

ÉTAT DES LIEUX DES CONNAISSANCES GÉNÉTIQUES DES POPULATIONS D'IGUANE DES PETITES ANTILLES, *IGUANA DELICATISSIMA*



Mars 2023

Synthèse rédigée par
JULIE PAUWELS

État des lieux des connaissances génétiques des populations d'Iguane des petites Antilles, *Iguana delicatissima*.

Rédaction : Julie PAUWELS

Contact : jul.pauwels@hotmail.com

Citation recommandée : Pauwels J. (2023) *État des lieux des connaissances génétiques des populations d'Iguane des petites Antilles, Iguana delicatissima*. 41 p.



Ce rapport a été commandé par la Direction territoriale de l'Office National des Forêts de Martinique (ONF), et financé par la Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DEAL) et la Collectivité Territoriale de Martinique (CTM) dans le cadre du Contrat de Convergence et de Transformation (CCT). Il s'inscrit dans le cadre de la mise en œuvre du Plan National d'Actions en faveur de l'Iguane des petites Antilles 2018-2022.



Je remercie les nombreuses personnes qui ont pris le temps d'échanger avec moi dans le cadre de la rédaction de ce rapport et notamment Matthijs VAN DEN BURG (University of Amsterdam), Mark WELCH et Blaklie MITCHELL (Mississippi State University), Baptiste ANGIN (Ardops Environnement), Vincent GUILLOT (Antagène), David SCHIKORSKI (Labofarm-Genindexe), Michel BREUIL, Frédéric GRANDJEAN (Université de Poitiers), Fabian RATEAU (OFB) et Jean-François MAILLARD (OFB).

TABLE DES MATIERES

TABLE DES MATIERES	2
INTRODUCTION	4
ABSTRACT	5
1 HISTOIRE DES PEUPELEMENTS D'IGUANES DANS LES ANTILLES FRANÇAISES	6
1.1 ESPECES D'IGUANES PRESENTES DANS LES PETITES ANTILLES.....	6
1.2 REPARTITION GEOGRAPHIQUE DES POPULATIONS D'IGUANE DES PETITES ANTILLES	6
1.3 HISTORIQUE DE L'INTRODUCTION DE L'IGUANE COMMUN DANS LES ANTILLES FRANÇAISES	7
1.3.1 Évolution de la situation en Guadeloupe	7
1.3.2 Évolution de la situation en Martinique	8
1.3.3 Évolution de la situation dans les îles du Nord.....	9
1.3.4 Évolution de la situation sur le reste de l'aire de répartition	9
2 HISTORIQUE DES RECHERCHES EN GENETIQUES REALISEES SUR L'IGUANE DES PETITES ANTILLES	10
2.1 PREMIERES ETUDES GENETIQUES SUR L'IGUANE DES PETITES ANTILLES	10
2.2 PREFIGURATION (2007-2010) ET PREMIER PNA (2011-2015)	10
2.2.1 Mise au point de marqueurs génétiques.....	10
2.2.2 Étude de la diversité génétique et de la structuration des populations	11
2.3 DEUXIEME PNA (2018-2022)	14
2.3.1 Événement d'introduction de l'Iguane commun à la Désirade	14
2.3.2 Étude de la consanguinité dans la population de l'îlet Chancel	14
2.3.3 Étude de la structuration des populations sur l'ensemble de l'aire de répartition.....	15
2.4 PROJET EN COURS.....	15
3 HISTORIQUE DES PROGRAMMES DE TRANSLOCATION D'IGUANE DES PETITES ANTILLES.....	18
3.1 TRANSLOCATION ET GENETIQUE.....	18
3.2 INTRODUCTION SUR L'ILET A RAMIERS (MARTINIQUE, 2006).....	18
3.3 INTRODUCTION SUR L'ILET A KAHOUANNE (GUADELOUPE , 2010)	19
3.4 TRANSLOCATIONS SUR L'ILE FREGATE ET L'ILE FOURCHUE (SAINT-BARTHELEMY, 2011)	20
3.5 REINTRODUCTION À PRICKLY PEAR EAST (ANGUILLA, 2016).....	20
3.6 PROJET DE TRANSLOCATION SUR GREEN ISLAND (ANTIGUA)	20
3.7 PROJET DE CONSERVATION EN CAPTIVITE	21
4 LES DONNEES GENETIQUES : COMPARABILITE ET BANCARISATION	22
4.1 COMPARABILITE DES RESULTATS D'ANALYSE GENETIQUE	22
4.2 BANCARISATION ET DIFFUSION DES DONNEES GENETIQUES.....	24
5 LES ECHANTILLONS BIOLOGIQUES : ETAT DES LIEUX ET CONSERVATION	25
5.1 LES DIFFERENTS TYPES D'ECHANTILLONS BIOLOGIQUES	25
5.1.1 Prélèvement de tissus.....	25
5.1.2 Prélèvement de sang.....	26

5.2	REPARTITION GEOGRAPHIQUE DES PRELEVEMENTS	27
5.3	LOCALISATION ET CONSERVATION DES ECHANTILLONS BIOLOGIQUES	32
REFERENCES		34
ANNEXE 1 : HISTORIQUE DES FINANCEMENTS		37

INTRODUCTION

Depuis 30 ans, des études de génétiques sont menées sur l'Iguane des petites Antilles, *Iguana delicatissima*. Ces travaux ont permis de démontrer le phénomène d'hybridation avec l'Iguane commun, *Iguana iguana*, de mieux comprendre l'histoire des peuplements et la structuration des populations qui subsistent aujourd'hui. La connaissance et la préservation de la diversité génétique sont des éléments importants pour la conservation de cette espèce dont les populations sont isolées les unes des autres et souvent composées de faibles effectifs. Un seuil minimal de diversité génétique au sein de chaque population est nécessaire pour qu'elle soit viable sur le long terme, et résiliente face à des modifications de son environnement. La génétique est aussi un outil indispensable pour étudier le phénomène d'hybridation qui est la plus grande menace à laquelle l'Iguane des petites Antilles fait face aujourd'hui à travers toute son aire de répartition.

De nombreuses opérations de collectes ont été réalisées et des centaines d'échantillons biologiques prélevés sur les deux espèces d'iguanes. Cependant, tous n'ont pas été analysés notamment pour des raisons de coût. De plus, certaines des analyses génétiques qui ont été réalisées n'ont pas fait l'objet d'une interprétation ou d'une étude par des scientifiques, et ne sont donc pas encore valorisées.

Afin de combler les lacunes de connaissance sur *I. delicatissima* et prendre des décisions pertinentes pour la conservation de l'espèce, il apparaît nécessaire de réaliser des études génétiques complémentaires. Pour des raisons éthiques et financières, ces nouvelles études doivent dans la mesure du possible être réalisées en utilisant des échantillons biologiques ou des données génétiques déjà existantes, en évitant de réaliser de nouvelles collectes ou des analyses redondantes. Cet objectif d'optimisation de l'utilisation des ressources et de leur valorisation nécessite au préalable d'en avoir une bonne connaissance. Or au cours des années, les échantillons et les données n'ont pas été centralisés, et la méconnaissance des ressources disponibles ne permet pas d'envisager leur mobilisation pour de nouvelles études.

Ce rapport a donc pour objectif de :

- **Retracer l'historique des analyses génétiques** réalisées sur les iguanes dans les Antilles françaises et **faire une synthèse des connaissances** sur la génétique des populations d'iguane des petites Antilles ;
- **Dresser un inventaire des échantillons biologiques et des données génétiques** disponibles ;
- **Formuler des perspectives pour la préservation et le partage** des échantillons biologiques et données génétiques.

Remarque : Ce travail fait un état des lieux des connaissances et données génétiques sur les iguanes dans les Antilles françaises et apporte des perspectives quant à la gestion des données. Ce rapport est rédigé à l'attention des gestionnaires, avec une visée informative pour les prises de décisions futures sur les études de génétique à but de conservation. Ce rapport n'a pas pour objet de faire des recommandations sur la nature des études à entreprendre.

ABSTRACT

For 30 years, genetic studies have been conducted on the Lesser Antillean Iguana, *Iguana delicatissima*. They have allowed to demonstrate the phenomenon of hybridization with the common Iguana, *Iguana iguana*, to better understand the history of the species and the structuring of the populations that remain today. Knowledge and preservation of genetic diversity are important elements for the conservation of this species whose populations are isolated from each other and often small. A minimum threshold of genetic diversity within each population is necessary for it to be viable in the long term, and resilient to changes in its environment. Genetics is also an indispensable tool to study the phenomenon of hybridization which is the greatest threat that the Lesser Antillean Iguana faces today throughout its range.

Important field work has been made and hundreds of biological samples taken from both iguana species. However, not all these samples have been analyzed due to cost. In addition, some of the genetic analyses that have been conducted have not been interpreted or studied by scientists, and thus have not yet been valorized.

In order to fill the knowledge gaps on *I. delicatissima* and to make relevant decisions for the conservation of the species, it appears necessary to carry out complementary genetic studies. For ethical and financial reasons, these new studies should be carried out as much as possible using already existing biological samples or genetic data, avoiding new collections or redundant analyses. This objective of optimizing the use of resources and their valorization requires a good knowledge of them. However, over the years, samples and data have not been centralized, and the lack of knowledge of available resources does not allow us to consider their mobilization for new studies.

The purpose of this report is therefore to:

- **Review the history of genetic analysis** of iguanas in the French West Indies and **synthesize knowledge** of the genetics of Lesser Antillean iguana populations;
- **Draw up an inventory of biological samples and genetic data** available;
- **Formulate perspectives for the preservation and sharing** of biological samples and genetic data.

Note: This work provides an inventory of the knowledge and genetic data on iguanas in the French West Indies and perspectives on data management. This report is written for management purposes, with the aim of informing future decisions on genetic studies for conservation purposes. This report does not intend to make recommendations on the nature of the studies to be undertaken.

1 HISTOIRE DES PEUPELEMENTS D'IGUANES DANS LES ANTILLES FRANÇAISES

1.1 ESPECES D'IGUANES PRESENTES DANS LES PETITES ANTILLES

Selon l'Iguana Taxonomy Working Group, le genre *Iguana* comprend deux espèces : ***Iguana delicatissima*** (Laurenti, 1768), l'Iguane des petites Antilles, et ***Iguana iguana*** (Linnaeus, 1758), l'Iguane commun. Quatre sous-espèces d'*Iguana iguana* ont été identifiées (Iguana Taxonomy Working Group, 2022): *I. i. iguana* (Amazonian Green Iguana), *I. i. rhinolopha* (Mesoamerican Green Iguana) (Breuil, 2013), *I. i. insularis* (Grenadines Green Iguana) et *I. i. sanctaluciae* (Saint Lucia Green Iguana) (Breuil et al., 2019)¹.

Le focus de cette synthèse étant sur l'Iguane des petites Antilles, la distinction ne sera pas faite entre les différentes sous-espèces d'Iguane commun dans la suite du document.

1.2 REPARTITION GEOGRAPHIQUE DES POPULATIONS D'IGUANE DES PETITES ANTILLES

Les données génétiques récentes montrent peu de divergence entre les différentes populations d'Iguane des petites Antilles, et suggèrent donc une arrivée récente dans les Petites Antilles, possiblement un résultat des activités humaines précolombiennes (Bochaton et al., 2016; Martin et al., 2015). Historiquement, on estime que l'espèce était présente dans tout le Nord des petites Antilles, d'Anguilla à la Martinique. Elle a depuis disparu d'Antigua, Barbuda, St Kitts, Nevis, Saint-Martin et d'une partie des îles de la Guadeloupe (Knapp et al., 2014).

On estime que la plus grande population d'*I. delicatissima* se trouve à la Dominique même s'il n'existe pas d'estimation précise de la taille de la population à ce jour. La deuxième plus grande est celle des îlets de Petite Terre (148 ha) où on dénombre environ 10 000 individus sur les 10 hectares où sont réalisés les suivis (Angin, 2019). A noter, qu'il n'est pas possible de faire une extrapolation directe ou d'estimer la taille totale de la population à ce jour. Les populations de Chancel, La Désirade et de Saint-Eustache compteraient quant à elles chacune moins d'un millier d'individus : environ 600 adultes à Chancel (Warret Rodrigues et al., 2021), environ 250 adultes sur les 10 hectares prospectés à La Désirade (Angin, 2019) et moins de 400 individus à Saint-Eustache (Debrot et al., 2013).

Il existe d'autres populations qui sont moins bien connues dans le Nord de la Martinique, en Basse Terre (Guadeloupe), à Saint-Barthélemy et à Anguilla. Elles sont soit en contact direct avec des iguanes communs, soit font face à ce risque dans un futur proche. À Saint-Barthélemy et à Anguilla, des programmes de translocation sont mis en œuvre pour préserver ces populations (voir [3. Historique des programmes de réintroduction et de renforcement de populations d'Iguane des petites Antilles](#)).

En se basant sur les données historiques de répartition, **on estime que la population totale de l'espèce a diminué de 75%** (van den Burg et al., 2018). Ce déclin qui se poursuit aujourd'hui est notamment causé par l'introduction, la dispersion et l'hybridation avec

¹ Dans le cadre de ce rapport, sont adoptés la classification et les dénominations définies par l'Iguana Taxonomy Working Group en 2022. Cependant, le statut d'espèce ou sous-espèce peut évoluer dans le futur en fonction des avancées de la recherche, notamment avec les études génétiques. Cette classification ne fait pas l'unanimité dans la communauté scientifique.

l'Iguane commun sur une partie importante de l'aire de répartition de l'Iguane des petites Antilles (Figure 1).

1.3 HISTORIQUE DE L'INTRODUCTION DE L'IGUANE COMMUN DANS LES ANTILLES FRANÇAISES

L'Iguane commun a été introduit dans les Petites Antilles beaucoup plus récemment, vers la fin du XIXe siècle, par les Européens. Aux Antilles françaises, la première introduction aurait eu lieu aux Saintes, des individus ayant été transportés sur des bateaux lors d'échanges de bagnards avec la Guyane (Breuil, 2013). L'espèce a ensuite été transportée sur la Basse-Terre et a colonisé la quasi-totalité des îles de l'archipel guadeloupéen. L'Iguane commun est plus gros et a un comportement plus agressif que l'espèce endémique. Il a de surcroît un régime alimentaire plus généraliste et une fécondité plus importante, ce qui lui donne une très grande capacité de colonisation (Breuil, 2021; van den Burg et al., 2018). En plus de la compétition pour le territoire et les ressources, un phénomène d'hybridation a été démontré entre les deux espèces (Vuillaume et al., 2015). Il semblerait que la grande taille et l'agressivité des mâles Iguane commun leur confère un avantage dans la reproduction avec les femelles d'Iguane des petites Antilles donnant ainsi naissance à des hybrides de première génération qui peuvent par la suite se reproduire entre eux ou avec l'une des deux espèces d'iguane.

1.3.1 ÉVOLUTION DE LA SITUATION EN GUADELOUPE

En l'espace de quelques dizaines d'années, l'Iguane des petites Antilles a totalement disparu des Saintes, la dernière observation datant du milieu des années 1990² (Breuil et al.,



² Deux observations « exceptionnelles » d'individus au phénotype *I. delicatissima* ont toutefois été rapportées en 2022, le 27 juin à Terre-de-Bas (observation Paul ALLARD) et le 28 octobre aux Augustins (observation Fabian RATEAU). Il n'y a pas eu d'échantillonnage pour réaliser des analyses génétiques (d'après les informations partagées en Comité technique n°5 du PNA-IPA 2018-2022 pour la Guadeloupe).

2007). L'Iguane commun s'y est largement développé et occupe maintenant l'ensemble de ce territoire.

En Basse-Terre, l'Iguane commun a aussi largement colonisé l'espace, supplantant des populations d'Iguane des petites Antilles. Les individus *Iguana delicatissima* purs qui peuvent subsister en Basse-Terre à ce jour sont certainement à proximité immédiate d'individus *Iguana iguana*. Cela représente une menace très importante pour la préservation du pool génétique de ces populations³.

En Grande-Terre, l'ensemble du littoral Sud et de l'intérieur des terres (de Gosier au Moule) ont été colonisés par l'Iguane commun. On ne retrouve plus d'Iguane des Petites Antilles depuis le début des années 2000⁴ (Breuil et al., 2007).

Un individu mâle adulte d'*I. iguana* a été détecté sur l'île de La Désirade en décembre 2016, avant d'être capturé un mois plus tard (Guillemot et al., 2018). Depuis, plusieurs prospections ont permis de capturer des individus hybrides, dont 12 en 2018, 2 en 2019, 1 en 2020 et 1 en 2022. Des individus hybrides auraient déjà été détectés à La Désirade avant 2016 (M. Breuil, comm. pers.). Ainsi en Guadeloupe, seuls les îlets de la réserve naturelle de Petite Terre sont aujourd'hui encore préservés de la présence de l'Iguane commun.

1.3.2 ÉVOLUTION DE LA SITUATION EN MARTINIQUE

L'espèce invasive a été transférée de la Guadeloupe à la Martinique dans les années 1960, au sein d'un petit zoo au Fort Saint-Louis, pour être ensuite libérée dans la nature (Breuil, 2002). L'Iguane commun est présent en densité parfois importante sur toute la région de Fort-de-France, et il est de plus en plus présent sur d'autres communes. Une population d'Iguane des petites Antilles subsiste dans le Nord de la Martinique mais, en l'absence de barrière naturelle avec les populations d'Iguane commun de l'île, la menace d'hybridation est forte. La seule population d'Iguane des petites Antilles géographiquement isolée de l'iguane introduit se trouve sur l'îlet Chancel, à l'est de la Martinique.

Les actions de régulation déployées dans le cadre d'un plan de lutte ([ONCFS et Ardops Environnement, 2019](#)) ont permis la destruction de plus de 3 700 iguanes communs depuis 2018, essentiellement dans la région de Fort-de-France. Au cours de ces actions, des données biométriques et des échantillons de tissus sont prélevés mais n'ont pour l'instant pas été exploités. Un réseau de veille est également mis en place depuis 2018 ([Duporge, 2022](#)). Il a pour objectif de limiter l'expansion de l'Iguane commun vers les zones abritant les deux populations d'Iguane des petites Antilles, en favorisant la détection précoce et la capture rapide des individus.

³ Des individus ayant un phénotype *I. delicatissima* ont été observés à Capesterre en 2016 (Jegu et al., 2016) mais il n'y a pas eu d'échantillonnage pour réaliser des analyses génétiques. Un autre individu a été trouvé blessé en 2021 à Anse à Sable (Bouillante), et pris en charge par le centre de soin SOS Faune Sauvage hébergé au zoo des Mamelles. L'individu est décédé. Des prélèvements ont été faits : sur les 20 microsatellites, seuls 19 ont donné des résultats interprétables. 10 microsatellites diagnostiques confirment que le sujet est *delicatissima*. Les 9 autres bien que non diagnostiques ne contredisent pas le statut de *delicatissima* pour cet individu. Le résultat génétique est cohérent avec l'analyse phénotypique (d'après les informations partagées en Comité technique n°5 du PNA-IPA 2018-2022 pour la Guadeloupe).

⁴ Une observation « exceptionnelle » d'individus au phénotype *I. delicatissima* a toutefois été rapportée en 2022, le 13 novembre au pont de la Baie sur la commune du Moule (observation Jérémy DELOLME). Il n'y a pas eu d'échantillonnage pour réaliser des analyses génétiques (d'après les informations partagées en Comité technique n°5 du PNA-IPA 2018-2022 pour la Guadeloupe).

1.3.3 ÉVOLUTION DE LA SITUATION DANS LES ILES DU NORD

À Saint-Martin, les premiers iguanes communs ont été observés à la fin des années 1990 (Breuil, 2002) et ont aujourd'hui envahi l'ensemble de l'île. Cette population serait issue d'animaux de compagnie relâchés dans la nature ainsi que d'animaux échappés d'un bateau dans les années 2000 (Breuil et al., 2007). Aucune observation d'Iguane des petites Antilles n'a été faite depuis 1996 (Breuil, 2002) et l'espèce est considérée comme éteinte sur cette île (Powell, 2004). Des iguanes communs de Saint-Martin ont par la suite été amenés à Saint-Barthélemy, et relâchés dans la nature au milieu des années 2000 ou avant (Breuil, 2013), menaçant ainsi la pérennité de la population d'iguanes des petites Antilles locale.

1.3.4 ÉVOLUTION DE LA SITUATION SUR LE RESTE DE L'AIRE DE REPARTITION

À Anguilla, une quinzaine d'individus d'iguanes communs sont arrivés sur un radeau de végétation formé à la suite de cyclones en 1995. On suppose que ces individus proviennent de Guadeloupe (Censky et al., 1998; Day et al., 2000).

À Saint-Eustache, plusieurs iguanes communs et hybrides adultes ont été découverts et capturés en 2016. Quatre autres individus sont arrivés de Saint-Martin par bateau en 2017, un seul a pu être capturé (van den Burg et al., 2018).

À la Dominique, un premier iguane commun a été observé écrasé sur une route en 2019 près du village de Coulibistrie sur la côte ouest. Il s'agissait d'une femelle gravide. D'autres iguanes communs ont ensuite été observés autour de la zone portuaire de Woodbridge Bay, au nord de Roseau. On suppose que ces individus proviendraient de conteneurs passés par Saint-Martin, à la suite de l'ouragan Maria en septembre 2017. Une ONG locale a rapidement mis en place des opérations de capture afin de contenir l'invasion sur la zone portuaire de Roseau, accompagnées de campagne de sensibilisation de la population pour signaler tout iguane commun observé sur l'île.

Certaines populations d'Iguane des petites Antilles des territoires français comptent donc parmi les plus nombreuses (Petite Terre) et parmi les rares qui ne sont pas en contact direct avec l'Iguane commun (Petite Terre, Chancel). De plus certaines de ces populations directement menacées par le phénomène d'hybridation ont aussi une importance particulière du fait de leur originalité d'un point de vue génétique.

2 HISTORIQUE DES RECHERCHES EN GENETIQUES REALISEES SUR L'IGUANE DES PETITES ANTILLES

2.1 PREMIERES ETUDES GENETIQUES SUR L'IGUANE DES PETITES ANTILLES

Au début des années 1990, des échantillons biologiques ont été prélevés sur des iguanes des petites Antilles issus de 9 populations différentes (dont 8 échantillons provenant de Chancel) et sur des iguanes communs de 7 populations différentes par Mark Day, Roger Thorpe et Michel Breuil. Une partie d'un **gène mitochondrial, le cytochrome b (Cyt B)**, a été séquencé sur ces individus. Ce gène n'a présenté aucune variabilité au sein des individus *I. delicatissima* étudiés (voir aussi Malone et al., 2017). **Les analyses morphologique et génétique ont permis de déterminer que certains individus des Saintes étaient des hybrides entre les deux espèces.** Les résultats ont fait l'objet d'une présentation en colloque (Day & Thorpe, 1996) mais n'ont jamais été publiés avec plus de détail⁵. L'absence de publication scientifique et les désaccords importants au sein de la communauté scientifique en Guadeloupe ont **retardé la prise en compte de la problématique de l'hybridation par les représentants de l'État dans les Antilles françaises.**

Hybridation et introgression

Par suite d'**hybridations** répétées, c'est-à-dire de croisements par la reproduction sexuée entre individus d'espèces différentes (ici *I. delicatissima* et *I. iguana*), on va observer une **introgression** dans le génome des descendants, c'est-à-dire un flux de gène d'une espèce vers une autre. Concernant notre exemple, on pourra alors retrouver dans le pool génétique d'une population de *I. delicatissima* ayant eu des contacts répétés avec des *I. iguana* des allèles spécifiques de cette espèce. La population n'aura alors plus un patrimoine génétique « pur » mais aura subi une introgression.

Plusieurs études génétiques sur diverses espèces d'iguanes ont aussi inclus quelques individus *Iguana delicatissima* et *Iguana iguana*. Ces travaux se sont notamment intéressés à la variabilité de la séquence du **gène mitochondrial de la sous-unité 4 de la NADH deshydrogénase (ND4)** et ont permis de disposer d'une première base pour travailler la génétique du genre *Iguana* (Malone et al., 2000; Sites et al., 1996).

2.2 PREFIGURATION (2007-2010) ET PREMIER PNA (2011-2015)

2.2.1 MISE AU POINT DE MARQUEURS GENETIQUES

Les travaux de génétique visant spécifiquement l'Iguane des petites Antilles ont été poursuivis au cours de la préparation du premier Plan National d'Actions (PNA) dans les Antilles françaises. Plusieurs financements ont été débloqués spécifiquement dans cet objectif entre 2007 et 2010 (voir [Annexe 1 : Historique des financements](#)).

⁵ Mark Day est tombé gravement malade et n'a jamais terminé sa thèse. Les résultats ont uniquement été présentés en colloque et n'ont jamais été publiés dans une revue scientifique. Ces données ont été récupérées par Roger Thorpe et utilisées pour la publication Martin et al. 2015.

Ils ont permis à l'équipe constituée de Michel Breuil (MNHN), Frédéric Grandjean (laboratoire Ecologie et Biologie des Interaction de l'Université de Poitiers) et le laboratoire privé Genindexe de poursuivre le travail sur le marqueur mitochondrial ND4, et de développer **deux marqueurs nucléaires (NT3 et C-mos)** grâce aux échanges avec Catherine Stephen (Genindexe, 2009). Les allèles des gènes nucléaires (Malone et al., 2017) sont différents entre les deux espèces d'iguanes et permettent donc de différencier les espèces d'un point de vue génétique. De plus, il existe plusieurs allèles de NT3 au sein de l'espèce d'*Iguana iguana* ce qui pourrait peut-être permettre de différencier différentes lignées (Pounder et al., 2020). Chez *Iguana* le gène mitochondrial ND4 (Malone et al., 2000) est uniquement hérité de la mère, et permet de préciser le sens du croisement dans le cas d'un individu hybride.

Cette même équipe a entamé des travaux pour définir un panel de marqueurs microsatellites permettant une caractérisation génétique plus fine des deux espèces du genre *Iguana* (Genindexe, 2009). Ces marqueurs nucléaires polymorphes permettent de mieux comprendre le phénomène d'hybridation et l'introgression des gènes d'*I. iguana* chez les individus hybrides. L'objectif est aussi d'étudier la diversité génétique au sein de l'espèce *I. delicatissima* et de comprendre la structuration de ses populations.

Ces travaux⁶ ont abouti à la **publication de 25 marqueurs microsatellites polymorphes** chez les deux espèces d'iguanes présents dans les Antilles françaises (Valette et al., 2013) et ont permis de **démontrer clairement le phénomène d'hybridation entre les deux espèces et la fertilité des hybrides** (Vuillaume et al., 2015), comme cela avait été suggéré par les travaux sur le Cytochrome B (Day & Thorpe, 1996) et les études morphologiques des différents phénotypes (Breuil, 2002, 2013) (Figure 2).

En parallèle, l'équipe de recherche de Mark Welch (Mississippi State University) a développé **un autre set de 9 marqueurs microsatellites**, à partir de marqueurs initialement développés pour des espèces d'iguanes du genre *Cyclura* (Judson et al., 2018).

Deux autres marqueurs nucléaires (PAC et MLH3) ont été développés et utilisés pour des études portant spécifiquement sur *I. delicatissima* (Pounder et al., 2020; van den Burg et al., 2018) ou sur plusieurs espèces d'iguanes (Malone et al., 2017; Stephen et al., 2013).

2.2.2 ÉTUDE DE LA DIVERSITÉ GÉNÉTIQUE ET DE LA STRUCTURATION DES POPULATIONS

En 2011, une nouvelle étude est financée par la DEAL de Martinique à l'équipe constituée de M. Breuil, F. Grandjean et Genindexe (en lien avec l'association Le Gaïac). Cette étude a pour objectifs principaux de mieux comprendre les relations entre les populations d'*I. delicatissima* de Martinique par rapport aux autres populations précédemment étudiées, et de caractériser plus finement les origines et les liens, c'est-à-dire la phylogénie, entre les populations d'*I. iguana* des Antilles françaises et d'autres îles des petites Antilles. L'étude rassemble des analyses réalisées depuis 2007 sur 178 iguanes (61 *I. delicatissima*, 85 *I. iguana* et 32 hybrides) pour tout ou partie d'un ensemble de marqueurs : 17 marqueurs microsatellites, 2 gènes nucléaires (NT3 et C-mos) et un gène mitochondrial (ND4). Ce travail a donné lieu à plusieurs publications scientifiques (Breuil et al., 2019, 2020; Valette et al., 2013; Vuillaume et al., 2015). Les résultats concernant les marqueurs nucléaires NT3 et C-mos indiquent que ces marqueurs ne présentent pas de variabilité au sein de l'espèce *I. delicatissima* (M. Breuil comm. pers.).

Ces travaux montrent que **les iguanes communs présents en Guadeloupe et en Martinique ainsi que les hybrides capturés en Guadeloupe sont génétiquement proches**

⁶ A priori rapportés dans le rapport de C. Cherbonnel (2011) qui est souvent cité mais n'a pas été retrouvé : « Étude génétique chez *Iguana delicatissima*, *Iguana iguana* et leurs hybrides potentiels. Démonstration de l'existence du phénomène d'hybridation et d'une certaine fertilité des hybrides. » Génindexe, La Rochelle, 54 pp.

des iguanes communs d'Amérique du Sud (Vuillaume et al., 2015), ce qui va dans le sens d'une introduction d'*I. iguana* lors d'échanges entre la Guyane et la Guadeloupe (Breuil, 2013). Au sein de l'espèce *I. iguana*, il semble y avoir une différenciation génétique importante entre les individus des différentes populations échantillonnées (Saba, Sainte-Lucie, Amérique Centrale et Amérique du Sud) (Breuil et al., 2019, 2020) mais la classification n'est à ce jour pas résolue (Iguana Taxonomy Working Group, 2022).

Au sein des populations d'Iguane des petites Antilles étudiées, **il semble y avoir une distinction génétique nette entre les populations de Petite Terre, Chancel et Basse-Terre**. De plus, les individus issus de Saint-Barthélemy semblent plus proches génétiquement des individus de Basse-Terre que de ceux des deux autres populations (Vuillaume et al., 2015). Ce dernier résultat reste à confirmer par l'étude d'un plus grand nombre de données.

Définition et usage des marqueurs génétiques

En fonction de la question posée, différents types de marqueurs génétiques vont être utilisés (nucléaire, mitochondrial et/ou microsatellite). En effet, chaque type de marqueur possède des caractéristiques de transmission et d'évolution différents, qui influent sur leur polymorphisme. Ils vont permettre de caractériser une espèce, des populations au sein d'une espèce, leur histoire et leurs liens, des phénomènes génétiques (dérive génétique, consanguinité, hybridation) plus ou moins finement.

Marqueur génétique : séquence d'ADN aisément détectable à un emplacement connu (locus). Pour être informatif, le marqueur doit être polymorphe, c'est-à-dire qu'il doit présenter plusieurs allèles différents au sein du groupe étudié.

- **Marqueur nucléaire** (ex : C-mos, NT3) : gènes présents sur l'ADN contenu dans le noyau de la cellule. Ces gènes ont une évolution lente et présentent donc peu d'allèles.

Les marqueurs nucléaires NT3 et C-mos possèdent des allèles qui permettent notamment de différencier les individus delicatissima des individus non-delicatissima. Leur évolution lente et leur faible variabilité peuvent permettre de détecter des hybridations anciennes.

- **Marqueur mitochondrial** (ex : Cyt C, ND4) : gènes présents sur l'ADN des mitochondries, c'est-à-dire à l'extérieur du noyau cellulaire. Ces gènes sont transmis uniquement par la mère (lignée maternelle). Ils ont une évolution 10 fois plus rapide que les gènes nucléaires et présentent donc plus de diversité allélique.

Les différents allèles du gène ND4 au sein de l'espèce delicatissima peuvent permettre de caractériser une proximité/distance génétique entre différentes populations delicatissima.

Étant uniquement à transmission maternelle, les marqueurs mitochondriaux permettent de déterminer le sens d'un croisement dans le cas d'un individu hybride. Il est aussi possible de retrouver des allèles qui caractérisaient une population delicatissima aujourd'hui éteinte (ex : Les Saintes) chez des individus issus de croisement anciens.

- **Marqueur microsatellite** : séquences non-codantes composées d'une répétition d'un motif de base, généralement 2 ou 3 nucléotides (par exemple « GTGTGTGTGT » ou « CATCATCATCAT »). Les différents allèles correspondent à un nombre différent de répétition du motif de base. Ces séquences évoluent rapidement et présentent donc un

polymorphisme plus important que les gènes nucléaires et mitochondriaux. Ils sont intéressants pour étudier les convergences/divergences récentes.

Ces marqueurs permettent d'étudier plus finement le phénomène d'hybridation et notamment d'évaluer le degré d'introgression. Ils permettent aussi d'avoir une vision plus précise de la structuration des populations, de leur isolement et de leur histoire (ex : goulot d'étranglement, accroissement de l'aire de répartition).

On utilise aussi ces marqueurs pour déterminer des liens de parentés entre individus.

Un mot sur la méthode RAD-Seq : cette méthode récente en génomique consiste dans le séquençage ciblé du génome dans l'objectif de générer un grand nombre de marqueurs (SNPs) sans connaissance *a priori* du génome étudié. Cette technique est particulièrement performante dans l'analyse comparative et évolutive de populations dont on ne dispose pas d'un génome de référence.

Globalement, le marqueur mitochondrial ND4 présente une faible diversité d'haplotypes au sein de l'espèce *I. delicatissima* (Malone et al., 2000, 2017; Martin et al., 2015; Mitchell, 2022; Pounder et al., 2020; Stephen et al., 2013; van den Burg et al., 2018; Vuillaume et al., 2015) ce qui, à l'instar des données archéologiques (Bochaton et al., 2016), va dans le sens de l'hypothèse d'une **arrivée récente de l'espèce dans les petites Antilles**, probablement due à des déplacements d'individus par les Amérindiens. L'analyse génétique d'individus capturés sur la Basse-Terre dans le cadre du projet de réintroduction sur l'île Kahouanne (voir [3.3. Introduction sur l'île à Kahouanne \(Guadeloupe, 2010\)](#)) et des analyses sur des individus de Saint-Barthélemy ont révélé un polymorphisme mitochondrial plus important que celui trouvé par Stephen et al. (2013) (données non-publiées de M. Breuil). La variabilité du gène ND4 serait aujourd'hui sous-estimée à cause d'un nombre d'échantillons analysés trop faible (M. Breuil, comm. pers.).

En 2015, l'équipe d'animation du premier PNA envoie 202 échantillons au laboratoire Antagène pour une analyse sur le gène mitochondrial ND4 et un panel de 21 marqueurs microsatellites (13 de Valette et al., 2013 et 8 de Judson et al., 2018). Il s'agit d'individus d'iguanes des petites Antilles du Nord de la Martinique, de l'île Chancel, de la Désirade et de Petite Terre, ainsi que des iguanes communs et des hybrides de Martinique, Guadeloupe, Guyane et du Mexique. Une convention avec Mark Welch (Université du Mississippi) était en cours de signature pour travailler sur l'interprétation des résultats bruts d'analyse et leur exploitation ultérieure. Cette convention n'a jamais abouti avec la fin de l'animation du PNA par l'Office national de la chasse et de la faune sauvage (ONCFS)⁷, et l'interprétation des résultats n'a été faite que très succinctement par Antagène (Antagène, 2016).

Un des résultats principalement attendus était l'analyse de **6 individus du Nord de la Martinique qui se sont révélés être des *I. delicatissima* purs** sans trace d'hybridation. De plus, on observe au sein de ces individus une **forte diversité génétique** (marqueurs microsatellites) notamment en comparaison avec la faible variabilité mesurée dans la population de l'île Chancel (52 individus analysés). L'identification de cette population méconnue incite à s'y intéresser davantage en termes de connaissance, mais soulève aussi des problématiques importantes de conservation étant donné sa proximité géographique et sans barrière naturelle avec les zones colonisées par l'Iguane commun.

⁷ Devenu l'Office français de la biodiversité (OFB) en 2020 à la suite de la fusion de l'ONCFS avec l'Agence française pour la biodiversité (AFB)

Globalement, l'ensemble des iguanes des petites Antilles de Guadeloupe et de Martinique étudiés ont une variabilité génétique faible, avec en moyenne moins de 1 à 2 allèles par microsatellites (21 marqueurs étudiés). Van den Burg et al. (2021) retrouve ce même ordre de grandeur au sein de chaque population (Guadeloupe, La Désirade, Petite Terre et Chancel), avec faible nombre d'échantillons. Vuillaume et al. (2015) observe une variabilité un peu plus forte d'environ 3 allèles par microsatellite en moyenne sur un échantillon de 59 individus de Basse-Terre, Petite Terre, Chancel et Saint-Barthélemy (15 marqueurs étudiés). Des valeurs similaires sont trouvées chez d'autres populations d'Iguane des petites Antilles : en moyenne 2 allèles par locus à la Dominique (Judson et al., 2018) et à Saint-Eustache (van den Burg et al., 2018). En comparaison, le nombre moyen d'allèles par locus pour *I. iguana* est de 4,5 dans l'étude d'Antagène et 6 dans Vuillaume et al., 2015, et peut être encore plus important pour d'autres espèces d'iguane (Judson et al., 2018).

Le rapport d'Antagène indique aussi une **forte fragmentation génétique**, c'est-à-dire que les différents allèles vont avoir tendance à être spécifiques d'une population. Cette situation est probablement due à une forte dérive génétique, due à d'éventuels effets fondateurs historiques et à de faibles effectifs, ces deux phénomènes étant amplifiés par l'isolement des populations (Antagène, 2016).

Similairement à ce qui avait été trouvé par Breuil & Vuillaume (2013), les populations de Petite Terre et de l'île Chancel sont bien distinctes génétiquement. Le rapport d'Antagène compare ses résultats avec ceux obtenus par l'équipe de Mark Welch sur des iguanes des petites Antilles de la Dominique. **La population de la Dominique semble avoir une distance génétique intermédiaire par rapport aux populations de Martinique et de Guadeloupe. Il est à noter que les individus du Nord Martinique semblent plus proches génétiquement des iguanes de la Dominique que de ceux de Chancel.** Ces résultats restent cependant à confirmer avec un plus grand nombre d'échantillons.

2.3 DEUXIEME PNA(2018-2022)

2.3.1 ÉVENEMENT D'INTRODUCTION DE L'IGUANE COMMUN A LA DESIRADE

En décembre 2016, **un individu d'Iguane commun a été observé pour la première fois sur l'île de La Désirade**. Des opérations de capture ont immédiatement été mises en place et ont permis d'attraper **un mâle adulte Iguane commun un mois après son premier signalement, puis 16 hybrides**. Afin de mieux comprendre l'historique de cette introduction et le début du phénomène d'hybridation sur l'île, des prélèvements de tissus ont été envoyés à Antagène pour une analyse génétique et notamment pour déterminer la parenté entre les individus.

Le mâle adulte *I. iguana* est le géniteur des 11 hybrides analysés. L'ensemble des hybrides sont des hybrides de 1^{ère} génération issus de 2 ou 3 femelles *I. delicatissima* différentes. Parmi les hybrides, il y avait 1 femelle adulte et 10 juvéniles attestant ainsi d'une présence relativement longue de l'iguane commun sur l'île (Antagène, 2019), sans qu'il soit réellement possible de la dater⁸.

2.3.2 ÉTUDE DE LA CONSANGUINITE DANS LA POPULATION DE L'ÎLET CHANCEL

La population d'Iguane des petites Antilles de Chancel décroît, à un rythme moyen de 3% par an (Warret Rodrigues et al., 2021). Plusieurs hypothèses ont été proposées pour expliquer ce phénomène parmi lesquelles la possibilité d'un déficit fort de diversité

⁸ M. Breuil avait signalé en 2014 la présence d'hybride sur l'île de la Désirade (M. Breuil, comm. pers.).

génétique, avec un risque de consanguinité. En effet, il est possible que l'espèce ait été introduite au XVIII^e siècle sur l'îlet à partir d'un petit nombre d'individus prélevés sur la presqu'île de la Caravelle (Legouez, 2010). Il est de ce fait possible qu'on observe un **effet fondateur, c'est-à-dire une diversité génétique faible due au petit nombre d'individus à l'origine de la population**. Une étude de la génétique de la population de Chancel a été entreprise en 2021 pour étudier cette possibilité (projet Life4Best – OR C142).

L'étude a été réalisée par l'Université du Mississippi sur 117 échantillons d'épine dorsale prélevés sur des individus de l'îlet Chancel au cours de la campagne de CMR 2021, en utilisant 14 marqueurs microsatellites issus des travaux de Judson et al. (2018) et Valette et al (2013). Les résultats montrent qu'il y a **peut-être un phénomène de dépression de consanguinité**, mais a priori relativement faible. **Ces résultats sont à prendre avec précaution** car de nombreux échantillons n'ont donné que des résultats partiels (i.e. pas de résultat pour l'ensemble des marqueurs) car peu d'ADN a pu en être extrait (voir [5.1.1. Les différents types d'échantillons biologiques](#)). Le marqueur mitochondrial ND4 a été séquencé pour 14 individus, qui présentent tous le même allèle que celui identifié dans Martin et al. (2015), et qui jusqu'ici n'a été trouvé qu'au sein de la population de Chancel.

2.3.3 ÉTUDE DE LA STRUCTURATION DES POPULATIONS SUR L'ENSEMBLE DE L'AIRE DE REPARTITION

Une étude récente a permis d'apporter plus d'information sur la **structuration des populations d'Iguane des petites Antilles à l'échelle de l'ensemble de son aire de répartition** (excepté Anguilla), en réanalysant des données microsatellites déjà publiées ainsi que de nouvelles données (van den Burg et al., 2021).

L'étude identifie **4 groupes génétiquement proches : 1) Chancel et Saint-Barthélemy, 2) La Dominique et Saint-Eustache, 3) Petite Terre et La Désirade et 4) Basse-Terre**. Ainsi, les proximités génétiques ne sont pas nécessairement directement liées à la proximité géographique des populations. Elles pourraient plutôt être dues à des déplacements d'individus au cours de tempêtes ou par l'homme (Bochaton et al., 2016). **Les diversités alléliques les plus importantes se retrouvent à la Dominique, Basse-Terre, Petite Terre et l'îlet Chancel**, ce qui souligne d'autant plus la responsabilité des territoires français dans la conservation de l'espèce à travers la préservation de sa diversité génétique.

Il est à noter que bien que les populations de Chancel et Saint-Barthélemy semblent génétiquement proches au regard des microsatellites étudiés, ces deux populations portent des allèles ND4 tout à fait distincts selon les connaissances actuelles.

Les auteurs soulignent un manque de données permettant d'avoir une connaissance plus complète de la structuration phylogénétique de l'espèce notamment faute de données suffisantes pour la population de La Désirade. **Noter que la population du Nord de la Martinique n'a pas été incluse dans cette étude**. Rappelons que Antagène indique que les individus du Nord Martinique semblent plus proches génétiquement des iguanes de la Dominique que ceux de Chancel.

2.4 PROJET EN COURS

À ce jour, les études concernant *I. delicatissima* utilisent donc majoritairement un marqueur mitochondrial (ND4) et deux panels de marqueurs microsatellites (Judson et al., 2018; Valette et al., 2013). Cependant, à travers l'ensemble de son aire de distribution, l'espèce a une diversité génétique relativement faible sur l'ensemble de ces marqueurs⁹, ce qui limite la

⁹ Des données non-publiées de M. Breuil montreraient une variabilité du gène ND4 plus importante que ce qui est connu à l'heure actuelle (M. Breuil, comm. pers.).

compréhension du phénomène d'hybridation (identification d'hybrides de 3^e génération et plus), la mesure de la diversité génétique et la structuration des populations.

Un projet est en cours de réalisation par l'Université de Wageningen et le Muséum d'Histoire naturelle de Madrid pour **travailler sur l'ensemble du génome mitochondrial afin de générer des centaines voire des milliers de marqueurs génétiques qui pourront permettre d'avoir une connaissance beaucoup plus fine de la génétique de l'espèce**. Ce projet nécessite un effort collaboratif important afin de rassembler des échantillons couvrant de manière la plus exhaustive possible l'ensemble de l'aire de répartition. À ce titre, les échantillons de la population du Nord Martinique qui avait manqué à la complétude du travail évoqué ci-dessus (van den Burg et al., 2021) ont cette fois été intégrés à ce projet (6 échantillons de sang collectés en 2015)

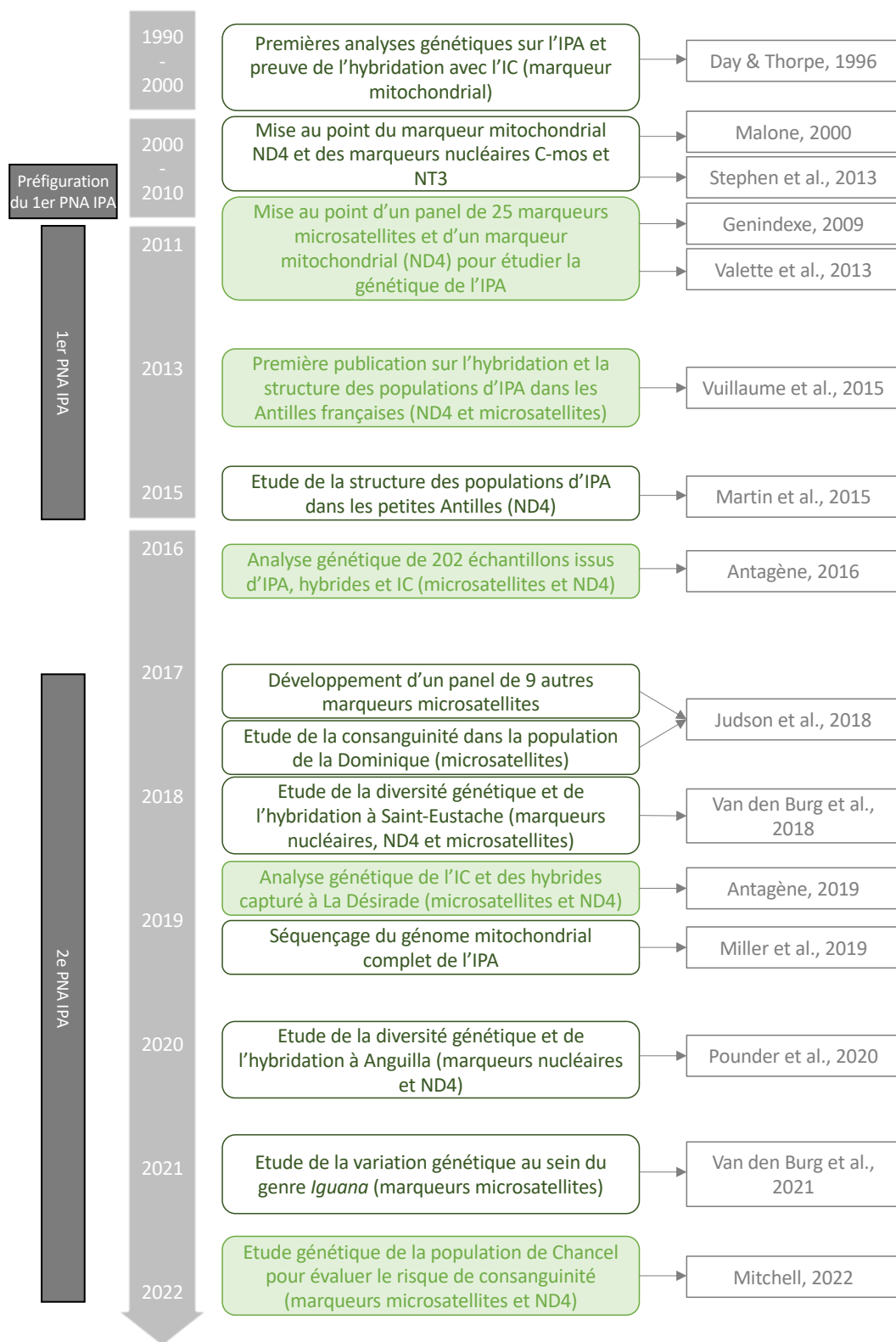


Figure 2. Historique synthétique des travaux de génétique réalisés sur l'Iguane des petites Antilles (IPA) et publications associées. En vert clair les études réalisées dans les Antilles françaises.

3 HISTORIQUE DES PROGRAMMES DE TRANSLOCATION D'IGUANE DES PETITES ANTILLES

L'aire de répartition de l'Iguane des petites Antilles est aujourd'hui très restreinte et se réduit au fil de l'invasion de l'Iguane commun. Pour pallier cette problématique et tenter de préserver les différentes populations d'*I. delicatissima*, plusieurs programmes d'introduction, réintroduction ou de renforcement de population ont été mis en œuvre dans les petites Antilles.

3.1 TRANSLOCATION ET GENETIQUE

Les aspects génétiques sont à la fois un prérequis (pureté et patrimoine génétique des individus transférés) et un objectif (conservation de la diversité) des programmes de translocation. En effet, **la connaissance génétique des populations existantes peut permettre de mieux sélectionner les populations dans lesquelles peuvent être prélevés les individus à transférer**. Dans le cas d'une introduction ou d'une réintroduction, il s'agit d'assurer à la population créée sa **pureté** (pas d'introggression d'*I. iguana*), une bonne **viabilité** (limiter les problèmes de dérive génétique et de consanguinité) et une **résilience** suffisante à travers sa diversité génétique. Dans le cas d'une population où la diversité génétique serait trop faible pour assurer sa survie à moyen ou long terme, le renforcement de la population par des individus extérieurs ayant un pool génétique différent peut être souhaitable.

À noter que d'autres paramètres que la génétique sont également à prendre en compte pour la translocation : impact négligeable du prélèvement d'individus sur les effectifs de la population « source », similarité des habitats entre la population « source » et la population de destination, viabilité de l'habitat d'accueil en cas d'introduction de l'espèce (risque d'introduction d'*I. iguana* limité, absence de prédateurs invasifs, ressources alimentaires suffisantes, etc.).

Les paragraphes suivants retracent l'historique des différents travaux de translocation (introduction, réintroduction et renforcement) ayant eu lieu dans les petites Antilles.

3.2 INTRODUCTION SUR L'ÎLET A RAMIERS (MARTINIQUE, 2006)

À la suite d'une étude préliminaire (Breuil & Breuil, 2005), le projet d'introduction d'individus d'Iguane des petites Antilles sur l'îlet à Ramiers (3 hectares), sur la côte Caraïbe de la Martinique, a été validé en 2006 par le Conseil national de protection de la nature (CNP). Ce projet, financé sur fond FEDER, vient en réponse à la vulnérabilité de la population de Chancel devant la colonisation possible par l'Iguane commun.

Le 13 juillet 2006, 9 individus (4 mâles et 5 femelles) issus de la population de Chancel ont été transférés sur l'îlet après avoir été mesurés, déparasités et marqués (PIT). Parmi eux, huit ont été équipés d'émetteurs pour être suivis par télémétrie. Un suivi hebdomadaire a été réalisé pendant les 5 premières semaines, puis plus ponctuellement jusqu'en 2013.

Les émetteurs ont rapidement été perdus par les individus à cause d'un problème de harnachement. Ils n'ont donc pas permis d'obtenir des données satisfaisantes sur les déplacements des individus. Néanmoins, au cours des suivis réalisés pendant les premières semaines, les iguanes ont été observés à proximité du site où ils avaient été relâchés.

Au cours des missions de suivis réalisées par l'ONCFS, des coquilles d'œufs sont observées au printemps 2008, puis des nids en 2009, offrant une première preuve de la reproduction des individus introduits. Les observations restent cependant rares.

En 2012, le renforcement de la population introduite est envisagé, mais en novembre 2013, un premier iguane commun est observé sur l'îlet à Ramiers par l'association Karisko. Aucune opération de capture de cet iguane n'est mise en œuvre, et les suivis sont interrompus. En 2015, des hybrides sont observées sur l'îlet, ainsi que plusieurs nids dont on ne peut identifier l'espèce.

Les iguanes introduits et leur descendance n'ont pas fait l'objet d'une étude génétique. Il a été proposé de réaliser des études génétiques sur la population actuelle de l'îlet à Ramiers afin d'étudier le déroulement du processus d'hybridation entre *I. delicatissima* et *I. iguana*.

Un autre projet de translocation avait été évoqué en Martinique pour introduire une population sur l'îlet Saint-Aubin (4 hectares), au large de Sainte-Marie. L'étude de faisabilité n'a pas été effectuée à ce jour.

3.3 INTRODUCTION SUR L'ÎLET A KAHOUANNE (GUADELOUPE, 2010)

Un financement FEDER a été obtenu en 2010 par l'association Le Gaïac pour un projet d'introduction sur l'îlet à Kahouanne (20 hectares), sur la commune de Deshaies, en partenariat avec le Parc National de Guadeloupe et avec l'appui de l'ONCFS. L'objectif du projet était de transférer des individus *I. delicatissima* des populations de Basse-Terre, afin de préserver le pool génétique singulier de cette population dans laquelle l'hybridation avait déjà commencé à avoir lieu (Breuil, 2002; Day et al., 2000).

En juillet 2012, 7 iguanes présentant un phénotype *delicatissima* ont été capturés à Capesterre-Belle-Eau, et ont été retenus en captivité chez M. Fortuné GUIOUGOU (Association Le Gaïac) le temps de réaliser des analyses pour valider ou non leur pureté génétique (séquençage ND4 et 20 marqueurs microsatellites issus de Valette et al., 2012). Ces analyses ont montré qu'un individu était hybride et que les autres candidats à la translocation présentaient un profil génétique pouvant faire suspecter une introgression par *I. iguana* (Breuil, 2012). Début 2013, il est décidé de conserver les 3 individus les plus purs, et de capturer de nouveaux individus dans l'espoir qu'ils présentent un profil génétique satisfaisant pour être introduits sur l'îlet.

En juillet 2012, un juvénile d'Iguane commun a été observé au cours d'une mission scientifique sur l'îlet à Kahouanne, mais l'information n'a été transmise qu'un mois plus tard, remettant ainsi en cause le projet de translocation. Aucune observation ni aucune trace de présence n'a été faite au cours des prospections qui ont alors lieu la même année, en septembre et octobre. Étant donné la situation déjà critique de la population de Basse-Terre, il est décidé de poursuivre le projet.

Début 2013, la commune de Deshaies exprime ses craintes face au projet de translocation (éradication d'une espèce d'orchidée endémique par les iguanes introduits, prolifération des iguanes, migration des iguanes vers le bourg, accès à l'îlet par les habitants, etc). La direction du Parc national de Guadeloupe ne désirant pas s'opposer au conseil municipal fait stopper le projet. Les iguanes détenus depuis juillet 2012 sont finalement relâchés sur leur lieu de capture. Des observations ultérieures confirment la présence d'iguanes communs sur l'îlet à Kahouanne.

3.4 TRANSLOCATIONS SUR L'ÎLE FREGATE ET L'ÎLE FOURCHUE (SAINT-BARTHELEMY, 2011)

Les observations d'iguanes communs étant de plus en plus fréquentes sur l'île principale, un projet de translocation sur des îles satellites est mis en place pour préserver les *I. delicatissima* de Saint-Barthélemy. En juillet 2011, 14 individus sont transférés sur l'île Fourchue (57 hectares) pour renforcer la petite population existante, et 14 autres sont introduits sur l'île Frégate (14 hectares) où la population initiale a disparu (Questel, 2019). Sur ces deux îles privées, l'élimination des chèvres a permis à la végétation naturelle de se régénérer et d'en faire des zones propices à l'établissement d'une population d'iguanes. L'opération est un succès puisqu'en 2019, au total, 41 iguanes ont été marqués (PIT) sur l'île Frégate, et 100 individus sur l'île Fourchue. Plusieurs aires de ponte ont par ailleurs été identifiées sur chaque île.

Des biopsies ont été faites sur les individus transférés sur les deux îles, leur analyse a été financée et est en cours à l'heure actuelle (M. Breuil, comm. pers.). L'étude génétique des individus fondateurs et de leurs descendants permettrait de caractériser le polymorphisme de la population établie.

3.5 REINTRODUCTION À PRICKLY PEAR EAST (ANGUILLA, 2016)

La population d'Iguane des petites Antilles d'Anguilla est aussi menacée par l'arrivée d'Iguane commun. De nouveau, pour pallier ce problème, un programme de translocation a été mis en œuvre pour transférer des individus de l'île principale vers l'île privée de Prickly Pear Cay East (33 hectares), située à 8km des côtes (Mukhida, 2021). L'espèce a probablement déjà été présente sur l'île, mais en avait disparu. En amont de la réintroduction, les rats ont été éradiqués de l'île.

Entre 2016 et 2021, 23 individus ont été transférés sur Prickly Pear East après analyse pour vérifier leur pureté génétique. L'île est régulièrement suivie pour détecter des signes éventuels d'invasion par l'Iguane commun ou de retour des rats. En mars 2021, grâce à une collaboration entre gouvernements, Prickly Pear East a accueilli 10 iguanes des petites Antilles issus de la Dominique afin de renforcer la diversité génétique de la population nouvellement établie.

En 2021, 11 individus de 2e génération ont été enregistrés, démontrant ainsi la reproduction au sein de la population (Mukhida, 2021).

3.6 PROJET DE TRANSLOCATION SUR GREEN ISLAND (ANTIGUA)

En 2014, des discussions ont lieu concernant la réalisation d'un projet de translocation d'iguanes des petites Antilles des territoires français (îlets de Petite Terre, 148 hectares en tout) vers Green Island (43 hectares), à Antigua. Les échanges se sont poursuivis jusque fin 2015 entre l'équipe d'animation du PNA (ONCFS) et Matthew Morton, membre de l'Iguana Specialist Group travaillant régulièrement avec Antigua.

Les DEAL, l'association Titè et le maire de la Désirade ont donné leur accord de principe dans l'attente d'une étude de faisabilité du projet. Matthew Morton devait présenter le projet aux propriétaires de l'île début 2016. Le gouvernement d'Antigua était également favorable à ce projet, et attendait l'accord des propriétaires de l'île ainsi qu'une étude de faisabilité avant de contacter officiellement le gouvernement Français.

M. Breuil s'est rendu sur place pour évaluer la faisabilité et a estimé que le site convenait pour le projet d'un point de vue biologique (M. Breuil, comm. pers.).

Le projet n'a pas connu de suite.

3.7 PROJET DE CONSERVATION EN CAPTIVITE

Un projet de conservation et de reproduction d'iguanes des petites Antilles en captivité a été évoqué, notamment afin de préserver le pool génétique de populations actuellement en train de disparaître à cause de l'invasion par l'Iguane commun. Un dialogue a été entamé avec les zoos de Guadeloupe et de Martinique (Tropical Forest Park Group) pour évaluer les possibilités de leur part de développer un programme de reproduction en captivité de l'espèce. Les dirigeants des zoos se sont par la suite retirés du projet.

Les techniques de reproduction en captivité pour cette espèce sont encore mal connues. À ce jour, seul de Zoo de Jersey (Durrell Wildlife Conservation Trust) a obtenus des résultats positifs avec la production de plusieurs dizaines de jeunes entre 1997 et 2016.

4 LES DONNEES GENETIQUES : COMPARABILITE ET BANCARISATION

4.1 COMPARABILITE DES RESULTATS D'ANALYSE GENETIQUE

L'analyse des échantillons biologiques permet de produire des données génétiques. Les travaux de génétique entrepris jusqu'à présent dans les Antilles françaises et à l'échelle internationale ont été réalisés dans des laboratoires différents et avec différents marqueurs nucléaires, mitochondriaux et microsatellites.

Les marqueurs nucléaires et mitochondriaux

Dans le cas de l'étude d'un gène nucléaire ou mitochondrial, on obtient une séquence ADN, c'est-à-dire un enchaînement spécifique des quatre types de nucléotides (A, T, C et G).

Trois gènes nucléaires ont été utilisés dans des études sur *I. delicatissima* : C-mos, NT3 et PAC (Pounder et al., 2020; van den Burg et al., 2018). Un autre, MLH3, a été utilisé dans une étude sur une autre espèce d'iguane dans laquelle *I. delicatissima* faisait partie du groupe témoin (Malone et al., 2017).

Deux marqueurs mitochondriaux ont été développés pour l'espèce, Cyt C et ND4, le deuxième étant le plus largement utilisé dans les études sur *I. delicatissima* (Martin et al., 2015; Pounder et al., 2020; van den Burg et al., 2018; Vuillaume et al., 2015).

Pour ces deux familles de marqueurs, les séquences obtenues dans les études scientifiques sont publiées publiquement dans la base de données de référence en ligne Genbank.

Les marqueurs microsatellites

Dans le cas d'un marqueur microsatellite, on cherche une longueur de séquence ADN correspondant au nombre de répétition du motif de base (voir encadré p.11).

Il existe aujourd'hui **deux ensembles de marqueurs microsatellites** utilisés pour les analyses génétiques sur l'Iguane des petites Antilles :

- 25 marqueurs développés spécifiquement pour l'espèce *I. delicatissima* (Valette et al., 2013) ;
- 9 marqueurs sélectionnés à partir d'un set de 60 utilisés couramment dans l'étude d'iguanes du genre *Cyclura* (Judson et al., 2018).

Pour cette famille de marqueurs, les amorces permettant la recherche des microsatellites dans le génome ainsi que les différentes longueurs obtenues pour chaque marqueur sont rendues publiques directement dans les publications scientifiques.

Des études utilisant des marqueurs différents ne peuvent donc pas être comparées directement. Cette pratique empêche l'utilisation conjointe de plusieurs jeux de données pour réaliser des études plus larges. Il faut cependant noter que différents marqueurs, et ce au sein même d'une famille de marqueurs, vont permettre de répondre à des questions différentes.

La stratégie adoptée dans les dernières études réalisées dans le cadre du PNA (Antagène, 2016; Antagene, 2019; Mitchell, 2022) **a été d'utiliser le marqueur mitochondrial le plus usité dans la littérature (ND4) et les deux sets de marqueurs microsatellites disponibles** (Judson et al., 2018 et Valette et al., 2013).

Perspectives

Le coût des analyses étant lié au nombre de marqueurs à étudier, la question se pose de continuer selon cette stratégie ou de choisir un des deux sets de marqueurs microsatellites. Les **25 marqueurs microsatellites publiés dans Valette et al. (2013)** ont été développés spécifiquement pour l'étude de l'Iguane des petites Antilles, ont fait l'objet de plus nombreuses publications et sont utilisés par des équipes de recherche travaillant plus activement sur l'Iguane des petites Antilles. **Dans le cas d'une sélection d'un set de marqueurs à privilégier, il semble que ce serait donc le plus indiqué.**

La sollicitation de différents laboratoires pour réaliser les analyses génétiques soulève aussi un autre problème de comparabilité dans le cas de marqueurs microsatellites. En effet, les machines utilisées dans chaque laboratoire produisent des résultats légèrement différents, ce qui empêche une comparaison directe des résultats issus de différents laboratoires. Afin de rendre les données génétiques issues de l'analyse de marqueurs microsatellites comparables les unes avec les autres, **il faut réaliser une calibration des machines**, c'est-à-dire comparer les résultats obtenus avec chaque machine pour un même ensemble d'échantillons. Les échantillons sélectionnés doivent couvrir au mieux la diversité allélique des marqueurs pour lesquels la calibration est faite. En effet, la calibration se fait de manière indépendante pour chaque marqueur microsatellite et il est important que le polymorphisme de chaque marqueur soit représenté au mieux dans l'échantillon utilisé pour la calibration. A priori, 5 à 10 échantillons pourraient suffire (D. Schikorski – Labofarm/Genindexe comm. pers.). Cette nouvelle analyse permet de quantifier les différences entre les machines, et ainsi de traduire les résultats d'une machine pour qu'ils soient comparables l'autre.

Cette problématique n'existe pas pour les marqueurs mitochondriaux et nucléaires.

Perspectives

Afin que l'ensemble des résultats d'analyse sur les marqueurs microsatellites soient comparables, il est nécessaire de réaliser une calibration entre les machines des différents laboratoires :

- Laborfarm-Genindexe
- Antagène
- Laboratoire de Mark Welch, Université du Mississippi

A priori, ce travail est en cours entre le laboratoire Labofarm-Genindexe et l'Université du Mississippi (B. Mitchell et M. Welch comm. pers.).

Pour faciliter ce travail, et anticiper la possibilité d'avoir à le refaire dans le futur avec d'autres laboratoires, il est important de **recupérer et d'archiver systématiquement les deux types de fichiers issus de l'analyse des microsatellites** :

- Le tableau de résultat présentant pour chaque individu et chaque marqueur microsatellite la **longueur des deux allèles portés par l'individu** ;
- Les fichiers « raw » comprenant pour chaque individu et chaque marqueur les **résultats bruts (courbes) ayant permis la détermination des longueurs d'allèle.**

4.2 BANCARISATION ET DIFFUSION DES DONNEES GENETIQUES

Du fait de la spécificité des données génétiques, il n'existe pas de base de données nationale qui permettrait de les bancariser et de les mettre à disposition aisément comme c'est le cas pour les données d'occurrence d'espèces. Certaines données génétiques ont fait l'objet de publications scientifiques et ont ainsi été rendues publiques et disponibles. D'autres cependant n'ont jamais été diffusées et ne sont pas bancarisées de manière satisfaisante à l'heure actuelle, notamment les données issues des analyses commandées par l'animation du PNA au laboratoire Antagène en 2015 et 2019, et l'étude réalisée sur les iguanes de Chancel en 2021.

En 2021, un groupement de chercheurs a publié publiquement un ensemble de données génétiques issues d'analyses de marqueurs microsatellite (dont les données publiées dans Vuillaume et al., 2015) sur la plateforme Figshare¹⁰. Les auteurs de cette base de données, appelée IguanaBase (van den Burg et al., 2021), souhaitent qu'elle puisse accueillir les jeux de données d'autres contributeurs volontaires. La quasi-totalité des données déposées ont été analysées par le laboratoire Genindexe¹¹ et ne présentent des résultats que pour les 25 marqueurs microsatellites développés dans Valette et al. (2013).

Perspectives

Il pourrait être intéressant de contribuer à cette base de données publique avec les données issues des analyses d'Antagène de 2015 et 2019 et de l'Université du Mississippi en 2021 afin de les bancariser et de les diffuser facilement. Idéalement, il faudrait réaliser au préalable une calibration entre la machine utilisée par Antagène et celle utilisée par Genindexe sur les marqueurs publiés dans Valette et al. (2013), afin de traduire les résultats au même format que les données déjà publiées, c'est-à-dire tels que les auraient produits Genindexe. Rappelons que ces 3 analyses ont été commandées par les équipes d'animation du premier PNA (2011-2015) ou du second (2018-2022). Sous réserve de vérification des contrats ou conventions, la structure en charge de l'animation du PNA en est donc propriétaire et peut demander cette contribution.

Il serait souhaitable que cette base de données puisse aussi accueillir les résultats obtenus avec les 9 marqueurs microsatellites développés par Judson et al. (2018) afin de partager l'intégralité des résultats d'analyse obtenus. On pourra se poser la question de la nécessité de faire une calibration entre la machine d'Antagène et celle du laboratoire de Mark Welch pour ces marqueurs microsatellites afin que les résultats soient bien comparables.

La publication de données génétiques en dehors de toute publication scientifique est inhabituelle. L'objectif recherché est la mise à disposition de cette information pour des travaux de recherche afin qu'elle soit valorisée.

¹⁰ Figshare est une plateforme en ligne en libre accès où les chercheurs peuvent conserver et partager leurs résultats de recherche, notamment des figures, des jeux de données, des images et des vidéos. La mise en ligne et le téléchargement est gratuit dans le respect du principe d'open data.

¹¹ David Schikorski, la personne travaillant sur la génétique des iguanes au sein de Genindexe a changé de laboratoire. Il est probable que Genindexe ne travaille plus sur les iguanes à l'avenir. D. Schikorski a exprimé sa volonté de continuer à travailler sur les iguanes à son nouveau poste au laboratoire Qualyse.

5 LES ECHANTILLONS BIOLOGIQUES : ETAT DES LIEUX ET CONSERVATION

Au cours des différentes analyses, certains échantillons n'ont donné aucun résultat. Ce problème peut provenir de la qualité de l'échantillon prélevé ou de sa méthode de conservation. Suite à la consultation de plusieurs experts, les paragraphes suivants détaillent les bonnes pratiques à suivre pour réaliser des prélèvements qui aient les meilleures chances d'être analysables.

5.1 LES DIFFERENTS TYPES D'ECHANTILLONS BIOLOGIQUES

5.1.1 PRELEVEMENT DE TISSUS

Le **prélèvement d'épine dorsale** est simple à réaliser, mais il modifie de façon durable l'apparence de l'individu. Aussi on préférera prélever les épines les plus proches de la queue, qui ont a priori moins de chance d'intervenir dans le comportement et la communication. Les épines dorsales doivent être coupées dans leur partie médiane ou basse. Cette découpe provoque un faible saignement, ce qui indique que le prélèvement contient des tissus vivants dont on pourra extraire de l'ADN pour les analyses génétiques. En l'absence de saignement, il est probable que le prélèvement ne contienne pas de tissu vivant, et ne puisse donc pas permettre l'extraction puis l'amplification d'ADN.

Il est possible de réaliser des prélèvements de tissus sur des individus morts si le cadavre est relativement frais. On pourra alors prélever du **muscle** sur une zone propre pour éviter les contaminations. Il faut prendre une bonne quantité de tissu pour augmenter les chances de réussite et la découper en petits morceaux pour améliorer la pénétration de l'alcool et donc la conservation de l'échantillon.

Le prélèvement de tissu doit être conservé dans un tube contenant de l'éthanol non-dénaturé à au moins 70%. Le ratio entre la taille du prélèvement et la quantité d'éthanol devrait être d' $\frac{1}{4}$ pour $\frac{3}{4}$. Une trop grande quantité d'éthanol peut décomposer l'ADN. Attention à ne pas utiliser de l'alcool modifié/dénaturé souvent vendu en pharmacie, qui contient d'autres produits en plus de l'éthanol pour le rendre impropre à la consommation. L'utilisation d'éthanol modifié/dénaturé empêche l'extraction de l'ADN.

Le prélèvement peut ensuite être conservé à température ambiante ou au réfrigérateur en évitant toute exposition à la lumière. La conservation dans l'alcool permet de garder des échantillons de bonne qualité pendant plus de 10 ans. On peut aussi conserver les échantillons au congélateur mais idéalement, il faut éviter les cycles de congélation/décongélation qui abîment l'ADN.

Les échantillons pourront ensuite être envoyés par la poste dans un colis express non réfrigéré. Une fois conservés dans un laboratoire dans un congélateur à -80°C , les échantillons peuvent se conserver de manière quasi-indéfinie.

Remarque : en laboratoire, pour la réalisation d'une analyse, une petite partie de l'échantillon est prélevée tout en gardant l'ensemble de l'échantillon congelé afin de ne pas abîmer l'ADN restant. De la même manière, les laboratoires se transmettent les échantillons préalablement

congelés dans un colis contenant de la glace carbonique (ou glace sèche) pour qu'ils ne décongelent pas.

5.1.2 PRELEVEMENT DE SANG

Le prélèvement sanguin est optimal pour la réalisation d'analyses génétiques car il contient une grande quantité d'ADN facilement disponible. De plus, dans la mesure où le prélèvement est réalisé correctement, il a un impact assez faible sur l'individu. Il est cependant plus technique à réaliser qu'un prélèvement d'épine dorsale, et nécessite une formation adéquate. La méthode de prélèvement est décrite dans Ardops Environnement & ONF (2021).

Les prélèvements de sang peuvent être conservés de différentes manières :

- Dans un tube contenant du « Longmire lysis buffer » avec une proportion 1/3 de sang – 2/3 de buffer. Ce produit peut être préparé en laboratoire à faible coût. Le contenu doit ensuite être mélangé et devient épais. Il peut être conservé tel quel pendant la journée de terrain en évitant toute exposition directe au soleil. Il peut ensuite être conservé au réfrigérateur pendant 1 an environ.
- Dans un tube contenant de l'EDTA. Ce type de tube est utilisé couramment par les vétérinaires.

Le mieux est de le conserver dans un congélateur à moins 80 degrés mais l'échantillon ne doit pas subir de cycle congélation/décongélation car cela casse l'ADN et peut le rendre inutilisable.

Les carte de type Whatman FTA™ semble pouvoir être une solution intéressante pour conserver des échantillons de sang puisqu'il n'y a pas besoin de solution tampon ni de congeler l'échantillon pour le conserver. Cependant, à l'heure actuelle, aucun des partenaires réalisant des analyses n'utilise ce support. Il reste à déterminer s'il peut réellement être utilisé dans le cadre des études génétiques décrites dans ce rapport.

Un laboratoire d'analyse peut être spécialisé dans l'analyse de certains types de prélèvement (nature et méthode de conservation dans le cas du sang). Il est nécessaire de valider la méthodologie de collecte avec le laboratoire qui réalisera les analyses en amont de la phase de terrain.

Réussite des analyses et types d'échantillons

Au vu des analyses déjà réalisées, **il ne semble pas que le type de prélèvement impacte la réussite des analyses.** Les problématiques identifiées dans certaines analyses semblent directement liées à une campagne de collecte en particulier, et à la manière dont celle-ci a été réalisée et/ou la manière dont les échantillons ont été conservés.

Dans les résultats des analyses effectuées par Antagène en 2015 sur 202 échantillons, on observe par exemple un échec complet de l'analyse des échantillons (queue ou épine dorsale) prélevés à La Désirade en 2012, alors que d'autres échantillons de ce type n'ont posé aucun problème. Il s'agirait là d'un problème de conservation.

5.2 REPARTITION GEOGRAPHIQUE DES PRELEVEMENTS

À ce jour, on recense **1 017 prélèvements réalisés sur des iguanes dans les Antilles françaises, dont 814 sur des individus de phénotype *Iguana delicatissima*, 152 sur des individus de phénotype *Iguana iguana* et 51 sur des individus de phénotype hybride, dont on connaît le lieu de stockage¹².**

Plus de la moitié des échantillons prélevés n'ont pas été analysés (56%). Il est probable que cela soit due à un manque de moyens financier et à la réalisation de collectes sans financements identifiés pour les analyses. La collecte d'échantillons sans analyse ultérieure est dommageable dans la mesure où ces missions ont nécessité des financements et occasionné pour la majorité le dérangement d'une espèce menacée. De plus, pour les échantillons qui ont pu être analysés, un nombre conséquent de données brutes n'ont pas été interprétés par des scientifiques. Leur valorisation reste donc inachevée.

Perspectives

Valorisation des données existantes

Les prélèvements biologiques existants, qu'ils aient déjà été analysés ou non, peuvent être valorisés dans des travaux de recherche. Afin de faciliter cette démarche, il peut être intéressant de partager la liste des informations sur les échantillons existants à la communauté de chercheurs travaillant sur les iguanes. Ce partage pourrait être fait via l'Iguana Specialist Group de l'UICN.

La liste des échantillons jointe à ce rapport sous forme de tableur doit être tenue à jour pour garder une connaissance fiable des ressources existantes, et éviter de refaire des collectes dans une population pour laquelle il existe déjà de nombreux échantillons potentiellement disponibles et analysables.

Dans la perspective de nouvelles collectes

Afin de valoriser systématiquement les collectes réalisées, il est important de bien déterminer en amont dans quel cadre ces collectes sont effectuées, et en réponse à quelle question scientifique et/ou de gestion. Le laboratoire et les partenaires scientifiques qui réaliseront les analyses et l'interprétation devront être identifiés dès la construction du projet, afin de valider le nombre et le type d'échantillons nécessaires, ainsi que leur méthodologie de prélèvement et de conservation. Idéalement, le financement nécessaire à la collecte mais aussi aux analyses devra être sécurisé en amont du lancement des opérations de collecte (exemple : Life4Best Chancel 2021, voir [2.3.2. Étude de la consanguinité dans la population de l'île Chancel](#)).

Les cartographies des pages suivantes illustrent la **répartition géographique des échantillons collectés et, parmi ceux-là, la répartition géographique des échantillons analysés**. On peut voir que certaines populations ont été largement échantillonnées (ex : Chancel, Terre-de-Haut de Petite Terre) alors que d'autres l'ont très peu été (ex : Nord de la

¹² Cependant, différents rapports et tableaux de données, notamment des campagnes de suivi CMR, mentionnent de très nombreux échantillons dont on ne sait pas ce qu'ils sont devenus. Cela concerne a priori **181 prélèvements réalisés à Chancel, 207 prélèvements réalisés à La Désirade, plus de 400 prélèvements réalisés à Petite Terre et quelques échantillons de Basse-Terre, Grande-Terre et les Saintes, soit près de 800 prélèvements supplémentaires**. Il semble probable que beaucoup de ces échantillons aient été perdus à la suite de pannes de congélateur.

Martinique). Pour chaque échantillon analysé, le succès des analyses génétiques est présenté succinctement dans le tableau listant l'ensemble des échantillons.

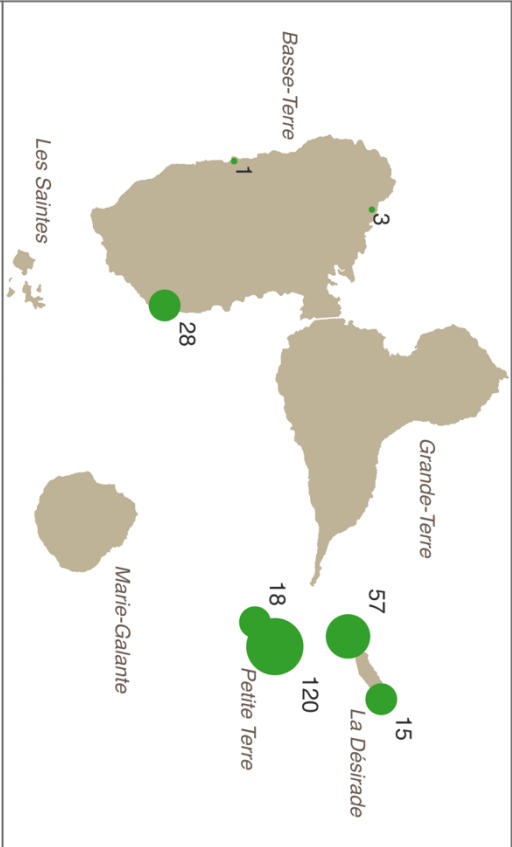
Cet état des lieux des ressources existantes permettra d'assister les décisions concernant de nouvelles collectes pour de futurs projets sur la génétique des populations d'iguanes dans les Petites Antilles

Iguana delicatissima

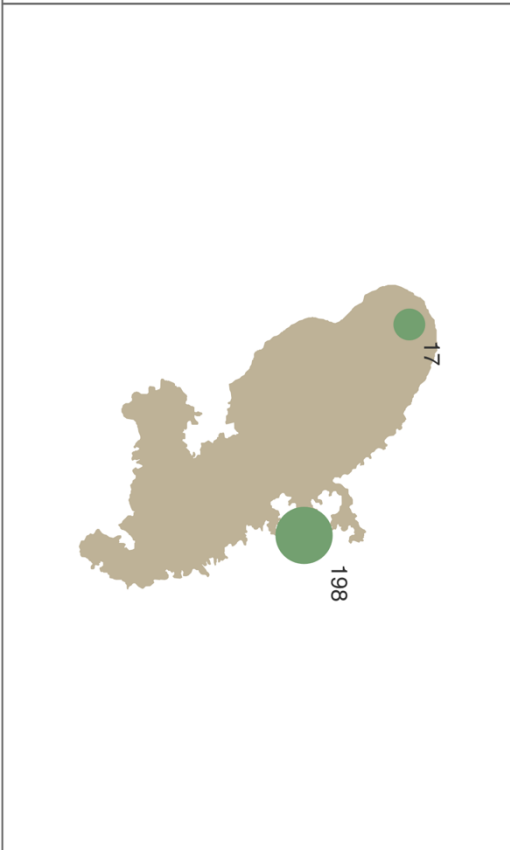
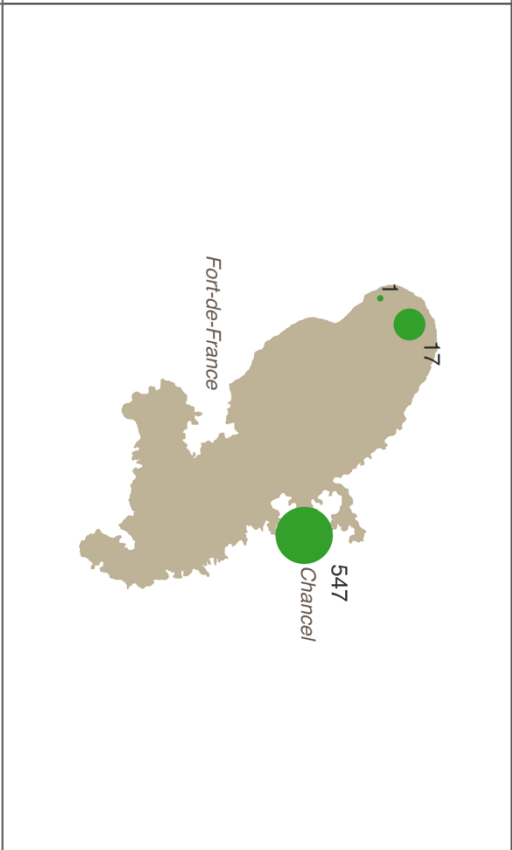
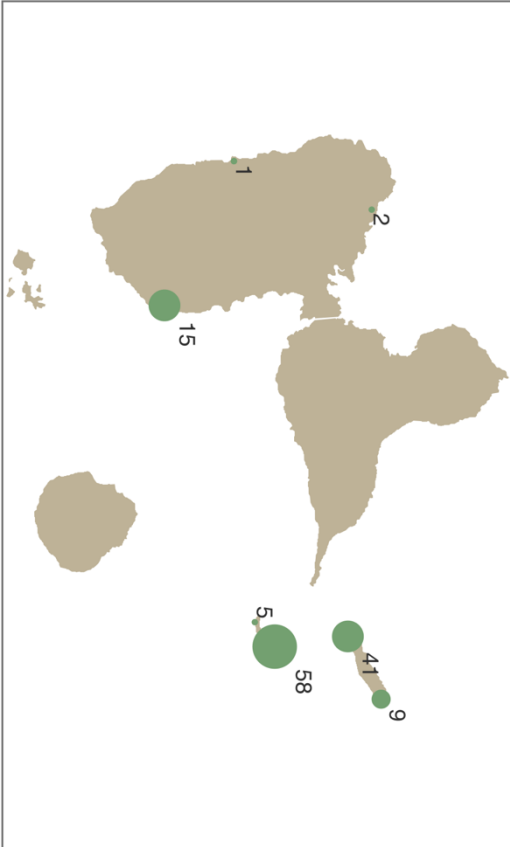
GUADELOUPE

MARTINIQUE

ECHANTILLONS BIOLOGIQUES



ECHANTILLONS ANALYSES



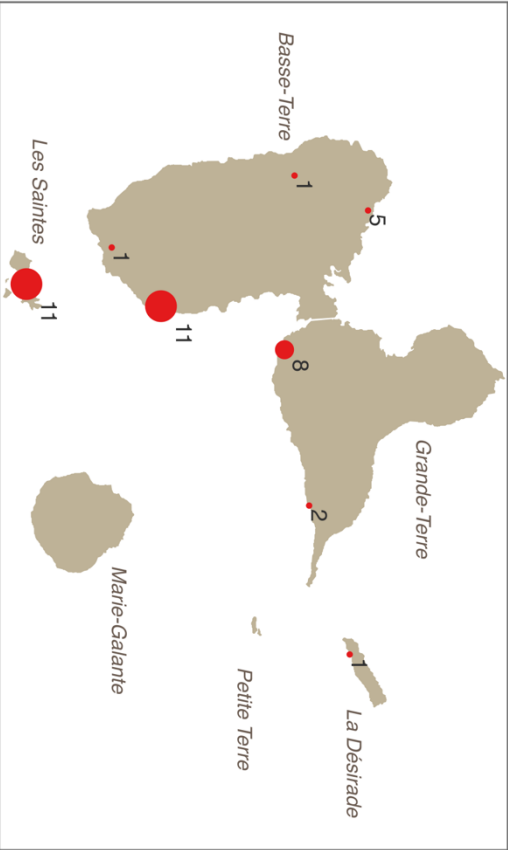
Nb d'échantillons biologiques		GUADELOUPE	MARTINIQUE	ST-BARTHELEMY
Nb d'échantillons analysés		242	439	3
		131	215	3

Iguana iguana

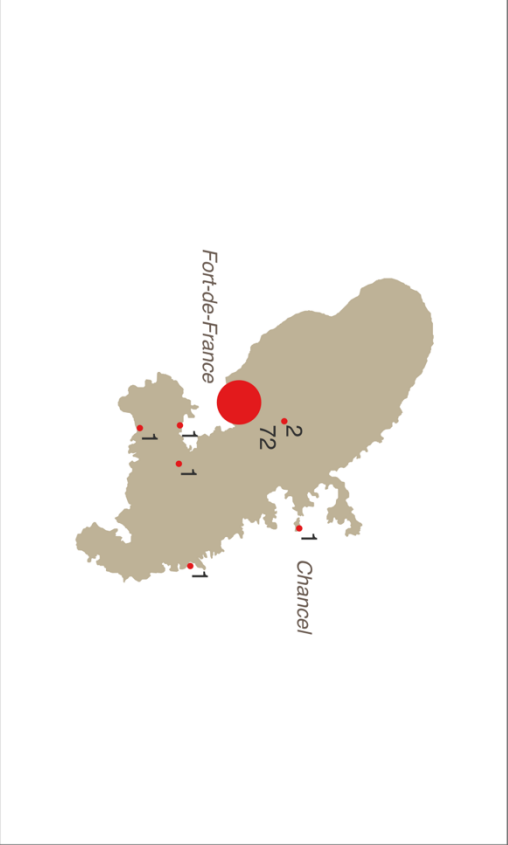
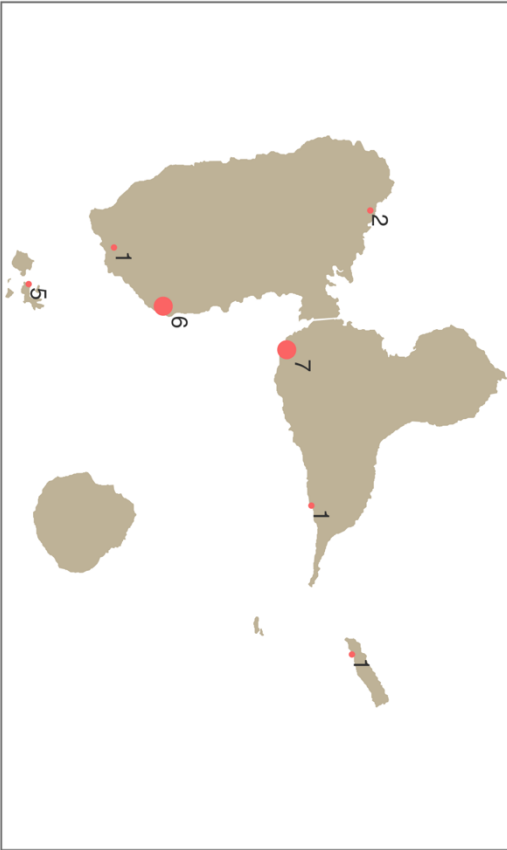
GADELOUPE

MARTINIQUE

ECHANTILLONS BIOLOGIQUES



ECHANTILLONS ANALYSES

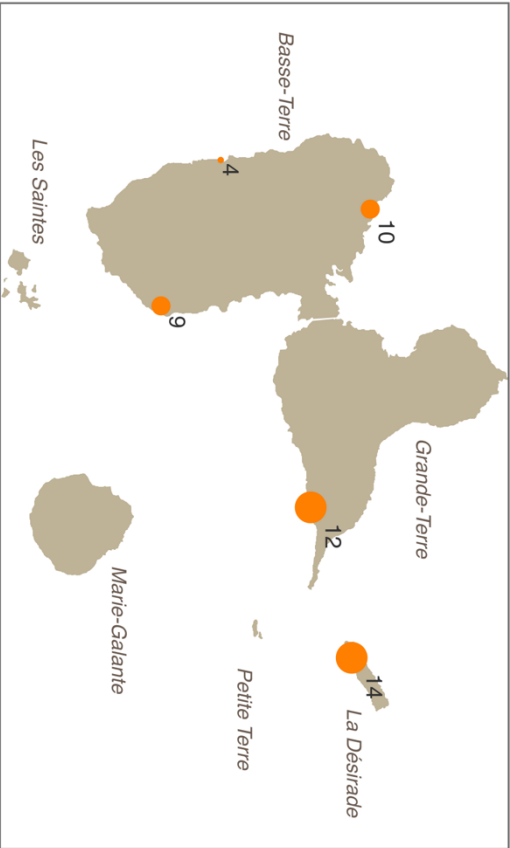


	GADELOUPE	MARTINIQUE	SAINT-MARTIN	GUIYANE	MEXIQUE
Nb d'échantillons biologiques	40	79	9	21	3
Nb d'échantillons analysés	23	7	4	21	3

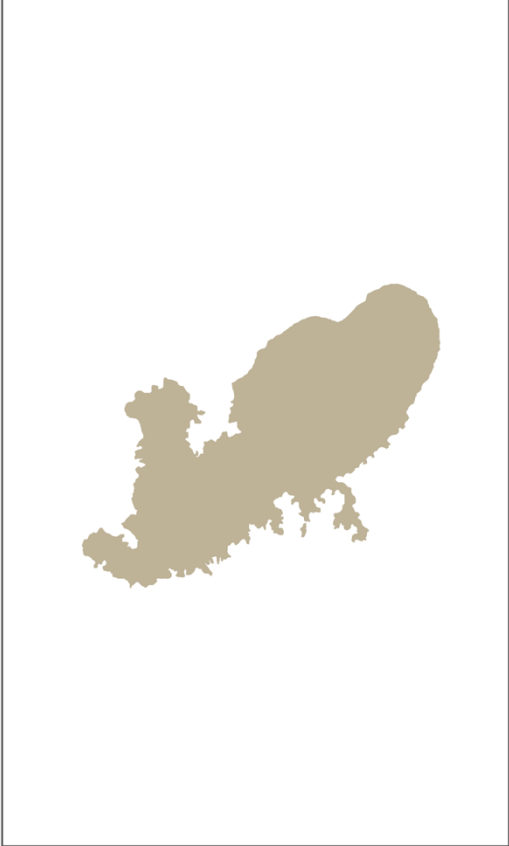
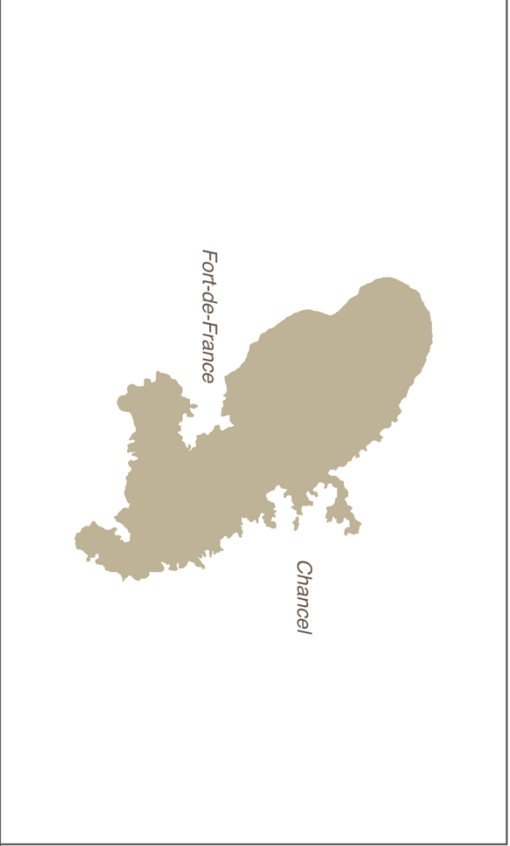
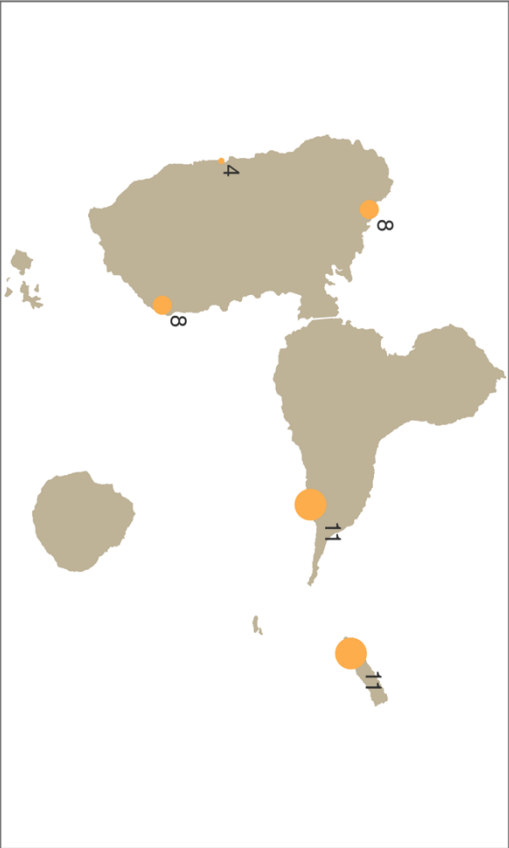
GUADELOUPE

MARTINIQUE

ECHANTILLONS BIOLOGIQUES



ECHANTILLONS ANALYSES



	GUADELOUPE	MARTINIQUE	ST-BARTHELEMY
Nb d'échantillons biologiques	49	0	2
Nb d'échantillons analysés	42	0	2

5.3 LOCALISATION ET CONSERVATION DES ÉCHANTILLONS BIOLOGIQUES

Les échantillons collectés dans les Antilles françaises sont répartis dans divers endroits ayant des infrastructures plus ou moins adaptées à la conservation de prélèvements biologiques :

- Dans des **institutions publiques** : à l'ONF Guadeloupe et à la DEAL Martinique dans des congélateurs domestiques non sécurisés. Ce stockage n'est pas satisfaisant car le risque de coupure de courant existe, et des cycles de congélation/décongélation pourraient (et ont peut-être déjà) endommager les échantillons. De plus, le turn-over dans les équipes peut amener à une perte d'information et de mémoire sur les échantillons conservés ;
- Dans des **laboratoires publics** : Université du Mississippi (laboratoire de Mark Welch) et Muséum national d'Histoire Naturelle de Paris ;
- Dans des **laboratoires privés** : Antagène (conserve les échantillons et l'ADN extrait) et Labofarm-Genindexe (renvoie les échantillons, conserve l'ADN extrait).

Cet éparpillement des prélèvements biologiques est dommageable et amène à des pertes d'information. Il faudrait idéalement centraliser le stockage de ces échantillons pour améliorer leur gestion (traçabilité, etc.) et leur disponibilité en cas de sollicitation.

Perspectives

À l'heure actuelle, les échantillons biologiques sont tous analysés en dehors des territoires où ils sont collectés. Si on reste sur ce modèle, il est nécessaire de prévoir deux phases de conservation : (1) à court terme sur le territoire de collecte et (2) à long terme, dans une infrastructure appropriée à proximité des laboratoires d'analyse.

(1) À court terme, sur le territoire de collecte

Les échantillons sont à conserver au réfrigérateur ou dans un endroit sec et à l'abri de la lumière et non au congélateur pour éviter les cycles de congélation/décongélation qui abîment l'ADN et peuvent rendre les échantillons inutilisables.

Ce stockage peut se faire par la structure chargée de l'animation du PNA dans la mesure où il ne demande pas d'infrastructure spécialisée et représente un volume très restreint. L'équipe d'animation pourra se charger de l'envoi au laboratoire d'analyse choisi par colis express non-réfrigéré.

Ce stockage doit cependant rester de court terme et les échantillons transférés dans une infrastructure spécialisée dans la gestion d'échantillons afin d'éviter toute perte.

(2) À long terme, dans une infrastructure de stockage de collection

Les échantillons doivent être stockés dans une infrastructure possédant des moyens de conservation (congélateurs spécifiques) et de gestion appropriés. Il peut être préférable que ce lieu de stockage soit à proximité des laboratoires d'analyses.

Piste de stockage localement :

- L'institut Pasteur de Guadeloupe pourrait potentiellement stocker les échantillons dans son infrastructure (prestation) ;
- Etienne BEZAULT travaille sur un projet ayant pour objectif la mise en place d'infrastructures pour accueillir des collections à l'Université des Antilles (projet en discussion) ;

Piste de stockage en métropole :

- Le stockage dans les collections d'université se font en lien avec un chercheur travaillant sur les échantillons, ce type de solution serait à voir en lien avec un partenaire scientifique ;
- Certains laboratoires privés conservent les échantillons biologiques, cela pourrait faire l'objet d'une prestation.

Remarque : l'OFB n'a pas de solution centralisée pour la conservation de ses échantillons à l'échelle nationale et chaque équipe conserve ses prélèvements.

Une solution de stockage et d'analyse est en train de voir le jour au Centre Territorial d'Exploration de la Biodiversité Martiniquaise (CTEBioM). Un des objectifs de cette structure est de créer un Centre de ressources biologiques (CRB) à l'horizon 2026 au Lamentin (Martinique). Les locaux provisoires devraient être prêts d'ici fin 2023 et permettront de stocker des échantillons dans des congélateurs à -80°C et de réaliser les analyses génétiques des marqueurs couramment utilisés dans l'étude des iguanes. Cela nécessitera cependant une phase préliminaire de développement des outils génétiques nécessaires aux analyses (ex : création des amorces pour l'analyse des microsatellites).

REFERENCES

Noter que la plupart des références ci-dessous sont accessibles et téléchargeables en ligne sur la page : <https://www.iguanes-antilles.org/publications-rapports>

Angin, B. (2019). *Étude des populations d'iguane des petites Antilles de la Désirade et Petite Terre-Perspectives et recommandations de gestion*.

Antagène. (2016). *Analyse génétique d'échantillons d'Iguane des Petites Antilles et d'Iguane commun et interprétation des résultats*.

Antagene. (2019). *Rapport d'Expertise*. www.antagene.com

Ardops Environnement, & ONF. (2021). Protocole scientifique pour le prélèvement génétique sur les iguanes dans les Antilles françaises. In *Conservation Genetics* (Vol. 21, Issue 5). Springer Science+Business Media B.V.

Bochaton, C., Bailon, S., Ineich, I., Breuil, M., Tresset, A., & Grouard, S. (2016). From a thriving past to an uncertain future: Zooarchaeological evidence of two millennia of human impact on a large emblematic lizard (*Iguana delicatissima*) on the Guadeloupe Islands (French West Indies). *Quaternary Science Reviews*, 150, 172–183. <https://doi.org/10.1016/J.QUASCIREV.2016.08.017>

Breuil, M. (2002). *Histoire naturelle des Amphibiens et Reptiles terrestres de l'archipel Guadeloupéen: Guadeloupe, Saint-Martin, Saint-Barthélemy: Basse-Terre, Grande-Terre et les îlets satellites, Marie-Galante, Les Saintes, la Désirade, les îles de la Petite Terre, Saint-Martin et les îlets satellites, Saint-Barthélemy et les îlets satellites* (Vol. 54). Muséum national d'Histoire naturelle.

Breuil, M. (2012). *Expertise génétique des iguanes candidats à la translocation à l'îlet Kahouanne*.

Breuil, M. (2013). Caractérisation morphologique de l'iguane commun *Iguana iguana* (Linnaeus, 1758), de l'iguane des Petites Antilles *Iguana delicatissima* Laurenti, 1768 et de leurs hybrides. *Bulletin de La Société Herpétologique de France*, 147, 309–346.

Breuil, M. (2021). Les iguanes des Petites Antilles, les espèces endémiques sur le déclin. *Le Courrier de La Nature*, 27–33. www.iucn-iscg.org

Breuil, M., Guiougou, F., & Ibéné, B. (2007). Taxon report: Lesser Antillean iguana (*Iguana delicatissima*). *Iguana Specialist Group Newsletter*, 15–17. www.natselections.com

Breuil, M., Schikorski, D., Vuillaume, B., Krauss, U., Morton, M. N., Corry, E., Bech, N., Jelić, M., & Grandjean, F. (2020). Painted black: *Iguana melanoderma* (Reptilia, Squamata, Iguanidae) a new melanistic endemic species from Saba and Montserrat islands (Lesser Antilles). *ZooKeys*, 926(926), 95–131. <https://doi.org/10.3897/zookeys.926.48679>

Breuil, M., & Vuillaume, B. (2013). *Les iguanes (Iguana iguana & Iguana delicatissima) de Martinique, Sainte-Lucie et Guadeloupe: origine et différenciation*.

Breuil, M., Vuillaume, B., Schikorski, D., Krauss, U., Morton, M. N., Haynes, P., Daltry, J. C., Corry, E., Gaymes, G., Gaymes, J., Bech, N., Jelic, M., & Grandjean, F. (2019). A story of nasal horns: two new subspecies of *Iguana* Laurenti, 1768 (Squamata, Iguanidae) in Saint Lucia, St Vincent & the Grenadines, and Grenada (southern Lesser Antilles). *Zootaxa*, 4608(2), 201. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4608.2.1>

Censky, E. J., Hodge, K., & Dudley, J. (1998). Over-water dispersal of lizards due to hurricanes. *Nature*, 395, 556.

- Day, M., Breuil, M., & Reichling, S. (2000). Lesser Antillean iguana, *Iguana delicatissima*. In A. Alberts (Ed.), *West Indian Iguanas: Status survey and conservation action plan* (pp. 62–67). IUCN.
- Day, M., & Thorpe, R. S. (1996). Population differentiation of *Iguana delicatissima* and *I. iguana* in the Lesser Antilles. In R. Powell & R. W. Henderson (Eds.), *Contributions to the West Indian herpetology: a tribute to Albert Schwartz* (pp. 436–437). Society for the Study of the Amphibians and Reptiles.
- Debrot, A. O., Boman, E. B., & Madden, H. (2013). The Lesser Antillean Iguana on St. Eustatius: A 2012 population status update and causes for concern. *IRC Reptiles & Amphibians*, 20(2), 44–52.
- Genindexe. (2009). *Rapport d'analyse - Recherche de séquences microsatellites polymorphes chez Iguana delicatissima et Iguana iguana*. <http://www.genindexe.com>
- Guillemot, B., Cremades, C., & Angin, B. (2018). L'Iguane commun, une menace écologique, économique et sanitaire pour les Antilles françaises. *Lutte et Gestion*, 70–76.
- Iguana Taxonomy Working Group. (2022). A checklist of the Iguanas of the world (Iguanidae; Iguaninae). *Herpetological Conservation and Biology*, 11(Monograph 6), 4–46.
- Jegu, M., Guerlotté, J., & Bels, V. (2016). *L'iguane des Petites Antilles en Guadeloupe*.
- Judson, J. L. M., Knapp, C. R., & Welch, M. E. (2018). Age-dependent, negative heterozygosity–fitness correlations and local effects in an endangered Caribbean reptile, *Iguana delicatissima*. *Ecology and Evolution*, 8(4), 2088–2096. <https://doi.org/10.1002/ece3.3826>
- Knapp, C., Breuil, M., Rodrigues, C., & Iverson, J. (2014). *Lesser Antillean Iguana, Iguana delicatissima: Conservation Action Plan 2014-2016*. http://www.iucn.org/about/work/programmes/species/who_we_are/about_the_species_survival_commission/
- Legouez, C. (2010). *Plan national d'actions en faveur de l'iguane des petites Antilles (Iguana delicatissima) 2011-2015*.
- Malone, C. L., Reynoso, V. H., & Buckley, L. (2017). Never judge an iguana by its spines: Systematics of the Yucatan spiny tailed iguana, *Ctenosaura defensor* (Cope, 1866). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 115, 27–39. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2017.07.010>
- Malone, C. L., Wheeler, T., Taylor, J. F., & Davis, S. K. (2000). Phylogeography of the Caribbean Rock Iguana (*Cyclura*): Implications for Conservation and Insights on the Biogeographic History of the West Indies. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 17(2), 269–279. <https://doi.org/10.1006/mpev.2000.0836>
- Martin, J. L., Knapp, C. R., Gerber, G. P., Thorpe, R. S., & Welch, M. E. (2015). Phylogeography of the endangered lesser antillean iguana, *iguana delicatissima*: A recent diaspora in an archipelago known for ancient herpetological endemism. *Journal of Heredity*, 106(3), 315–321. <https://doi.org/10.1093/jhered/esv004>
- Mitchell, B. (2022). *Îlet Chancel I. delicatissima Final Genetic Report: Data preparation and analyses conducted by the Welch lab at Mississippi State University*.
- Mukhida, F. (2021). *Conserving Anguilla's Lesser Antillean Iguanas by Establishing a Sanctuary Free from Invasive Alien*. <https://www.reversethered.org/stories/lesser-antillean-iguana>
- Pounder, K. C., Mukhida, F., Brown, R. P., Carter, D., Daltry, J. C., Fleming, T., Goetz, M., Halsey, L. G., Hughes, G., Questel, K., Saccheri, I. J., Williams, R., & Soanes, L. M.

- (2020). Testing for hybridisation of the Critically Endangered Iguana *delicatissima* on Anguilla to inform conservation efforts. *Conservation Genetics*, 21(3), 405–420. <https://doi.org/10.1007/S10592-020-01258-6>
- Powell, R. (2004). Conservation of Iguanas (*Iguana delicatissima* and *I. iguana*) in the Lesser Antilles. *Iguana*, 11(4), 238–246.
- Questel, K. (2019). Evolution des populations d'Iguana *delicatissima* sur les îlets de Saint-Barthélemy. *Le Bulletin de l'ATE*, 7–24.
- Sites, J. W., Davis, S. K., Guerra, T., Iverson, J. B., & Snell, H. L. (1996). Character congruence and phylogenetic signal in molecular and morphological data sets: a case study in the living Iguanas (Squamata, Iguanidae). *Molecular Biology and Evolution*, 13(8), 1087–1105. <https://doi.org/10.1093/OXFORDJOURNALS.MOLBEV.A025671>
- Stephen, C. L., Reynoso, V. H., Collett, W. S., Hasbun, C. R., & Breinholt, J. W. (2013). Geographical structure and cryptic lineages within common green iguanas, *Iguana iguana*. *Journal of Biogeography*, 40(1), 50–62. <https://doi.org/10.1111/J.1365-2699.2012.02780.X>
- Valette, V., Filipová, L., Vuillaume, B., Cherbonnel, C., Risterucci, A. M., Delaunay, C., Breuil, M., & Grandjean, F. (2013). Isolation and characterization of microsatellite loci from *Iguana delicatissima* (Reptilia: Iguanidae), new perspectives for investigation of hybridization events with *Iguana iguana*. *Conservation Genetics Resources*, 5(1), 173–175. <https://doi.org/10.1007/s12686-012-9761-z>
- van den Burg, M., Breuil, M., & Knapp, C. (2018). *Iguana delicatissima*, Lesser Antillean Iguana. In *The IUCN Red List of Threatened Species*. <https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-1.RLTS.T10800A122936983.en>
- van den Burg, M., Grandjean, F., Schikorski, D., Breuil, M., & Malone, C. (2021). IguanaBase: a live microsatellite database to guide research and conservation in the genus *Iguana* (Reptilia: Iguanidae). In *Figshare*.
- van den Burg, M. P., Grandjean, F., Schikorski, D., Breuil, M., & Malone, C. L. (2021). A genus-wide analysis of genetic variation to guide population management, hybrid identification, and monitoring of invasions and illegal trade in *Iguana* (Reptilia: Iguanidae). *Conservation Genetics Resources*, 13(4), 435–445. <https://doi.org/10.1007/s12686-021-01216-5>
- van den Burg, M. P., Meirmans, P. G., van Wagensveld, T. P., Kluskens, B., Madden, H., Welch, M. E., & Breeuwer, J. A. J. (2018). The Lesser Antillean Iguana (*Iguana delicatissima*) on St. Eustatius: Genetically Depauperate and Threatened by Ongoing Hybridization. *Journal of Heredity*, 109(4), 426–437. <https://doi.org/10.1093/jhered/esy008>
- Vuillaume, B., Valette, V., Lepais, O., Grandjean, F., & Breuil, M. (2015). Genetic evidence of hybridization between the endangered native species *Iguana delicatissima* and the invasive *Iguana iguana* (Reptilia, Iguanidae) in the Lesser Antilles: management Implications. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0127575>
- Warret Rodrigues, C., Angin, B., & Besnard, A. (2021). Favoring recruitment as a conservation strategy to improve the resilience of long-lived reptile populations: Insights from a population viability analysis. *Ecology and Evolution*, 11(19), 13068–13080. <https://doi.org/10.1002/ece3.8021>

ANNEXE 1 : HISTORIQUE DES FINANCEMENTS

2007

Caractérisation génétique de la compétition et de l'hybridation entre les populations d'iguanes communs (*Iguana iguana*) et les populations d'iguanes des petites Antilles (*Iguana delicatissima*) de l'archipel guadeloupéen

Financier : Région Guadeloupe

Bénéficiaire : Jérôme Guerlotti, Université des Antilles et partenariat avec Michel Breuil (MNHN), le laboratoire Genindexe et l'ONCFS Martinique.

Montant : 13 000€ (total projet : 20 000€)

Co-financeurs : Université des Antilles (UA) (3000€) et ONCFS Martinique (4000€)

Autre intitulé du projet : Caractérisation génétique des populations d'iguane des Petites Antilles (*Iguana delicatissima*) et d'iguane commun (*Iguana iguana*), de la compétition et de l'hybridation entre ces deux espèces dans les Antilles françaises.

Objectifs :

- Mettre au point des marqueurs microsatellites et mitochondriaux ;
- Analyser la différenciation génétique de l'Iguane des petites Antilles sur les différentes îles et ainsi définir la structuration de l'espèce ;
- Caractériser le phénomène d'hybridation à l'échelle moléculaire : étude des taux d'hybridation, identification des flux génétiques chez les hybrides et détermination de la fertilité ou non des hybrides ;
- Développer une station de génétique moléculaire en Guadeloupe à l'UA.

Échantillons biologiques : déjà une cinquantaine d'échantillons prélevés sur l'îlet Chancel.

Résultats : [financement non-obtenu]

Sources : Dossier de demande de subvention et Note de l'ONCFS Martinique du 14/10/2008

2008

Création d'une banque de marqueurs microsatellites et mitochondriaux

Financier : ONCFS Martinique (FEDER de 2006 ?)

Bénéficiaire : Laboratoire Genindexe

Montant : 3 995€

Objectifs : Mettre au point des marqueurs microsatellites et mitochondriaux pour étudier l'Iguane des petites Antilles, le différencier génétiquement de l'Iguane commun et étudier le phénomène d'hybridation.

Échantillons biologiques : échantillons de queue prélevés sur l'îlet Chancel et d'Iguana commun de Martinique.

Résultats : Genindexe (2009)

Sources : Mails 2008-05-28 GENINDEXE_Etat d'avancement_ONCFS972 et 2008-07-07 ONCFS972_Commande analyse_GENINDEXE, Bilan financier FEDER 2007, Note interne de l'ONCFS Martinique du 14/10/2008 et Note de sélection Genindexe de l'ONCFS Martinique du 25/11/2012.

2009

Étude génétique pour la Sauvegarde de l'Iguane des Petites Antilles (*Iguana delicatissima*). Caractérisation du phénomène d'hybridation avec l'Iguane commun (*Iguana iguana*)

Financier : Secrétariat d'État à l'Outre-Mer (SEOM)

Bénéficiaire : Jérôme Guerlotté, Université des Antilles et partenariat avec Michel Breuil (MNHN), et le laboratoire Genindexe.

Montant : 20 000€ (total projet 93 972€)

Co-financeurs : DIREN Guadeloupe (39 972€), DIREN Martinique (4 000€), DIREN (10 000€), Région Guadeloupe (20 000€).

Objectifs : Très similaires à ceux du projet soumis en 2007 à la Région Guadeloupe mis à part que le développement des marqueurs est alors en cours.

Échantillons biologiques : /

Résultats : [financement non-obtenu]

Sources : Dossier de demande de subvention

Jérôme Guerlotté et Michel Breuil ont aussi sollicité des crédits à la Fondation pour la Recherche sur la Biodiversité (FRB). Le projet a été sélectionné sur liste d'attente mais pas financé *in fine*.

2010

Rechercher les marqueurs moléculaires permettant d'identifier les deux espèces d'iguanes et les hybrides

Financier : DEAL Guadeloupe

Bénéficiaire : Michel Breuil (Le Gaïac) et le laboratoire Genindexe

Montant : 10 850€

Objectifs :

- Séquençage des gènes ND4 et LEU, NT3 et c-mos et alignement des séquences ;
- Recherche et caractérisation de marqueurs microsatellites spécifiques du genre *Iguana* ;
- Comparaison des données génotypiques et phénotypiques ;
- Mise au point d'un test « rapide » d'identification des hybrides par PCR RFLP.

Échantillons biologiques : /

Résultats : Rapport Genindexe du 07/05/2010 **non retrouvé**, présentation de résultats le 20 octobre 2010, **pas de support trouvé**. Correspondrait au rapport de Corinne Cherbonnel (Genindexe) de 2011 intitulé « *Étude génétique chez Iguana delicatissima, Iguana iguana et leurs hybrides potentiels. Démonstration de l'existence du phénomène d'hybridation et d'une certaine fertilité des hybrides* » cité par Michel Breuil mais **pas retrouvé**.

Sources : Convention 2009/2010 non retrouvée, Bilan technique et financier des actions du PNA en 2010 et Note de sélection de Genindexe de l'ONCFS Martinique du 25/11/2010.

Financement d'analyses génétiques

Financier : ONCFS Martinique

Bénéficiaire : Laboratoire Genindexe

Montant : 12 313€

Résultats : pas de document retrouvé.

Sources : Devis Genindexe du 27/08/2010 (8073€) et Facture de Genindexe du 30/11/2010 (4240€). Mention d'une convention mais aucun document retrouvé.

2011

Projet « Origine, différenciation et hybridation entre deux espèces d'iguane (*Iguana delicatissima* et *Iguana iguana*) dans les Petites Antilles »

Financier : DEAL Martinique

Bénéficiaire : Michel Breuil (Le Gaïac)

Montant : 10 000€

Autre intitulé du projet : Étude sur les iguanes allochtones (*Iguana sp.*) de Martinique : Identification et caractérisation d'une menace sur l'iguane des Petites Antilles (*Iguana delicatissima*)

Objectifs :

- Caractérisation des *Iguana delicatissima* Martinique par rapport aux autres populations de cette espèce ;
- Caractérisation morphologique et génétique des iguanes communs présents en Martinique, en Guadeloupe, à Sainte-Lucie et recherche de leurs origines ;
- Recherche de traces d'hybridation des *Iguana delicatissima* de Martinique avec les différentes formes d'iguanes communs identifiées morphologiquement et génétiquement ;
- Estimation de la différenciation génétique des iguanes rayés de Sainte-Lucie.

Échantillons biologiques : /

Résultats : Rapport 2013 « Les iguanes (*Iguana iguana* & *Iguana delicatissima*) de Martinique, Sainte-Lucie et Guadeloupe : origine et différenciation » non diffusé à la demande de Michel Breuil. Publication scientifiques : (Breuil et al., 2019, 2020; Vuillaume et al., 2015)

Sources : Demande de subvention du Gaïac d'octobre 2011, convention DEAL-Le Gaïac signée le 16/12/2011, rapport de 2013.

Au cours de ce projet, l'ONCFS a réalisé une mission de terrain en Guyane pour collecter des échantillons d'*Iguana iguana* (19) et d'autres ont été demandés au Mexique (3). Ces échantillons n'ont pas été transmis à Michel Breuil et donc pas inclus dans l'analyse. Ils ont été analysés en 2015 par Antagène.

2015

Financement d'analyses génétiques

Financier : ONCFS Martinique (FEDER Guadeloupe pour le PNA IPA 2010-2015)

Bénéficiaire : Laboratoire Antagène

Montant : 15 000€

Objectifs :

- Affiner les analyses sur l'hybridation
- Détecter d'éventuelles hybridation dans le Nord Martinique
- Étudier la proximité génétique des populations
- Déterminer si les populations d'IPA relictuelles sont viables ou consanguines

Échantillons biologiques : Guadeloupe (Petite Terre, Désirade, Grande Terre, Basse terre), Martinique (Nord Martinique, îlet Chancel, Fort de France, St Joseph), Mexique, Guyane.

Résultats : Antagène (2016)

Sources : Facture d'Antagène du 30/11/2015, Bilan de 5 ans d'animation par l'ONCFS, rapport Antagène.

2019

Financement d'analyses génétiques

Financier : ONF Guadeloupe (FEDER PNA IPA 2018-2022)

Bénéficiaire : Laboratoire Antagène

Montant : 2 074€

Objectifs : Déterminer les liens de parenté entre l'Iguane commun et les hybrides capturés à La Désirade pour évaluer le niveau d'invasion.

Échantillons biologiques : 12 échantillons prélevés sur des individus de Désirade (1 mâle Iguane commun adulte, 1 femelle hybride adulte et 10 hybrides juvéniles).

Résultats : Antagène (2019)

Sources : Rapport Antagène. Facture Antagène.

2021

Projet « Étude de la viabilité de la population d'iguane des petites Antilles de l'îlet Chancel (Martinique) – projet Life4Best – OR C142 »

Financier : ONF Martinique (via projet Life4Best Chancel – OR C142)

Bénéficiaire : Mark Welch (Mississippi State University)

Montant : 6 057€ (7 250\$)

Objectifs : Tester la viabilité de la population de Chancel, notamment face à un risque de consanguinité

Échantillons biologiques : 117 échantillons d'épine dorsale et 10 échantillons salivaires d'individus de Chancel et 9 échantillons d'individus du Nord Martinique.

Résultats : Rapport final Life4Best et Mitchell, 2022

Sources : Rapport final Life4BEST