdire le commerce de l'espèce.

Toutefois, il faut aussi entamer, pour les populations existantes en captivité, une réflexion avec des spécialistes de l'élevage des Killies pour envisager une conservation *ex situ* des différentes souches de l'île.

Bien évidemment, l'espèce doit devenir une espèce déterminante ZNIEFF.

### 6.2 Mettre en œuvre des mesures de protection

#### 6.2.1 Mesures générales favorables à l'espèce

Si la protection de l'espèce permettra une bonne prise en compte dans les projets d'aménagement ou d'urbanisation, il est aussi indispensable que la Martinique poursuive ses efforts dans la lutte contre la pollution des eaux qu'elle soit d'origine agricole, routière ou domestique. Des dispositifs spécifiques pour le Poisson Gale pourront être intégrés à la réflexion sur ces politiques (protection spécifique des ruisseaux, des mares et des ravines).

Les travaux de réfection des annexes routières, le curage et le recalibrage des fossés pourront aussi faire l'objet de recommandations spéciales en faveur du Poisson Gale.

La lutte contre les décharges sauvages est un des éléments à prendre également en compte et devra être intensifiée.

Il nous paraît indispensable d'appliquer une protection forte sur la station du François, qui abrite la plus grande population connue à ce jour. Sa protection prendra en compte la zone humide, mais aussi la zone amont afin de préserver les arrivées d'eau douce.

#### 6.2.2 Mesures expérimentales de restauration de milieu et site naturel de compensation

Compte-tenu de l'écologie particulière de l'espèce, il devrait être relativement simple de restaurer des habitats favorables à l'espèce mais où celle-ci est absente : création de biotope favorable, réintroduction à partir de souches locales génétiquement contrôlées, lutte contre les invasives. Il est

en revanche nécessaire d'expérimenter et de monitorer ces actions de restauration afin de les généraliser ensuite.

La loi biodiversité de 2016 a introduit la notion de site naturel de compensation (SNC). Il s'agit de mener des actions de compensation écologique à l'avance, sur un site bien identifié et avec des objectifs précis et de le faire financer par les moyens alloués à la compensation écologique de projets futurs. La création d'un site naturel de compensation « Poisson Gale » pourrait permettre de restaurer une zone tout en menant à bien des expérimentations scientifiques sur la restauration de l'espèce. L'avantage de la solution SNC est de pouvoir utiliser des fonds privés issus de l'aménagement pour restaurer l'espèce.

### 6.3 Améliorer la connaissance de l'espèce

Les **analyses génétiques** ont montré que l'espèce est originale et bien endémique de Martinique, mais présente des divergences populationnelles. Il nous paraît essentiel pour soutenir les politiques de conservation, de connaître ces divergences à travers une analyse génomique des 13 populations connues. Cette connaissance est nécessaire à tout programme de conservation.

Enfin, des questions fondamentales restent en suspens sur l'origine de ce poisson. Comment est-il arrivé en Martinique ? Est-il vraiment endémique de cette île ? D'autres espèces proches ont-elles réussi à coloniser les Antilles depuis l'Amérique du Sud ? Pour répondre à ces questions, il est nécessaire de prospecter les îles voisines dans un premier temps. Il existe une donnée du Poisson Gale sur l'île de Sainte-Lucie datant de 1992, jamais vérifiée. Qu'en est-il de la Dominique ? Une étude équivalente à mener sur une espèce proche, *Kryptolebias marmoratus*, associée aux mangroves et connue uniquement de Guadeloupe pour les Antilles françaises, serait intéressante. On pourrait de la même manière, rechercher ce poisson des mangroves en Martinique via des prélèvements d'ADN environnemental.

### 6.4 Faire connaître l'espèce et communiquer

La **communication** est aussi essentielle, tant vers le grand public que vers les professionnels. Seul poisson d'eau douce endémique de Martinique, le Poisson Gale peut devenir une sorte d'emblème de la conservation des eaux douces en Martinique. Des **mesures simples de gestion** dans les propriétés agricoles ou dans les jardins, des protocoles de traitement des dépendances routières pourront être promus dans un ou plusieurs **guides de bonnes pratiques**.

Pour le moment, la station du François est la population la plus importante et la plus pérenne de l'espèce. Son accès facile et sa proximité avec les écoles fait de cette station un terrain de jeu idéal pour les enseignants et les institutions environnementales afin de sensibiliser le grand public sur cette espèce et les problématiques associées.

On peut aussi utilement envisager des outils de communication grand public comme fabriquer une exposition itinérante sur le Poisson Gale qui pourrait être présentée dans les mairies ou dans les établissements scolaires.

### 6.5 Mesures de suivi et de monitoring

Il est aujourd'hui fondamental de suivre l'évolution des 13 stations connues de Poisson Gale lors des campagnes de suivi des cours d'eau menées par l'Office De l'Eau de Martinique. En effet, les rejets domestiques, l'agriculture intensive et la pollution chimique qui en découle sont identifiées comme des menaces importantes sur l'espèce. Un suivi des stations permet ainsi de prioriser les efforts de conservation. De plus, ces données peuvent servir à réaliser un **modèle de niche plus approprié** et directement basé sur son milieu de vie, l'eau.

Par ailleurs, il convient de **rechercher de nouvelles stations**, cette étude n'ayant pas pu être exhaustive. **Il faut pour cela coupler recherche traditionnelle dans les habitats favorables et étude ADNe.**

En effet, maintenant que l'habitat est mieux connu, nous savons qu'un point d'eau ombragé avec une ambiance forestière est clairement apprécié par les petites populations de ce poisson. Les prochaines prospections pourront donc se préparer en amont, grâce à un travail de cartographie. En couplant les zones forestières et les zones humides (étangs, rivière, bras mort) de Martinique, on priorise les aires de recherche. On peut même définir une zone tampon autour des zones humides, connaissant sa mobilité et sa capacité à vivre dans très peu d'eau. Les zones de superposition seront supposées hautement favorables. Tous les secteurs favorables où l'espèce n'a pu être localisée pourront être analysés via l'ADNe. L'avantage est que cette méthode fournit des informations précieuses allant bien au-delà de la recherche du Poisson-gale, notamment sur la présence d'espèces invasives.

Bien que la méthode ADNe a montré son efficacité pour la recherche de l'espèce, il est intéressant de l'approfondir pour comprendre sa sensibilité et notamment afin de savoir à quelle distance d'une population vivante l'espèce est-elle détectable ?

L'analyse de l'ADNe de plusieurs rivières, à travers quelques prélèvements positifs, a défini des futures zones de prospection. **Cependant, une distance de détection ou une mesure de la détectabilité de l'espèce dans son milieu n'a pas été défini.** En obtenant ces informations, grâce à plusieurs tests (les sites de Cœur Bouliki ou de Balata pourraient servir de sites pilotes), nous serons en mesure d'établir un lien plus précis entre un prélèvement positif et la proximité d'une population.

## 6.6 Un plan national d'action

L'étude a montré que le Poisson Gale est une espèce gravement menacée en Martinique.

Même si les prospections ont été menées sur un nombre limité de jours, seulement 13 stations ont été inventoriées, et la plupart sont en danger de disparition.

Il est par conséquent, indispensable et urgent pour la conservation de l'espèce, que le Poisson Gale puisse bénéficier de mesures de protection et de restauration de ses habitats naturels.

Une fois que l'espèce aura accédé à un statut, **un plan national d'action** devra être lancé. Ce plan, qui est une sorte d'approfondissement de la présente étude permettra de poser, de phaser et de chiffrer les principales mesures en faveur de l'espèce.

## Bibliographie

Baldwin R. A. 2009. Use of Maximum Entropy modeling in wildlife research. *Entropy* 11:854-866.

Costa, W. J. E. M. 2011. Phylogenetic position and taxonomic status of *Anablepsoides*, *Atlantirivulus*, *Cynodonichthys*, *Laimosemion* and *Melanorivulus* (Cyprinodontiformes: Rivulidae). *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, 22(3):233-249.

Fishbase. Consulté le 18 décembre 2019.  
<http://www.fishbase.org>

Huber, J. H. 1992. Review of *Rivulus* – ecobiogeography, relationships: The most widespread neotropical cyprinodont genus. Société Française d'Ichtyologie, Paris.

Lim, P., Dauba F., Segura G. & Auscher F. 1997. Peuplement de poissons de huit rivières pérennes de la Martinique. *Cybiurn* 21(1) :35-46.

Lim, P., Meunier F. J., Keith P. & Noël P. Y. 2002. Atlas des poissons et des crustacés d'eau douce de la Martinique. *Patrimoines Naturels* 51 :1-120.

Pearson R. G., Raxworthy C. J., Nakamura M. & Peterson A. T. 2007. Predicting species distributions from small numbers of occurrence records: a test case using cryptic geckos in Madagascar. *J. Biogeography* 34:102-117.

Phillips, S. J., Dudik M. & Schapire R. E. 2004. A Maximum Entropy approach to species distribution modeling in Proceedings of the 21<sup>st</sup> International Conference on Machine Learning. ACM Press, New York: 655-662.

Phillips, S. J., Anderson R. P. & Schapire R. E. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological modelling* 190:231-259.

Seegers, L. & Huber, J. H. 1980. *Rivulus cryptocallus* n. sp. Von der Insel Martinique (Pisces : Atheriniformes : Cyprinodontidae). *Senckenbergiana Biologica*, 61(3/4) :169-177.

## Annexe (Séquences ADN)

Ci-dessous la séquence de gènes particuliers, pour les 3 individus capturés.

### **>Anablepsoides cryptocallus-femelle-18-03-CO1**

```
AAAGATATTGGCACCCCTATATCTAGTATTTGGTGCCTGAGCCGGAATAGTCGGGACC
GCCCTAAGCTTACTTATTCGAGCAGAATTAAGTCAACCAGGGTCCTTGTTAGGAGATG
ATCAAATTTACAACGTAATTGTAACAGCCCACGCTTTTGTAAATAATCTTTTTTATAGTTA
TGCCAATTATAATTGGAGGGCTTTGGTAACTGACTTATCCCTTTAATAATTGGAGCCCCT
GACATAGCCTTCCCACGAATAAATAACATAAGCTTCTGACTTTTACCCCCCTCTTTCTT
ACTTCTTTTAGCATCTTCCGCTGTTGAAGCAGGAGCAGGAACAGGGTGAAGTGTAT
CCTCCTTTAGCAAGCAACCTTGCACATGCAGGAGCTTCTGTAGATCTCACTATTTTTTC
TCTACACTTAGCAGGTGTATCCTCAATTTTAGGTGCCATTAAGTTTATTACTACAGTTT
AAATATAAAACCACCGTCTCTTTCTCAATACCAAACCCCTTTATTTGTATGAGCCGTAA
TAATACTGCAGTCCTTCTCCTCCTCCTCCTGTTCTTGCAGCTGGCATTACAATA
CTTTTAACAGACCGAAATCTTAACACCACTTTTTTTGACCCCGCAGGAGGGGGACC
CCATTCTTTATCAACATTTATTTTGATTTTTTGGTCAC-----
-----
```

### **>Anablepsoides cryptocallus-femelle-19-03-CO1**

```
AAAGATATTGGCACCCCTATATCTAGTATTTGGTGCCTGAGCCGGAATAGTCGGGACC
GCCCTAAGCTTACTTATTCGAGCAGAATTAAGTCAACCAGGATCCCTGTTAGGAGATG
ATCAAATTTACAACGTAATTGTAACAGCCCACGCTTTTGTAAATAATCTTTTTTATAGTTA
TGCCAATTATAATTGGAGGGCTTTGGTAACTGACTTATCCCTTTAATAATTGGAGCCCCT
GACATAGCCTTCCCACGAATAAATAACATAAGCTTTTACTTTTACCCCCCTCTTTCTT
ACTTCTTTTAGCATCTTCCGCTGTTGAAGCAGGAGCAGGAACAGGGTGAAGTGTAT
CCTCCTTTAGCAAGCAACCTTGCACATGCAGGAGCTTCTGTAGATCTCACTATTTTTTC
TCTACACTTAGCAGGGGTATCCTCAATTTTAGGTGCCATTAAGTTTATTACTACAGTTT
TAAATATAAAACCACCGTCTCTTTCTCAATACCAAACCCCTTTATTTGTATGAGCCGTA
ATAATACTGCAGTCCTTCTCCTCCTCCTCCTGTTCTTGCAGCTGGCATTACAAT
ACTTTTAACAGACCGAAATCTTAACACCACTTTTTTTGATCCCTCAGGAGGGGGGGAC
CCCATTCTTTATCAACATTTATTTTGATTTTTTGGTCAC-----
-----
```

**>Anablepsoides cryptocallus-mâle-20-03-CO1**

AAAGATATTGGCACCCCTATATCTAGTATTTGGTGCCTGAGCCGGAATAGTCGGGACC  
GCCCTAAGCTTACTTATTCGAGCAGAATTAAGTCAACCAGGATCCCTGTTAGGAGATG  
ATCAAATTTACAACGTAATTGTAACAGCCCACGCTTTTGTAAATAATCTTTTTTATAGTTA  
TGCCAATTATAATTGGAGGCTTTGGTAACTGACTTATCCCTTTAATAATTGGAGCCCT  
GACATAGCCTTCCCACGAATAAATAACATAAGCTTCTGACTTTTACCCCCCTCTTTCTT  
ACTTCTTTTAGCATCTTCCGCTGTTGAAGCAGGAGCAGGAACAGGGTGAAGTGTAT  
CCTCCTTTAGCAAGCAACCTTGCACATGCAGGAGCTTCTGTAGATCTCACTATTTTTTC  
TCTACACTTAGCAGGTGTATCCTCAATTTTAGGGGCCATTAACCTTTATTACTACAGTTT  
TAAATATAAAACCACCGTCTCTTTCTCAATACCAAACCCCTTTATTTGTATGAGCCGTA  
ATAATTACTGCAGTCCTTCTCCTCCTCTCCCTTCTGTTCTTGCAGCTGGCATTACAAT  
ACTTTTAACAGACCGAAATCTTAACACCACCTTTTTTTGACCCCGCAGGAGGGGGGAC  
CCCATTCTTTATCAACATTTATTTTGATTTTTTGGTCACC-----  
-----

**>Anablepsoides cryptocallus-femelle-18-03-12s**

TCAGATGTGTATAAGAGACAGGTTCGGTAAACTCGTGCCAGCCACCGCGGTACATCG  
AGAGGCTCAAGTTAATAATGCCCGGCGTAAAGTGTGGTTAAGTTAATATTATTAATAAA  
GTCAAACGCTCTCTAAGCTGTTATACGTTTTTGGAGAGTATGAAGCTCAACTACGAAAG  
TAACTTCAATTATACT-  
GACTCCACGAAAGCTATGAAACAAACTGGGATTAGATACCCCACTATGCATAGCCCTA  
AACTTAGACAGAAATTTACTTTCCCTGTCCGCCCGAAAATTACAAGCATAAGCTCAA  
ACTCAAAGGACTTGGCGGCGCTTTAGATCCACCTAGAGGAGCCTGTCCTATAACCGA  
TAACCCCGTTAAACCTTACCTTCTTTTGCC--  
TTCAGTTTATATACCGCCGTCGTCAGCTTACCCTTTGAGGGTCTTA-  
TTAGTAAGCAAACCGGTCAAGCCCCAGACGTCAGGTGAGGTGTAGCATATAAGAA  
GTGAAGAGATGGGCTACATTTCTAAATTAGGGTCTACGGATAATGTTTTGAAACAAA  
CATATTGAAGTAGGATTTAGCAGTAAGTAAAAAATAGAGTGTTTTACTGAAACCGGCC  
CTTAAGCGCGCACACACCGCCCGTCGCTCTCTCCTAGCCTTCCATTCAATTTTATATA  
AAAAAACAC-ACTAGTAAAGGGGAGACAAGTCGTAACATGGTAAGTGTACCGGAAGA-  
CTATCTGTCTCTTATACACATCTC

**>Anablepsoides cryptocallus-femelle-19-03-12s**

TCAGATGTGTATAAGAGACAGGTCGGTAAAACCTCGTGCCAGCCACCGCGGTTCATACG  
AGAGGCTCAAGTTAATAATGCCCGGCGTAAAGTGTGGTTAAGTTAATATTATTAATAAA  
GTCAAACGCTCTCTAAGCTGTCATACGTTTTTTGAGAGTATGAAGCTCAACTACGAAAG  
TAACTTCAATTATACT-  
GACTCCACGAAAGCTATGAAACAAACTGGGATTAGATACCCCACTATGCATAGCCCTA  
AACTTAGACAGAAATTTACTTTCCCCTGTCCGCCCGAAAATTACAAGCATAAGCTCAAA  
ACTCAAAGGACTTGGCGGCGCTTTAGATCCACCTAGAGGAGCCTGTCCTATAACCGA  
TAACCCCGTTAAACCTTACCTTCTTTTGCC—  
TTCAGTTTATATACCGCCGTCGTCAGCTTACCCTTTGAGGGTCTTAATTAGTAAGCAAA  
ACCGGTCAAGCCCCAGACGTCAGGTGCGAGGTGTAGCATATAAGAAGTGAAGAGATGG  
GCTACATTTTCTAAATTAGGGTCTACGGATAATGTTTTGAAACAAACATATTGAAGTAG  
GATTTAGCAGTAAGTAAAAAATAGAGTGTTTTACTGAAACCGGCCCTTAAGCGCGCAC  
ACACCGCCCGTCGCTCTCTCCTAGCCTTCCATTCAATTTTATATAAAAAAACAC-  
ACTAGTAAAGGGGAGACAAGTCGTAACATGGTAAGTGTACCGGAAGAGCTATCTGTC  
TCTTATACACATCTC

**>Anablepsoides cryptocallus-mâle-20-03-12s**

TCAGATGTGTATAAGAGACAGGTCGGTAAAACCTCGTGCCAGCCACCGCGGTTCATACG  
AGAGGCTCAAGTTAATAACGCCCGGCGTAAAGTGTGGTTAAGTTAATATTATTAATAAA  
GTCAAACGCTCTCTAAGCTGTTATACGTTTTTTGAGAGTATGAAGCTCAACTACGAAAG  
TAACTTCAATTATACT-  
GACTCCACGAAAGCTATGAAACAAACTGGGATTAGATACCCCACTATGCATAGCCCTA  
AACTTAGACAGAAATTTACTTTCCCCTGTCCGCCCGAAAATTACAAGCATAAGCTCAAA  
ACTCAAAGGACTTGGCGGCGCTTTAGATCCACCTAGAGGAGCCTGTCCTATAACCGA  
TAACCCCGTTAAACCTTACCTTCTTTTGCC--  
TTCAGTTTATATACCGCCGTCGTCAGCTTACCCTTTGAGGGTCTTA-  
TTAGTAAGCAAAACCGGTCAAGCCCCAGACGTCAGGTGCGAGGTGTAGCATATAAGAA  
GTGAAGAGATGGGCTACATTTTCTAAATTAGGGTCTACGGATAATGTTTTGAAACAA  
CATATTGAAGTAGGATTTAGCAGTAAGTAAAAAATAGAGTGTTTTACTGAAACCGGCC  
CTTAAGCGCGCACACACCGCCCGTCGCTCTCTCCTAGCCTTCCATTCAATTTTATATA  
AAAAAACAC-  
ACTAGTAAAGGGGAGACAAGTCGTAACATGGTAAGTGTACCGGAAGTCCTA-  
CTGTCTCTTATACACATCTC



**Siège social :**

22 boulevard Maréchal Foch - BP58 - F-34140 Mèze

Tél. : +33(0)4 67 18 46 20 - Fax : +33(0)4 67 18 65 38 - [www.biotope.fr](http://www.biotope.fr)