

# Université de Perpignan

Master « Biologie, Chimie, Environnement »

Mention professionnelle "Biodiversité et Développement Durable"

Aigrette neigeuse (*Egretta thula*)



Noddi brun (*Anous stolidus*)

Ilet Petite Clef



## Création d'un tableau de bord et sélection d'indicateurs spécifiques à la RNN Saint Martin répondant à l'objectif 1 du plan de gestion : Améliorer les connaissances des espèces et espaces protégés

GROUSSEAU Julie

Année universitaire 2010-2011

Sous la direction de Pauline MALTERRE

Réserve Naturelle Nationale de Saint Martin



Réserve Naturelle Nationale  
de Saint-Martin



## Présentation de la structure d'accueil:

L'île de Saint Martin (Antilles françaises) est située au nord de l'arc antillais, à 180 km de Porto-Rico et 250 km de la Guadeloupe (*Figure 1*). Elle est divisée administrativement en deux régions : au sud la partie hollandaise, « Sint-Maarten », et au nord la partie française, Saint-Martin, qui couvre les 3/5èmes du territoire (*Figure 2*).

L'urbanisation de l'île s'est fortement accélérée dans les années 1980, en raison d'une part de l'augmentation de la population immigrée, attirée par le développement touristique et, d'autre part, par la multiplication des infrastructures hôtelières et des zones pavillonnaires.

C'est dans ce contexte de forte urbanisation, et pour préserver la biodiversité et les écosystèmes, qu'est née la Réserve Naturelle Nationale (RNN) de Saint Martin le 3 septembre 1998<sup>1</sup>. L'Association de Gestion de la Réserve Naturelle de Saint-Martin (AGRNSM) régie par la loi de 1901 est alors créée et devient gestionnaire de la Réserve Naturelle par convention avec l'Etat. La RNN occupe une superficie totale de 3 054 hectares (ha). Le territoire de la réserve est multipolaire et se divise en une partie terrestre de 154 ha, une partie maritime de 2 796 ha et une partie lacustre de 104 ha (deux étangs, celui des Salines d'Orient et l'Etang aux Poissons sont classés en réserve naturelle). Depuis 2006, 12 autres étangs protégés par un Arrêté de Protection de Biotope (APB) ont été affectés au Conservatoire du Littoral (CELRL) et confiés en gestion à l'AGRNSM.

- Le domaine terrestre est éclaté en plusieurs sous-unités incluant des terrains du littoral et des îlets entrant dans les 50 pas géométriques<sup>2</sup>.
- La partie maritime est constituée de deux pôles :
  - o Une zone circulaire d'un rayon de 250 m autour du Rocher Créole au nord-ouest ;
  - o Une large zone de mer territoriale
- La partie lacustre gérée par l'AGRNSM est composée de 14 étangs et mares appartenant au CELRL. ([Diaz & Cuzange, 2009](#))

Actuellement l'AGRNSM est présidée par Harvey Viotty ; l'équipe gestionnaire se compose de :

- Romain Renoux, conservateur,
- Pauline Malterre, chargée de missions scientifiques,
- Franck Roncuzzi, garde chef,
- Vincent Oliva, Steeve Ruillet et Christophe Joe, gardes

---

<sup>1</sup> : Décret ministériel n° 98-802 - JO du 10 septembre 1998

<sup>2</sup> : Les 50 pas géométriques définissent le domaine public maritime de l'Etat – Art 5111- 1 du Code général de la propriété des personnes publiques.

- Béatrice Galdi, chargée de mission aménagement et gestion pour le compte du Conservatoire (l'AGRNSM est l'antenne du CELRL à Saint-Martin).



Figure 1: Carte de situation de l'île de Saint Martin sur l'arc antillais



## Remerciements

*Ces remerciements seront des plus classiques mais ne pas les faire, serait manquer de reconnaissance envers bien des gens.*

*Aussi, je remercie tout d'abord Romain Renoux et Pauline Malterre pour m'avoir accueillie au sein de la réserve, encadrée pendant ce stage et m'avoir intégrée aux différentes missions de la réserve au-delà de mon simple sujet de stage. Une chance unique pour moi d'avoir eu cette expérience que je n'oublierai pas.*

*Un grand merci aussi à tous les gardes (Franck, Steeve, Chris et Vincent) qui ont permis ce stage en mettant à disposition les moyens logistiques et humains nécessaires. Mais merci aussi pour les quelques leçons de conduite nautique, plongées et autres bons moments pour lesquels il n'y avait aucune obligation et que vous m'avez quand même permis de passer. Franck désolé de t'avoir cassé*

*les pieds pour pouvoir plonger chaque fois que c'était possible,  
j'espère que tu ne m'en veux pas et merci d'avoir accepté...*

*Je remercie également Gilles Leblond pour ses explications d'une  
grande précision et sa patience au vu de mes maigres connaissances  
ornitho en arrivant sur l'île.*

*Merci à Béa et Mélanie pour le temps que vous m'avez consacré  
sur la partie étangs.*

*Merci à Etienne et Esterline, tous les deux stagiaires aussi, pour  
avoir mis de la bonne humeur dans notre petit couloir.*

*Enfin merci à Franciane et Julien de la réserve de Saint Barth  
pour leur accueil et leur disponibilité.*

*Pour ce qui est des remerciements moins professionnels, je me  
contenterai de les citer :*

*Merci Béa,*

*Merci Etienne,*

*Merci Oriel,*

*Merci à tous les gens croisés au hasard et recroisés moins au hasard...*

*Enfin merci la famille (parents et frangines)*

*Merci pour le soutien pendant ces 5 années d'étude (ou un peu plus... )!*

# Sommaire

<b>PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL:</b> .....	<b>2</b>
<b>REMERCIEMENTS</b> .....	<b>4</b>
<b>INTRODUCTION :</b> .....	<b>8</b>
1) HISTORIQUE .....	8
2) LES TABLEAUX DE BORD, OBSERVATOIRES ET PROGRAMMES DE RECHERCHE EXISTANTS .....	9
3) LE TABLEAU DE BORD SPECIFIQUE A LA RESERVE NATURELLE DE SAINT-MARTIN, CONTEXTE.....	10
<b>MATERIELS ET METHODES</b> .....	<b>11</b>
1) DEFINITION DES METRIQUES .....	11
a) <i>Identification des objectifs</i> .....	11
b) <i>Phase de terrain et récoltes des données</i> .....	11
c) <i>Choix des métriques</i> .....	11
2) LE CODAGE DES METRIQUES ET ASSEMBLAGE DU TABLEAU DE BORD .....	12
a) <i>Codage couleur – état de l'indicateur</i> .....	12
b) <i>Codage des tendances</i> .....	13
3) MODULE ABIOTIQUE OU ELEMENTS D'INTERPRETATION DES METRIQUES .....	13
4) LA RECOLTE DES DONNEES: L'EXEMPLE DES OISEAUX MARINS ET DES ETANGS.....	14
a) <i>Les oiseaux marins : le Noddi brun (Anous stolidus (Linnaeus, 1758))</i> .....	14
b) <i>Les oiseaux marins : la Petite sterne (Sternula antillarum Lesson, 1847)</i> .....	14
c) <i>Les autres espèces nicheuses d'oiseaux marins</i> .....	15
d) <i>Les oiseaux inféodés aux étangs</i> .....	15
<b>RESULTATS</b> .....	<b>16</b>
1) METRIQUES OBTENUES .....	16
2) MODULE ABIOTIQUE.....	17
3) LE DEROULEMENT DE LA PROCEDURE DE CREATION DU TABLEAU DE BORD : EXEMPLE DES OISEAUX MARINS .....	17
a) <i>Choix des métriques</i> .....	17
b) <i>Renseignement des métriques relatives au Noddi brun</i> .....	17
c) <i>Renseignement des métriques relatives à la Petite sterne</i> .....	19
d) <i>Renseignement des métriques relatives aux nombre d'espèces nicheuses sur la réserve</i> .....	20
4) EXEMPLE DE RENSEIGNEMENT DES METRIQUES RELATIVES A L'AVIFAUNE DES ETANGS .....	20
<b>DISCUSSION</b> .....	<b>21</b>
1) LE CHOIX DES METRIQUES .....	21
a) <i>L'avifaune marine</i> .....	21
b) <i>L'avifaune des étangs</i> .....	22
2) INTERPRETATION DES METRIQUES .....	24
a) <i>Le Noddi brun</i> .....	24
b) <i>La Petite sterne</i> .....	25
c) <i>Espèces nicheuses sur la réserve</i> .....	25
d) <i>Avifaune des étangs</i> .....	26
<b>CONCLUSION ET PERSPECTIVES</b> .....	<b>26</b>
<b>REFERENCES</b> .....	<b>28</b>
<b>LISTE DES FIGURES</b> .....	<b>32</b>
<b>LISTE DES TABLEAUX</b> .....	<b>32</b>
<b>SIGLES</b> .....	<b>33</b>
<b>ANNEXES</b> .....	<b>34</b>

## Introduction :

### 1) Historique

En 1957, la notion de réserve naturelle est ajoutée dans la loi de 1930 concernant les sites classés avant de faire l'objet d'une loi dédiée à la protection de la nature en 1976<sup>3</sup>. A cette même période avant les années 1980, parcs naturels et présence humaine n'étaient pas jugés compatibles au nom d'un certain discours protectionniste (la Nature est bonne, l'Homme destructeur). Cette idée est bien différente aujourd'hui, il s'agit de concilier activité humaine et protection de la nature ([Université de Montpellier 2 - Actes du colloque « le concept de naturalité »](#), 1<sup>ier</sup> février 2008). Les mentalités changent grâce à la compréhension de ce que les réserves sont en interaction perpétuelle avec leur environnement socio-économique.

La mise en place de zones protégées s'est donc accélérée. Cette augmentation des zones mises en défens est aussi récente que spectaculaire puisque, depuis 1973, leur superficie a été multipliée par quatre ([Descola, 2008](#)). En 2011, 262 réserves naturelles existent en France ([www.reserves-naturelles.org](http://www.reserves-naturelles.org)). Le défi n'est donc plus désormais d'établir un système représentatif d'aires marines protégées (AMP) mais qu'elles soient gérées efficacement à long terme ([Pomeroy & al., 2004](#)). La ratification de plusieurs conventions internationales témoigne des engagements pris par l'Etat (ex : Convention sur la Diversité Biologique) ([Habasque, 2009](#)) rendant obligatoire cette évaluation. Cette nécessité d'évaluation provient également d'une volonté de mieux connaître l'état des écosystèmes afin de mesurer l'efficacité de leur gestion et de l'adapter si besoin.

Ce n'est que tardivement, dans le contexte d'évaluation de la gestion menée que les notions de tableau de bord et d'indicateurs écologiques sont apparues, comme en témoigne la parution d'une revue spécialisée : Ecological indicator – Elsevier, à partir du mois d'août 2001. Et si le terme de tableau de bord est bien défini, le terme d'indicateur, quant à lui, fait encore débat ; plusieurs articles traitent de ce sujet ou signalent ce problème, pour exemple : ([Heink., 2009](#), [Rubicode, 2007](#), [Nicholson & Fryer, 2002](#)). Nous prendrons ici une définition qui semble toutefois faire consensus : un indicateur est une variable quantitative ou qualitative qui peut-être obtenue à partir de mesures sur le terrain ou à partir de modèles et qui indique l'état présent et/ou la dynamique du système d'intérêt en relation avec les questions scientifiques ou les objectifs de gestion ([Beliaeff & Pelletier, 2011](#), [Claudet & al., 2006](#), [Pelletier & al., 2005](#), [Amand & al., 2004](#)). On complètera néanmoins cette définition, en précisant qu'un indicateur peut-être constitué d'une ou plusieurs métriques (ou variables).

---

<sup>3</sup> Loi n° 76-629 du 10 juillet 1976 concernant la protection de la nature ([Journal Officiel, 2011](#))

L'ensemble des indicateurs, dans l'idéal peu nombreux, constitue le tableau de bord, dont l'objectif est de permettre aux gestionnaires de prendre connaissance de l'état et de l'évolution des systèmes qu'ils pilotent et d'identifier les tendances qui les influenceront sur un horizon cohérent avec la nature de leurs fonctions (Bouquin, 2003). Il s'agit donc d'un outil d'aide à la gestion qui souligne l'état d'avancement dans lequel se trouve le processus afin de permettre au responsable de mettre en place des actions correctives.

## 2) Les tableaux de bord, observatoires et programmes de recherche existants

Le **programme de recherche LITEAU II PAMPA** dans lequel la RNN de Saint Martin s'est engagée en 2008 en tant que site pilote pour les Antilles Françaises a abouti à la création d'un tableau de bord comprenant 80 indicateurs (écologiques, socio-économiques et de gouvernance). Ce tableau de bord ne concerne que l'environnement marin et est basé, pour ce qui concerne le volet écologie du projet Pampa, sur les données acquises lors du suivi de l'état de santé des communautés benthiques et ichtyologiques des réserves, suivi instauré dans un souci de partage des moyens humains et d'harmonisation des protocoles entre les réserves et parcs de Guadeloupe et des îles du Nord (PARETO, 2008). PAMPA aura permis d'une part la mise en place de plateformes et d'outils informatiques permettant d'obtenir rapidement de nombreuses informations et d'autre part de structurer le suivi de la gestion d'un espace protégé (Malterre & al., 2011).

L'**Agence des Aires Marines Protégées** sollicite également les gestionnaires afin que ceux-ci se dotent de tableaux de bord. Le projet apparu suite au Grenelle de la mer (Paillet, 2010) se décline en trois volets principaux: définir une politique d'acquisition de données, construire une grille d'indicateurs et clarifier les objectifs de gestion (AAMP & al., Dossier de presse *Tableau de bord des eaux sous juridiction française*, 19 février 2008). Ce tableau se base sur la méthodologie DPSIR (Paillet, 2010). L'objectif affiché est ici de fournir des indicateurs relatifs aux enjeux pour lesquels la France a une responsabilité et ainsi d'évaluer l'efficacité du réseau français.

Une première tentative de tableau de bord a également été menée par le Parc Naturel National de Port Cros. N'ayant pas abouti à l'outil souhaité, l'**Observatoire de la biodiversité et des usages** du parc a vu le jour. Il constitue un programme d'envergure qui vise le développement d'un outil d'aide à la décision (BRL ingénierie, 2010) équivalent à un tableau de bord. Il se situe actuellement dans sa phase première d'élaboration sur les trois prévues.

Au niveau international, il existe des outils similaires tels que **MARIPA-G** (Monitoring and Assessment with Relevant Indicators of Protected Areas of the Guianas) développé en

Guyane et en Amérique centrale. Cependant, ce programme basé sur les travaux de [Leverington & al., \(2008\)](#) n'inclut que très peu d'indicateurs écologiques, seule une partie est allouée aux ressources naturelles et culturelles.

Il existe donc de nombreux projets relatifs au milieu marin (liste non exhaustive ici) mais peu concernent les écosystèmes terrestres et lacustres. Or les milieux gérés par la RNN de Saint Martin sont particulièrement variés, les étangs et les parties terrestres malgré la faible superficie qu'ils représentent ont une importance capitale dans la continuité écologique et le maintien de la biodiversité.

### 3) Le Tableau de Bord spécifique à la Réserve Naturelle de Saint-Martin, contexte

Le gestionnaire de la RNN, fort de son expérience notamment dans le cadre de PAMPA, a fait le choix de se doter d'un tableau de bord qui soit propre aux objectifs de protection de la réserve. En effet, un des points perfectibles de ce programme est l'absence de prise en compte des espèces patrimoniales type mammifères, tortues et oiseaux marins, et pour lesquels le gestionnaire a pourtant une forte responsabilité ([Malterre & al., 2011](#)).

Ce tableau de bord à deux objectifs : (i) faire l'état des lieux écologique/de conservation de la réserve en renseignant un certain nombre d'indicateurs d'état et (ii) évaluer la gestion mise en œuvre. A terme, cet outil permettra ainsi une gestion adaptative au sein de la réserve.

Ces objectifs doivent être atteints en s'appuyant, dans la mesure du possible, sur l'existant au sein de la réserve (connaissances, suivis, données), afin de développer les indicateurs. Il est cependant important de noter qu'avant le plan de gestion de 2009, aucun suivi scientifique n'avait été mis en place de façon pérenne, le recueil de données ne se faisant que lors du passage de quelques spécialistes de manière très ponctuelle.

Les tableaux de bord sont des outils très récents et encore à l'état de programme de recherche (ex : PAMPA) ou de phase test (ex : Observatoire de Port-Cros) dans la plupart des espaces protégés. Pour la réserve de Saint-Martin, il s'agit là aussi d'une première phase de réflexion et du début du processus de construction qui doit impérativement être perçu comme tel. Considérer les métriques qui vont être présentées par la suite comme définitivement acquises et viables peut s'avérer risqué en raison du manque de données antérieures, voire inexistantes pour certains suivis.

## Matériels et méthodes

### 1) Définition des métriques

#### a) *Identification des objectifs*

Il s'agit de la première étape de réalisation (Pomeroy & al., 2004) qui, dans notre cas, a consisté à lister dans un tableau les suivis préconisés par le plan de gestion pour l'objectif relatif à la connaissance des espaces et des espèces protégées.

#### b) *Phase de terrain et récoltes des données*

Le travail de terrain a consisté à observer/assister la chargée de missions scientifiques ou des prestataires extérieurs pour chacun des suivis scientifiques ou encore à réaliser certains suivis en autonomie. Ce travail a représenté 70 jours de terrain environ, la répartition sur les différents suivis est présentée en *annexe 1*. Un exemple de suivi effectué sera développé sur l'avifaune marine et des étangs.

#### c) *Choix des métriques*

#### Premier critère de choix : l'applicabilité des métriques

En parallèle de cette phase de terrain, chaque protocole déjà en place a été décrit dans des fiches annexes (ces fiches seront présentées avec le document final réalisé pour la RNN lors de la présentation orale). Ce travail s'est avéré nécessaire car les métriques doivent être **indépendantes des biais éventuels liés à l'échantillonnage ou aux observateurs** (Noss 1990).

Dale et Beleyer (2001) signalent que le **compromis entre les caractéristiques souhaitables, les coûts et la faisabilité** déterminent souvent le choix des indicateurs, le coût estimatif de chaque suivi a donc été renseigné dans les fiches annexes. En effet une métrique peut être pertinente mais chronophage et donc trop coûteuse pour être renseignée et validée d'où l'importance de l'application des protocoles qui a permis de bien saisir les difficultés liées aux réalités de terrain. Cette étape a conduit à une première liste des **métriques calculables**.

Pour chaque suivi, trois niveaux de métriques ou d'indicateurs ont été différenciés : expert, gestionnaire et sciences participatives. La différenciation des trois niveaux est fonction des compétences de la personne récoltant les données, leur interprétation respective est différente et permet un travail à plusieurs échelons comme le préconise Holling (1992) in Andreasen & al., (2001).

Second critère de choix : la pertinence, parmi les paramètres mesurés lors des suivis et listés, un premier lot de **métriques potentielles** a été choisi pour chaque suivi réalisé selon la

méthode de [Beliaeff & Pelletier, 2011](#) : (i) la question de la **sensibilité** des métriques, et donc de leur **pertinence**, et (ii) l'existence de **valeurs de référence** sont les deux critères ayant permis cette sélection. Pour cela des recherches bibliographiques ainsi que des réflexions avec des experts et la chargée de missions scientifiques de la RNN ont été menées.

Troisième critère de choix : l'efficacité, est la condition qui permet à l'indicateur d'atteindre ses objectifs prédéfinis ([Beliaeff & Pelletier, 2011](#)). Elle a été mesurée pour certaines métriques potentielles grâce d'une part à la précision des résultats (**variabilité des données** : écart type, variabilité spatiale, saisonnière...), et d'autre part à la **puissance** (échelle d'échantillonnage). Cependant cette phase est très chronophage et n'a pu être réalisée que pour les métriques concernant les oiseaux marins sur lesquelles se focalisera la suite du présent rapport.

## 2) Le codage des métriques et assemblage du tableau de bord

Une fois les choix effectués, les indicateurs sont renseignés puis codifiés (afin de faciliter la lisibilité) de deux manières : une couleur pour indiquer l'état de l'indicateur, une flèche pour la tendance d'évolution observée.

### a) Codage couleur – état de l'indicateur

Il a été décidé de reprendre le codage le plus utilisé à l'heure actuelle, celui des normes DCE à 6 niveaux de couleur, également utilisé dans des programmes tels que PAMPA (*Tableau I*).

*Tableau I : Code couleur appliqué au tableau de bord (Beliaeff et al., 2009)*

	<b>Etat de référence (impact nul)</b>
	<b>Bonnes conditions</b>
	<b>Etat moyen (zone d'incertitude)</b>
	<b>Etat médiocre (impact avéré)</b>
	<b>Etat quasi-irréversible</b>
	<b>Non déterminé (manque de données)</b>

Ce codage nécessite la mise en place de valeurs de référence et de valeurs seuils définies de la manière suivante :

**Valeur de référence** : état 0 ou valeur d'indicateur, habituellement liée à un objectif opérationnel, telle qu'une valeur cible, une limite critique, ou un « déclencheur » de réponse spécifique de gestion. ([Sainsbury & Sumaila, 2003](#))

**Valeur seuil** : pour interpréter les indicateurs, des valeurs seuils doivent être attribuées. Dans l'idéal, des points de référence absolue devraient être élaborés à partir des modèles de dynamique de populations dans le cas où il existe ([Sainsbury & Sumaila, 2003](#)).

Cependant, en l'état actuel des connaissances, il est très complexe d'attribuer objectivement des **niveaux de référence**. Cette identification ne peut se faire qu'à partir de valeurs de référence issues de la bibliographie, de la connaissance d'experts ou par l'étude des variations spatio-temporelles de la métrique à partir de données historiques ([Gonson, 2010](#)). Pour une île telle que Saint Martin, ces valeurs sont rarement connues compte tenu du caractère récent des études et suivis. L'absence d'experts (universitaires ou autres) sur le territoire multiplie ces lacunes.

**Les seuils** ont été définis au cas par cas à partir de références bibliographiques lorsque cela était possible. Par exemple : pour les métriques de qualité de l'eau des étangs, la DCE a fixé des seuils ; toutefois les valeurs ne sont pas adaptées aux eaux des Antilles. Impact mer bureau d'étude en charge du diagnostic a donc provisoirement choisi d'utiliser les travaux de [Zaldivar \(2008\)](#) sur l'eutrophisation des eaux de transition dont le contexte s'approche de celui de Saint-Martin ([Impact mer, 2011](#)).

#### *b) Codage des tendances*

En plus du codage couleur, les **tendances des valeurs** des métriques sont également renseignées :

- si une augmentation est observée :  (test significatif)  (test non significatif)
  - si une diminution est observée :  (test significatif)  (test non significatif)
- ([Malterre & al., 2011](#))

Les traitements statistiques pour le calcul de ces tendances ont été effectués sous SPSS v13.0 et Excel 2007.

#### 3) Module abiotique ou éléments d'interprétation des métriques

Un module dit abiotique a également été mis en œuvre pour chaque suivi rassemblant des données abiotiques relatives aux variables forçantes nécessaires à l'interprétation des résultats comme par exemple le nombre annuel de cyclones de catégorie 4 ou 5.

La DCE, pour évaluer l'état écologique des milieux aquatiques, donne des éléments physicochimiques et hydro-morphologiques intervenant comme facteurs explicatifs à l'évaluation de l'état donné par la biologie ([Impact Mer & al., 2009](#)). Pour le choix des variables

forçantes, (ou éléments d'interprétation), soit des références bibliographiques ont servi de justification, soit des tests statistiques de corrélation non paramétriques ont été effectués afin de démontrer l'utilité de prendre en compte les facteurs abiotiques.

#### 4) La récolte des données: l'exemple des oiseaux marins et des étangs

Les oiseaux marins ne rejoignent la terre que pour se reproduire, le choix de suivre uniquement les espèces nicheuses est donc apparu évident au vu de la complexité du suivi en pleine mer et des enjeux de la réserve.

##### a) Les oiseaux marins : le Noddi brun (*Anous stolidus* (Linnaeus, 1758))

Le suivi s'effectue sur l'île Tintamarre après vérification de l'absence de nidification sur les autres îlets. Une fois par semaine, un transect en bateau devant la



Figure 3 : Noddi brun (*Anous stolidus*) au nid

côte Nord-Ouest est effectué à une vitesse d'environ deux, trois nœuds, l'observation se fait à la jumelle (Nikon 7X50 réticulée). Les individus posés, en vol et au nid sont comptabilisés mais seuls ceux au nid servent à la définition du nombre de couples (effectif reproducteur). Sur ce même transect, 20 nids signalés par des plaquettes numérotées servent au calcul du taux d'envol des poussins selon la méthode utilisée par le PNR de la Martinique & AOMA, (2001). Ces plaquettes sont distribuées aléatoirement le long de la colonie afin d'éviter un biais selon l'emplacement de l'échantillonnage au sein de la colonie (Walsh & al., 1995). La présence d'adultes, d'œufs ou de poussins est notée dans les fiches appropriées. Un comptage exhaustif de tous les effectifs est également réalisé une fois dans la saison afin de connaître la proportion de la population échantillonnée. La surveillance est réalisée d'avril à septembre.

##### b) Les oiseaux marins : la Petite sterne (*Sternula antillarum* Lesson, 1847)

Les sites fréquentés, variables d'année en année, au nombre de six en 2011, sont suivis



Figure 4 : Petite sterne (*Sternula antillarum*)

de manière hebdomadaire. Il s'agit de l'étang Guichard, les Salines d'orient et la plage du Galion, le Grand étang, l'étang de la Barrière, l'étang de Chevrise et les Salines de l'aéroport (annexe 2).

Des points d'observation sont réalisés pour chaque étang dans une même journée afin d'avoir une représentation de la population sur la réserve à un instant t. Les sternes sont très mobiles pendant la phase d'installation, voire même en cours de saison, les couples échouant sur un site se reportent alors très souvent sur un autre à proximité (Levesque, 2009) selon les aléas climatiques tels que les inondations. Le dénombrement des individus est effectué à la jumelle et le comportement en pêche en vol, posé ou en couvaison apparente Walsh & al., (1995) est précisé. Une surveillance de l'arrivée des reproducteurs est nécessaire à partir de mars ou avril et le suivi se poursuit jusqu'au départ des individus.

Pour cette espèce l'indépendance à l'observateur a été quantifiée grâce à la technique du double comptage (estimant la différence du nombre de détection entre deux observateurs indépendants) avec l'aide d'un ornithologue confirmé (Gilles Leblond).

#### *c) Les autres espèces nicheuses d'oiseaux marins*

Six espèces sont potentiellement nicheuses sur la réserve (Leblond, 2003), trois de manière régulière (Noddi Brun, Petite Sterne, Grand Paille-en-queue) et trois de manière plus sporadique : le Petit Paille-en-queue ou Phaéton à bec jaune (*Phaeton lepturus* (Daudin, 1802), le Puffin de L'Herminier (*Puffinus lherminieri* Lesson, 1839), la Sterne bridée (*Sterna anaethetus* (Scopoli, 1786)), toutes sont protégées nationalement. Afin de ne pas faire abstraction des trois espèces à nidification sporadique, leur présence est simplement notée lors des suivis réguliers et de la prospection des falaises de Tintamarre. Le Grand Paille-en-queue *Phaethon aethereus* (Linné, 1758) est suivi régulièrement mais l'exemple ne sera pas détaillé en raison de la récolte de données tardive par rapport à la période de reproduction de cette espèce (Octobre à avril (Leblond 2003)).

#### *d) Les oiseaux inféodés aux étangs*

L'Observatoire des Limicoles Côtiers, est un programme auquel la RNN a adhéré en 2009 en tant que site pilote pour l'adaptation du protocole harmonisé RNF à l'Outre-Mer. Dans ce cadre, un suivi mensuel a été initié en avril lors de ce stage, un temps de formation à la reconnaissance des espèces étant nécessaire. Pour chacune des stations d'échantillonnage (11 dont une hors réserve), des points d'observation sont effectués. Ces points ont préalablement été déterminés en fonction de leur accès et de la visibilité sur l'étang (ex : annexe 3). Un recensement instantané au sol des oiseaux, méthode choisie ici, repose sur une estimation directe des bandes d'oiseaux posés, à l'aide de moyens optiques (Caillot, 2009). Les signes de reproduction (présence de juvéniles, présence de plumage nuptial...) sont également notés.

Pour les sites littoraux, un transect tout le long de la plage est effectué et les espèces rencontrées sont reportées de la même manière dans les fiches de suivi.

Au vu de l'intérêt parfois patrimonial d'espèces autres que limicoles (ex : Grèbe à bec bigarré, *Podilymbus podiceps* (Linnaeus, 1758)), toutes les espèces observées « inféodées aux étangs » ont été intégrées aux suivis OLC.

## Résultats

### 1) Métriques obtenues

Le *tableau II* résume les métriques potentielles choisies pour l'avifaune. Au total, ce sont 14 métriques qu'il a été choisi de renseigner. Seules, six ont pu l'être dès à présent du moins en terme de tendance. Pour le tableau de bord final il faut ajouter 12 autres métriques potentielles et 17 métriques calculables proposées à l'issue de ce stage ainsi que les 24 indicateurs provenant du programme PAMPA (*Annexe 4*).

*Tableau II : Tableau de bord des actions SE 1, 2 et 14 concernant l'avifaune*

Détails de l'objectif 1	Actions de la réserve	Métriques potentielles	Résultats	Métriques à mettre en relation	Interlocuteur	
Etablir le diagnostic des étangs	SE 1 : Réaliser le diagnostic des différents étangs confiés en gestion à la Réserve Naturelle	Nombre d'oiseaux morts/étang/an		SE2	Gilles Leblond (Bios), Emmanuel Caillot (RN du Beauguillot)	
		Richesse spécifique avifaune migratrice/étang/an				
		Richesse spécifique avifaune nicheuse/étang/an	⇒			
		Nombre d'espèces avec observation de stade œuf/poussins/immatures/an				
Programmer les inventaires et les suivis nécessaires à l'amélioration des connaissances des espèces terrestres	SE 2. Suivre les populations d'oiseaux inféodés aux étangs mis en gestion à la RNN	Aigrettes - nombre d'adultes (AN* et GA**)		SE1	Gilles Leblond (Bios)	
		Aigrettes - nombre d'adultes en plumage nuptial (AN et GA)				
		Aigrettes - nombre de nids actifs (AN et GA)				
		Aigrettes - nombre de poussins total (AN et GA)				
		Aigrettes - nombre moyen de poussins /nid (AN et GA)				
	SE 14: Suivre les populations d'oiseaux marins	Richesse spécifique nicheuses sur la réserve	⇩		SE 1	Gilles Leblond (Bios)
		Effectif reproducteur de Noddis bruns/an	⇩			
		Taux d'envol des poussins de Noddi brun/an	⇩			
		Effectif reproducteur de Petites sternes/an	⇩			
		Occurrence moyenne de poussins de Petite sterne/Nombre de sortie/an	⇒			

Niveau sciences participatives

Niveau gestionnaire

Niveau expert

\* Aigrette neigeuse (*Egretta thula* (Molina, 1782))

\*\* Grande aigrette (*Casmerodius albus* (Linnaeus, 1758))

## 2) Module abiotique

Les éléments les plus importants pouvant intervenir dans l'interprétation des métriques ont été listés dans le *tableau III*.

*Tableau III : liste des principaux éléments abiotiques et leur justification dans l'interprétation de quelques métriques du tableau de bord*

Suivis concernés:	SE1	SE2	SE14	Justification
Pluviométrie mensuelle	X	X	X	Corrélation négative avec le nombre d'individus observés de Petite sterne (Kendall : $\tau = -0,550$ et $p \leq 0,01$ )
Nombre de tremblement de terre et magnitude/an			X	Diminution des effectifs de Noddis bruns (Larguier, 2010) suite au tremblement de terre de 2009
Nombre de Cyclone de catégorie 4 ou 5/an			X	De'ath, (1994) in Hulsman: de graves cyclones passés près de Michaelmas cay en 1986 et 1988 ont réduit significativement la population nicheuse de Noddi brun (de 34% et 47% respectivement)
Année La niña ou El niño			X	Reconnu comme facteur d'échecs de reproduction du Noddi brun aux Seychelles (Ramos et al., 2004), d'autre effets on été démontré par Coustaut, 2009 ou Dunlop, 2009

## 3) Le déroulement de la procédure de création du tableau de bord : exemple des oiseaux marins

### a) Choix des métriques

Suite aux suivis effectués (selon les méthodes présentées dans le paragraphe 4, matériels et méthodes), les métriques calculables à partir des jeux de données concernant les oiseaux marins ont été listées dans le *tableau IV* et évaluées.

*Tableau IV : Résumé des métriques calculables à partir du jeu de données et de celles choisies pour leur pertinence en fonction des espèces concernées*

Métriques	Noddi brun	Petite sterne	Sterne bridée	Grand PQ	Petit PQ	Puffin de L'Herminier
Effectif maximum observé pendant la saison de reproduction/an	X	X				
Effectif reproducteur/an	X	X				
Effectif reproducteur moyen observé/sortie/an	X					
Durée de la période de reproduction	X	X				
Taux d'envol des poussins	X					
Fréquence d'occurrence des poussins	X	X				
Richesse spécifique nicheuses sur la réserve/an	X	X	X	X	X	X
Fréquence d'occurrence d'espèces nicheuses/an lors des suivis réguliers	X	X	X	X	X	X

x : Métrique calculable

x : Métrique choisie

PQ : Paille-en-Queue

L'efficacité des métriques potentielles choisies (*Tableau II*) va être développée en parallèle de leur renseignement et discutée par la suite.

### b) Renseignement des métriques relatives au Noddi brun

La valeur de l'effectif reproducteur de Noddis bruns la plus ancienne (2002) est aussi la plus élevée, elle a donc été choisie comme borne supérieure de la classe « bonnes conditions »

(vert). Dunlop (2009) a montré que cinq couples suffisaient à la croissance exponentielle d'une colonie. Cinq couples est donc la valeur choisie pour fixer le seuil supérieur de la classe la plus défavorable. Ce sont les seules valeurs seuils qui ont pu être déterminées:

Tableau V: Valeur seuils et évolution de la métrique « effectif reproducteur du Noddi brun » exprimé en moyenne  $\pm$  écart type (effectif) (Leblond, 2009, Larguier, 2010)

Référence	?			
2002	2008	2009	2010	2011
Bon	[? - 130[			
Moyen	?			
Médiocre	[5- ? [			
Quasi-irréversible	[0-5[			
Indéterminé				

? : valeur non connue

Il n'existe pas de différence significative des effectifs reproducteurs de Noddis entre 2010 et 2011 (Mann Whitney :  $U=74,5$  et  $p=0,678$ ). Par contre, la tendance à la diminution des effectifs reproducteurs apparaît significative entre 2002 et 2011 (Kruskall Wallis :  $K(3)=9,917$  et  $p=0,019$ ). Cette diminution est de 47,6 à 50%.

L'évolution du taux d'envol (ou survie) des poussins est présentée dans le *tableau VI*: seules des valeurs récentes sont disponibles, l'établissement des valeurs seuils ne pourra être réalisée qu'ultérieurement.

Référence	?
Bon	[? -100[
Moyen	?
Médiocre	?
Quasi-irréversible	[0- ?[
Indéterminé	

Tableau VI : Valeur seuils et évolution de la métrique « taux d'envol des poussins de Noddi brun » entre 2010 et 2011

2010	2011
77%	70%

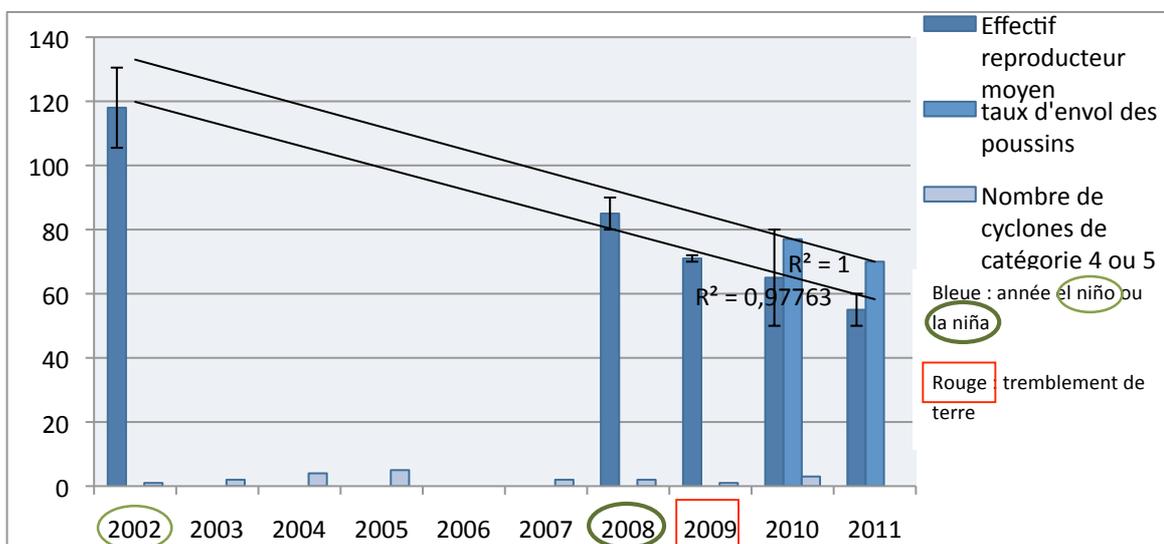


Figure 5 : Mise en relation des métriques relatives aux Noddis bruns et des paramètres abiotiques

La figure 5 présente les deux métriques relatives au Noddi brun ainsi qu'une droite de régression pour chacune d'elles. Les deux coefficients de régression sont quasi-similaires.

La prospection de la totalité des falaises de l'îlet Tintamarre a permis de voir que l'échantillon « effectif reproducteur » représentait 93% de la population présente sur la réserve. Sur ce même échantillon, 27,3% des effectifs ont contribué au calcul du taux d'envol des poussins.

c) Renseignement des métriques relatives à la Petite sterne

La population en 2011 est estimée entre 25 et 30 couples mais le suivi hebdomadaire des effectifs totaux montre des variations au cours de la saison de reproduction, avec un nombre d'individus reproducteurs beaucoup plus important à la fin que pendant la majorité de la saison de reproduction (Fig. 6).

La fréquence d'occurrence des poussins et juvéniles est restée stable entre 2010 et 2011 : 45% en 2010 et 43% en 2011 (Fig.7)

Le comptage réalisé sur la Petite sterne a donné une différence de 5,4% d'individus adultes (N=37) entre les deux observateurs. La détectabilité des effectifs reproducteurs peut donc être qualifiée de haute. Pour les poussins en revanche, un seul poussin présent n'a été détecté que par une personne, ce très faible nombre de poussin ne permet pas de conclure.

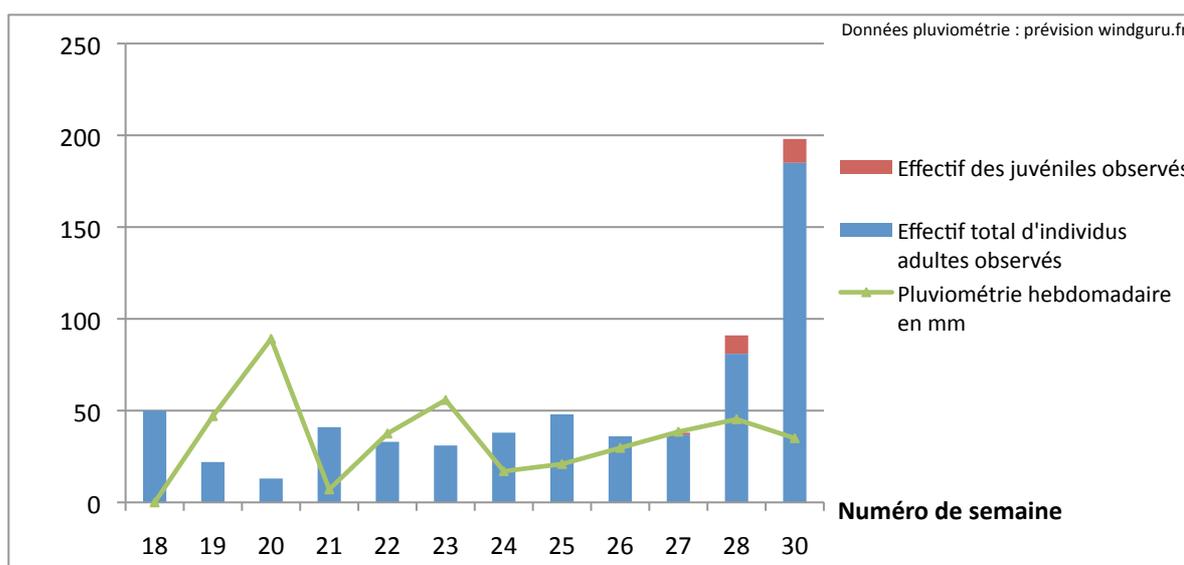


Figure 6: Evolution du nombre d'individus total au cours de la saison de reproduction 2011

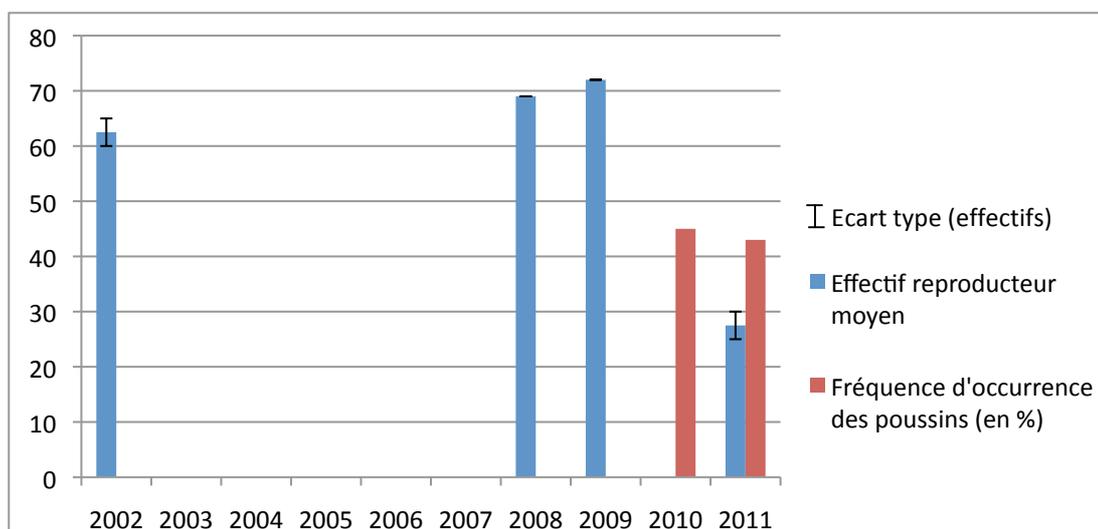


Figure 7 : Evolution de l'effectif reproducteur moyen et de l'occurrence des poussins de Petites sternes

On peut estimer à 25% maximum l'échantillonnage réalisé dans cette étude par rapport à la métapopulation du banc d'Anguilla (Ile de Saint Barthélémy, Saint Martin, Anguilla et leurs îlets satellites) (Leblond com. pers) au vu des migrations d'individus observés en fin de période de reproduction.

d) Renseignement des métriques relatives aux nombre d'espèces nicheuses sur la réserve

Une valeur de référence est disponible pour cette métrique (Tableau VII), 14 espèces d'oiseaux marins peuvent être potentiellement nicheuses au niveau de la Guadeloupe et des îles du Nord (Leblond, 2003) et les milieux offerts par la réserve sont à priori favorables à leur installation.

Référence	14
Bon	?
Moyen	?
Médiocre	?
Quasi-irréversible	0
Indéterminé	

Tableau VII : Valeurs de référence et évolution de la métrique « nombre d'espèces nicheuses sur la réserve »

	2002	2009	2010	2011
Nombre d'espèces nicheuses	6	4	4	4

4) Exemple de renseignement des métriques relatives à l'avifaune des étangs

Les données de l'année 2011 (Tableau VIII) sont partielles. Elles ne portent pour l'instant que sur trois ou quatre mois successifs selon les étangs contrairement aux valeurs issues de Leblond, (2005) basées sur des observations d'un nombre de mois plus important en 2004 et sur des recherches bibliographiques.

Tableau VIII: Richesse spécifique en migrateurs, nicheurs et autres par étang par an

Etangs	Migrateur		Nicheur		Autres <sup>4</sup>		Total	Total
	2004	2011*	2004	2011	2004	2011	2004	2011*
Chevrise	11	1	8	9	3	3	22	11
Barrière	16	8	8	9	3	2	27	17
Saline de l'aéroport	16	4	8	10	2	2	26	10
Etang de Grand case	19	0	8	6	3	2	30	7
Cimetière	6	2	7	5	1	1	14	6
Guichard	6	4	10	6	3	3	19	11
Grand Etang	19	7	7	4	5	2	30	12

\* : données partielles

Pour les nicheurs, la différence est non significative entre 2004 et 2011 (Mann Whitney  $U=18,5$  et  $p=0,436$ ). Les résultats des quatre sites pour lesquels il n'existe pas de comparaison avec 2004 sont présentés en *annexe 5*.

Tableau VIII : Valeur seuil et de référence pour la métrique « nombre d'espèces nicheuses certaines et incertaines observés au stade poussin ou immature »

	NC	N ?	
Référence	13	5	2005
Bon	?	?	10 dont 2 immatures
Moyen	?	?	1 immature
Médiocre	?	?	
Quasi-irréversible	0	0	
Indéterminé			

NC : Nicheur Certain  
N ? : Nicheur incertain

Liste des espèces observées en *annexe 6*

Il faut ajouter à ces 11 espèces évoquées pour 2011 une observation d'un poussin pour lequel seul le genre a pu être identifié (*Charadrius sp*). La précision « immatures » est apportée car s'agissant d'individus « volant », les immatures sont moins bons indicateurs de nidification.

## Discussion

### 1) Le choix des métriques

Il s'agit sans doute de la partie la plus complexe. Le choix, provient d'un arbitrage entre les différentes caractéristiques de pertinence, d'efficacité et de faisabilité. La hiérarchisation réalisée dans la partie « matériels et méthodes » l'a été dans un souci d'organisation.

#### a) L'avifaune marine

Pour les deux espèces suivies régulièrement (Noddi brun et Petite sterne) : « l'effectif reproducteur » a été retenu car il est un indicateur de base en dynamique des populations ainsi que pour la protection et la gestion d'un site et de sa zone d'influence (Veen & al., 2006).

<sup>4</sup> espèces fréquentant les zones humides seulement pour s'alimenter ou se reposer (Leblond, 2005)

Le « **succès de reproduction**<sup>5</sup> » a été un indicateur envisagé mais la difficulté liée à sa faisabilité, a conduit à l'écartier. En effet il constitue un bon indicateur de l'état de santé et de la dynamique de population (Caillot, 2010), mais il n'a pu être mesuré pour aucune des espèces. Cette mesure pourra être envisagée pour la Petite sterne après acquisition d'une longue vue ; pour l'instant seule la **fréquence d'occurrence moyenne de poussins** sera conservée comme métrique. La méthode parfois utilisée du passage sur la colonie (Walsh & al., 1995) a été considérée comme trop impactante. Pour le Noddi, le **taux d'envol des jeunes** a été conservé.

Faute de métriques quantitatives calculables sur les espèces dont le suivi n'est pas régulier (Petit Paille-en-queue, Puffin de L'Herminier, Sterne bridée), leur simple observation lors des suivis Noddi bruns et Petite Sterne, peut servir de base à une métrique. La « **fréquence d'occurrence d'espèces nicheuses** » d'abord envisagée pour gommer les biais liés au nombre de sorties effectuées n'a finalement pas été retenue car elle ne renseigne pas sur la réalité de la nidification des espèces. Seul un statut nicheur possible peut être attribué ou non (« présence ou absence en période de nidification » si l'on se réfère à la codification de l'atlas des oiseaux nicheurs de France).

La « **richesse spécifique nicheuse** » n'incluant que les nicheurs certains et pour laquelle une valeur de référence est disponible, est apparue plus pertinente et a donc été préférée à la « fréquence d'occurrence d'espèces nicheuses ». On peut ajouter que la richesse spécifique, en tant que composante biologique standard, fournit également une information sur l'intérêt biologique d'un site (Mazaris & al., 2008).

La sensibilité de la métrique « **durée de la période de reproduction** » est en cause dans son élimination comme indicateur pertinent. En effet le lien est trop indirect avec l'état de conservation des populations. Elle reste toutefois une information importante à relever.

#### *b) L'avifaune des étangs*

Les Antilles se situent dans un couloir de passage et d'hivernage privilégié (Levesque, 2006), et notamment Saint-Martin où limicoles et anatidés présentent une richesse spécifique et des effectifs plus nombreux que sur l'île de la Guadeloupe (Leblond, 2005). La « **richesse spécifique migratrice** » retenue dans un premier temps pour les oiseaux inféodés aux étangs (SE2) a finalement été écartée car apportant difficilement des informations sur l'état de conservation de ces populations. En effet, les populations peuvent être très fluctuantes d'une année sur l'autre indépendamment des mesures de gestions propres à la réserve du fait d'un

---

<sup>5</sup> c'est-à-dire le nombre de jeunes envolés par rapport au nombre d'œufs pondus (Coustaut, 2009)

contexte mondial variable (accumulation de nourriture et force des vents différentes au départ de la migration (Weber & Hedenström, 2000 in Erni & al., 2002)... ) par exemple.

On peut cependant noter qu'une variation des effectifs peut être liée au manque de nourriture sur site, ou à la prédation par la mangouste ((*Herpestes auropunctatus* (Hodgson, 1836)) (Levesque, 2006). A l'échelle de la réserve, il est possible de fournir un habitat de qualité pour le passage des migrateurs mais le trajet choisi par les migrateurs n'est quasiment pas influençable. La « **richesse spécifique migratrice** » avec une pondération par les effectifs et une interprétation prudente, serait donc plus adaptée en tant que bio-indicateur servant au diagnostic des étangs (SE1) qu'au suivi de l'avifaune inféodée aux étangs (SE2). La « **richesse spécifique migratrice** » a donc été rattachée provisoirement au suivi écologique SE1 en attendant de pouvoir disposer de données plus précises sur les effectifs observés.

La mesure de la « **richesse spécifique nicheuse** », c'est-à-dire le nombre d'espèces considérées comme nicheuses et présentes en période de nidification, sans forcément qu'un signe de nidification ne soit observé (nicheur « possible » de l'atlas des oiseaux nicheurs de France) est un indicateur de l'état de santé des communautés. Cette métrique renforcée par le « **nombre d'espèces présentant des signes de reproduction** » (nicheur certain) est représentative de la diversité des niches écologiques des étangs favorables à la nidification des oiseaux. Un nombre élevé de nicheurs certains (observés au stade œuf, poussin ou immature), indique une bonne capacité d'accueil de l'étang et renforce l'importance du site. La liste des espèces nicheuses pourra être complétée si les modalités des signes de reproduction sont affinées suivant l'exemple de l'atlas des oiseaux nicheurs de France (*Annexe 7*).

Cette métrique du « nombre d'espèce présentant des signes de reproduction » ne nous apporte pas d'information sur le bon déroulement de la nidification. L'information fournie est donc limitée mais ne peut pas actuellement être plus étoffée d'où la préconisation suivante : il serait souhaitable d'identifier des espèces indicatrices en s'attachant à la détectabilité des oiseaux comme le propose Quinn, (2011), d'autant plus que la réserve ne dispose pas d'ornithologue spécialisé. D'autres indicateurs seraient alors calculables sur ces espèces tels que le succès de reproduction, intéressant pour le suivi SE2.



Figure 8 : Deux espèces migratrices : Chevalier grivelé (*Actitis macularia* Linnaeus, 1766)<sup>23</sup> plage du Galion et Bécasseau à échasses (*Calidris himantopus* (Bonaparte, 1826)), Grand étang

Les métriques portant sur les Aigrettes ont été choisies en raison de leur intérêt patrimonial et de l'existence d'un site de nidification d'exception sur l'étang du cimetière.

## 2) Interprétation des métriques

Le manque de données a amené à raisonner uniquement en termes de tendance des métriques, et donc en ne renseignant que les flèches sans le code couleur.

### a) *Le Noddi brun*

Tous les seuils de la métrique « **Effectif reproducteur** » n'ont pas pu être définis mais il est très probable que l'on se situe dans des valeurs moyennes voir médiocres au vu de la valeur définie comme bonne. A cela s'ajoute une tendance à la baisse, avec presque la moitié des effectifs disparue entre 2002 et 2011, qui montre au gestionnaire que la situation de cette espèce n'est pas bonne.

Le module abiotique (*Tableau III*) et la *figure 5* vont permettre d'évaluer l'influence des causes naturelles sur l'évolution des effectifs reproducteurs. La variabilité spatio-temporelle à grande échelle (tel que les phénomènes ENSO, cyclones...) est aléatoire et ponctuelle. Au cours des dix dernières années, le tremblement de terre de 2009 a par exemple provoqué la diminution de l'habitat disponible sur la falaise qui constitue le site de nidification de la quasi-totalité de la population ([Leblond com. Pers.](#)). L'année el niño de 2002 a également pu intervenir dans cette diminution en favorisant la dispersion des jeunes ([Dunlop, 2009](#)). Or la diminution des effectifs semble progressive et constante, écartant ainsi un rôle prédominant des causes naturelles dans le déclin mais les données manquent entre 2002 et 2008 pour pouvoir réellement conclure.

La diminution du « **taux d'envol des poussins** » ces deux dernières années (et donc probablement du succès de reproduction) (*Fig. 5*), pourrait être une cause plus directe de la diminution des effectifs reproducteurs. Faute de test statistique réalisable, cette corrélation entre les deux variables n'est qu'une hypothèse.

Une cause extérieure, progressive et atteignant les jeunes stades de l'espèce pourrait expliquer cette chute. Elle peut-être liée à une augmentation de la prédation par les micromammifères ([Collier & al.](#)) ou à la sur-fréquentation des sites... La suite du tableau de bord et le croisement des métriques concernant ces thématiques permettront de préciser les causes du déclin. L'identification des causes de régression devra être réalisée afin que l'indicateur joue pleinement son rôle d'alerte.

En ce qui concerne **l'efficacité des métriques**, la puissance d'échantillonnage pour l'effectif reproducteur est très bonne et la variabilité spatio-temporelle peut-être considérée comme très faible en raison de la fidélité au site importante et de la concentration dans une même zone des individus. Les mêmes remarques s'appliquent au taux d'envol des poussins avec cependant une puissance d'échantillonnage moindre.

#### *b) La Petite sterne*

On sait qu'au cours d'une saison, la pluviométrie influence négativement et de manière significative le nombre d'observations d'individus. Les pluies abondantes de cette année ont entraîné l'inondation de plusieurs bancs de sable anciennement occupés par des colonies (ex : étang de Chevrise (Leblond, 2005)). Cela peut expliquer la diminution de la métrique « **effectif reproducteur** » de cette espèce. Il n'a pas été possible de tester statistiquement cette tendance à la diminution (*Fig. 7*) en raison de la faible taille de l'échantillon (une année de suivi régulier seulement) et des variations d'effectif importantes au cours d'une seule et même saison. Cette variabilité spatiale et temporelle liée à l'espèce montre une **efficacité** moyenne de la métrique.

Cette situation atteste de la nécessité de suivre une espèce régulièrement afin d'obtenir des indicateurs fiables, elle ne remet pas en cause la pertinence des métriques. En effet, la Petite sterne, espèce patrimoniale d'importance (<http://inpn.mnhn.fr/>) doit être suivie et les métriques à renseigner sont les plus adaptées possibles. Cette variation justifie aussi que la métrique « effectifs reproducteurs maximum par saison de reproduction » ne constitue pas un bon indicateur. Il sera peut-être possible à l'avenir de définir le meilleur moment pour le comptage des effectifs reproducteurs et ainsi réduire le nombre de comptages, mais cette réduction n'est pas envisageable sans une acquisition préalable de données suffisantes, et dans tous les cas, elle augmentera le risque d'erreur. On peut aussi signaler l'importance des suivis hebdomadaires dans la surveillance des étangs en l'absence de suivi actuel en lien avec l'action SE1 du plan de gestion.

La métrique semi-quantitative « **Fréquence d'occurrence des poussins** » est typique de la dépendance de la réserve vis-à-vis des moyens dont elle dispose. L'acquisition d'une longue vue permettra le passage à une métrique plus pertinente et efficace, moins dépendante de l'observateur telle que le taux de succès à l'éclosion ou mieux, le succès de reproduction.

#### *c) Espèces nicheuses sur la réserve*

La métrique « **nombre d'espèces nicheuses sur la réserve** » montre une baisse entre 2002 et 2011. Elle est intéressante mais ne reflète pas les changements d'espèces pour une

valeur de métrique identique. Par exemple, en 2010 le Petit paille-en-queue est observé, en 2011 il ne l'est pas mais la Sterne bridée l'est. Cette métrique dépend du nombre de prospections et de leur durée et nécessite l'adaptation du protocole (nombre fixe de prospections par an aux horaires et lieux adaptés).

Pour conclure, on peut signaler que les oiseaux marins, situés au sommet des réseaux trophiques, sont très sensibles aux changements de leur environnement. Cette caractéristique constitue un avantage car ces espèces pourront donner des informations sur la qualité du milieu marin (Becker 2007, Metcheva, 2006) et ainsi jouer le rôle de bio-indicateur pouvant être valorisés au niveau national. Par contre, la multiplicité des facteurs explicatifs (Becker, 2007) de ces variations complique l'interprétation des résultats dont seuls quelques uns sont intégrés au module abiotique.

#### *d) Avifaune des étangs*

L'utilisation de jumelles en l'absence de longue vue a entraîné un comptage partiel des effectifs. Concernant la « **richesse spécifique migratrice** » : aucun suivi continu de ces populations n'avait été réalisé avant 2004 (Leblond, 2005). Il n'a donc pas été possible de tester d'évolution, d'autant que les données de 2011 ont été récoltées pendant quelques mois de la basse saison vis-à-vis de la présence des migrateurs (Levesque, 2006, Leblond 2005).

Le **nombre d'espèces nicheuses** présentes est à priori stable entre 2005 et 2011 ce qui est un bon point mais l'absence de valeur seuils ne nous dit pas s'il s'agit d'un bon état de conservation de ces communautés et des étangs. Les pressions anthropiques sont pourtant importantes sur les étangs (Brown & Collier, 2007, Leblond, 2005) les constatations d'actes de pollutions délibérés lors des suivis tel que le déversement d'un camion de vidange de fosse septique ou la présence de macro-déchets viennent le confirmer. Là encore, le renseignement des métriques choisies pour le diagnostic des étangs permettra une mise en relation et une discussion plus approfondies. Les **espèces présentant des signes de reproduction** sont relativement proches de la valeur de référence disponible. Ce qui laisse présager d'un bon état des étangs ou du moins à une non dégradation.

## **Conclusion et perspectives**

Compte tenu du caractère novateur de la démarche de construction de tableaux de bord, et considérant les problèmes associés, des étapes de travail restent encore à effectuer, elles seront facilitées et complétées par les programmes à venir.

Un des problèmes importants déjà évoqués à plusieurs reprises pour l'élaboration de ce tableau de bord a été le manque de données pour de nombreux suivis. En effet, le travail a été effectué sur une série temporelle de deux ans maximum pour les suivis réguliers les plus anciens d'où le faible nombre de métriques renseignées (excepté pour le milieu marin déjà pris en compte dans le programme PAMPA où la série temporelle va jusqu'à trois ans pour le benthos avec l'année 2007 comme état de référence - [PARETO, 2008](#)). Se poser la question d'un tableau de bord trop précoce est donc légitime, toutefois le fait de disposer de métriques à documenter permet entre autres avantages, de dynamiser la récolte de données ou réviser certains protocoles.

Il s'agit là d'un travail sur le long terme et durant lequel la réévaluation des métriques pourra être réalisée grâce à des tests d'efficacité, lorsque davantage de données seront disponibles. Cette phase, présentée comme chronophage, pourra être facilitée par la création, l'utilisation de bases de données et d'outils d'analyses tels que ceux développés dans le cadre du programme PAMPA, CoReMo, SERENA, etc. Ces outils sont très importants pour la structuration des données et les comparaisons intersites lorsque cela sera possible. Ils permettent également de prendre en compte les variables forçantes du module abiotique (qui pourrait être étendu au moyen d'analyses multiparamétriques). Cette suite du projet PAMPA doit en effet s'attacher aux espèces marines d'intérêt patrimonial (tortues, oiseaux, mammifères marins).

Des travaux se poursuivent dans le cadre de l'OLC dont le but est de faire émerger à partir des données disponibles des pistes de réflexions concernant les indicateurs d'efficacité des AMP en lien avec l'état de conservation des limicoles côtiers à l'échelle du réseau (cf les préconisations relatives à la détermination d'un cortège d'espèces indicatrices). Les indicateurs pertinents aux échelles locales, régionales et nationales seront précisés afin d'éclairer la stratégie de suivi-évaluation à mettre en œuvre concernant la conservation des limicoles côtiers par le réseau d'AMP. ([Caillot, 2010](#))

La convention AAMP/RNN pour le tableau de bord et la mise en place de suivis standardisés, ainsi que le recensement des oiseaux marins nicheurs lancé par le GISOM ([Leblond, 2009](#)) devraient participer à la définition et au renseignement des indicateurs.

## Références

- AAMP, MINISTERE DE L'EDAD, IFREMER, (2008). Tableau de bord des eaux sous juridiction française. Dossier de Presse du 19 février 2008, 17p.
- AMAND M. & AL. (2004). A step toward the definition of ecological indicators of the impact of fishing on the fish assemblage of the Aore reef reserve (New Caledonia). Aquatic living resource, 17, 139-149.
- BECKER P.H., (2007). Biomonitoring with birds. In "Trace Metals and other Contaminants in the Environment », 6, 677-736.
- BELIAEFF B., COUTURES E., WANTIEZ L. & DUMAS P., (2009). Prototype de tableau de bord – Nouvelle- Calédonie/Grand Nouméa. Document interne PAMPA/WP1/Synth/1, 19p.
- BELIAEFF, B., PELLETIER, D. (2011). A General framework for indicator design and use with application to the assessment of coastal water quality and marine protected area management. Ocean & Coastal Management, 54, 84-92.
- BOUQUIN H., (2003). Le contrôle de gestion. In « La comptabilité de gestion », 3<sup>ème</sup> édition, Presse Universitaire de France, Paris.
- BRL INGENIEURIE, (2010). Observatoire de la biodiversité et des usages marins littoraux, étude de faisabilité. Rapport final provisoire, janvier 2010, 75p.
- BROWN A.C., COLLIER N., (2007). Pond Surveys of St. Martin: 2007 Report. Unpublished Report.
- CAILLOT E., (2010). Section F : Généralisation de l'Observatoire « Littoral, limicoles et macrofaune benthique » RNF aux Aires Marines Protégées. Rapport d'étape décembre 2010, 25p.
- CAILLOT E., PEDROT C., ELDER J.F., (2009). Synthèse annuelle (juillet 06 - juin 07) Réseau «Limicoles Côtiers» Baie des Veys - Littoral Est Cotentin. Rapport scientifique RN du Beauguillot Mai 2009, 79p.
- CLAUDET J. ET AL. (2006). Assessing the effects of marine protected area (MPA) on a reef fish assemblage in a northwestern Mediterranean marine reserve: Identifying community-based indicators. Biological conservation, 130 (issues 3), 349-369.
- COLLIER N., BROWN A.C., HESTER M., (2002). Searches for seabird breeding colonies in the lesser Antilles. El Pitirre, 15, 110-116.

- COUSTAUT K., (2009). Variation saisonnières et interannuelles des paramètres reproducteurs des oiseaux marins tropicaux de l'île Voisins (Seychelles) en relation avec les variations océaniques et climatiques. Rapport Master 2 Université de La Réunion, Laboratoire ECOMAR, 45p.
- DALE, V.H., BELEYER, S.C., (2001). Challenges in the development and use of ecological indicators. *Ecological Indicator*, 1, 3-10.
- DE'ATH G., (1994) in HULSMAN K., NEILL P O'., STOKES T., (1997). Current status and trends of seabirds on the Great Barrier Reef. 259-282
- DESCOLA P., (2008). Texte paru dans [lavedesidees.fr](http://lavedesidees.fr), le 21 janvier 2008 extrait du livre DESCOLA, P., (2005). *Par-delà nature et culture*, Paris, Gallimard, Bibliothèque des sciences humaines.
- DIAZ N. & CUZANGE P.A., (2009). Plan de gestion de la Réserve Naturelle de Saint-Martin et des sites du Conservatoire de l'espace littoral et des rivages lacustres, 311p.
- DUNLOP J.N., (2009). The population dynamics of tropical seabirds establishing frontier colonies on islands off south-western Australia. *Marine Ornithology*, 37, 99-105.
- GONSON C., (2010). Méthodologie statistique de sélection et d'analyse d'indicateurs d'aire marine protégée. Application à la pêche plaisancière des réserves de la Réunion et de Cerbère-Banyuls. Rapport Master 2 Université de la Méditerranée, Laboratoire ARAGO, 50p.
- HABASQUE J., (2009). Test et validation d'indicateurs relatifs à la biodiversité et aux ressources pour évaluer la performance des Aires Marines Protégées dans le cadre du projet de recherche PAMPA. Rapport Master 2 Université de Bretagne Occidentale, Institut Universitaire Européen de la Mer, 77p.
- HEINK, (2009). What are indicators? On the definition of indicators in ecology and environmental planning. *Ecological Indicators*, 10 (2010), 584–593.
- HOLLING C S., (1992) in ANDREASEN J., O'NEILL R., NOSS R., SLOSSER N. (2001) Considerations for the development of a terrestrial index of ecological integrity. *Ecological Indicators*, 1, 21–35
- IMPACT MER, PARETO ECOCONSULT, (2009). Directive Cadre européenne sur l'Eau. Réalisation du contrôle de surveillance des masses d'eau côtières et de transition de la Martinique. Années 2008. Rapport final, Rapport pour: DIREN Martinique, 161p.
- IMPACT-MER, (2011). Etude globale des étangs de Saint Martin. Rapport d'état d'avancement intermédiaire: premiers résultats bruts. Rapport pour : CLERL et RNN de Saint Martin, 40p.

- LARGUIER J., (2010). Suivi des oiseaux marins nicheurs sur les îlets de la Réserve Naturelle Nationale de Saint-Martin et étude préliminaire à un contrôle des petits mammifères introduits. Rapport Master 2 Université de Perpignan, Réserve Naturelle Nationale de Saint Martin, 38p.
- LEBLOND G., (2003). Les oiseaux marins nicheurs de Guadeloupe et de Saint-Martin et de Saint- Barthélemy. Rapport BIOS, 101p.
- LEBLOND G., (2005). Evaluation scientifique des vertébrés terrestres (amphibiens, reptiles, oiseaux et mammifères) des étangs de Saint Martin. Rapport final BIOS, 55p.
- LEBLOND G., (2009). Etat d'avancement de l'inventaire des oiseaux marins nicheurs de Guadeloupe et des îles du nord. Rapport intermédiaire BIOS, 12p.
- LEVERINGTON & al., (2008). 'Management Effectiveness evaluation in protected areas – a global study. Supplementary Report No1: Overview of approaches and methodologies.' The University of Queensland, Gatton, TNC, WWF, IUCN/WWF, AUSTRALIA.
- LEVESQUE A., (2006). Suivi des limicoles de la réserve naturelle de Petite-Terre de 1998 à 2006. Rapport AMAZONA n°11 décembre 2006, 25p.
- LEVESQUE A., (2009). Statut de l'Huitrier d'Amérique *Haematopus palliatus* et de la Petite sterne *Sternula antillarum* sur la réserve naturelle de la Petite-Terre. Rapport AMAZONA n°24. 19 p.
- MALTERRE P., BISSERY C., GARNIER R., MAZEAS F., (2011). Rapport final PAMPA de Saint-Martin, site-pilote pour les Antilles Françaises. Rapport scientifique de mars 2011, 63p.
- MAZARIS A.D., KALLIMANIS A.S., SGARDELIS S.P., PANTIS J.D., (2008) Does higher taxon diversity reflect richness of conservation interest species? The case for birds, mammals, amphibians, and reptiles in Greek protected areas. Ecological indicators, 8, 66, 4-671.
- METCHEVA R., YURUKOVA L., TEODOROVA S., NIKOLOVA E., (2005). The penguin feathers as bioindicator of Antarctica environmental state. Science of the Total Environment, 362, 259- 265.
- NICHOLSON M., FRYER R., (2002). Developing effective environmental indicators - does a new dog need old tricks? Marine Pollution Bulletin, 45, 53-61.
- NOSS, R.F., (1990). Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. Biological Conservation, 4, 355–364.
- PAILLET J., (2010). Vers un suivi optimal des lagons et récifs. Compte rendu atelier marin de l'ŒIL. Nouvelle Calédonie, 25 au 29 octobre 2010, 4-22.
- PARC NATUREL REGIONAL DE LA MARTINIQUE & ASSOCIATION ORNITHOLOGIQUE DE LA MARTINIQUE, (2001). Suivi des populations d'oiseaux sur la réserve naturelle des îlets de Sainte-Anne. Rapport, 24 p.

- PARETO ECOCONSULT, (2008). Suivi de l'état de santé des récifs coralliens des réserves naturelles marines de Guadeloupe. Année 2007 : définition des sites de suivi et état de référence, rapport provisoire, Mars 2008, 46 pages + annexes.
- PELLETIER, D., GARCIA-CHARTON, J., FERRARIS, J., DAVID, G., THEBAUD, O., LETOURNEUR, Y., CLAUDET, J., AMAND, M., KULBICKI, M., GALZIN, R. (2005). Designing indicators for assessing the effects of marine protected areas on coral reef ecosystems: A multidisciplinary standpoint. *Aquatic living resource*, 18, 15-33.
- POMEROY R.S., PARKS J.E. AND WATSON L.M. (2004). How is your MPA doing? A Guidebook of Natural and Social Indicators for Evaluating Marine Protected Area Management Effectiveness. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. 234p.
- QUINN J.E., BRANDLE J.R., JOHNSON R.J., TYRE A.J., (2011). Application of detectability in the use of indicator species: A case study with birds. *Ecological Indicators*, 11, 1413-1418.
- RAMOS J. A., MAUL A. M., BOWLE, J., MONTICELLI D., PACHECO C. (2004). Laying date, chick provisioning, and breeding success of lesser Noddies on Aride Island, Seychelles. *The Condor*, 106, 887-895.
- RUBICODE, (2007). The Rubicode Project Rationalising Biodiversity Conservation in Dynamic Ecosystems : Assessing and monitoring ecosystems – indicators, concepts and their linkage to biodiversity and ecosystem services, 108p.
- SAINSBURY, SUMAILA (2003). Incorporating ecosystem objectives into management of sustainable marine fisheries, including 'Best Practice' reference points and use of marine protected areas. In *Use of marine protected areas*. 343-361.
- UNIVERSITE DE MONTPELLIER II, (2008). Le concept de Naturalité : quelle place dans la gestion des espaces naturels ? Compte rendu du colloque du 1er février 2008, 17p.
- VEEN, J., PEETERS, J., MULLIÉ, W.C., DIAGANA, C. H., HOEDEMAKERS K., (2006). Manual for monitoring seabird colonies in West Africa. Wetlands International, Dakar
- WALSH, P.M., HALLEY, D.J., HARRIS, M.P., DEL NEVO, A., SIM, I.M.W., & TASKER, M.L. (1995). Seabird monitoring handbook for Britain and Ireland. JNCC / RSPB / ITE / Seabird Group, Peterborough.
- WEBER & HEDENSTRÖM, (2000) in ERNI B., LIECHTI F., BRUDERER B., (2002). Stopover Strategies in Passerine Bird Migration: A Simulation Study. *Journal of Theoretical Biology*, 219, 479–493
- ZALDIVAR J-M., CARDOSO A., VIAROLI P., NEWTON A., DE WIT R., IBAÑEZ C., REIZOPOULOU S., SOMMA F., RAZINKOVAS A., BASSET A., HOLMER M., MURRAY N., (2008). Eutrophication in transitional waters: an overview. *Transitional Waters Monographs*, 1, 1-78.

## Webgraphie

- Association des Réserves naturelles de France [en ligne]. RNF. Site Web <http://www.reserves-naturelles.org/>. Document téléchargé le 15 avril 2011.

## Liste des figures

Figure 1 : Carte de situation de l'île de Saint Martin sur l'arc antillais

Figure 2 : Carte des sites gérés par la réserve naturelle

Figure 3 : Noddi brun (*Anous stolidus*) au nid

Figure 4 : Petite sterne (*Sternula antillarum*)

Figure 5 : Mise en relation des métriques relatives aux Noddis bruns et des paramètres abiotiques

Figure 6: Evolution du nombre d'individus total au cours de la saison de reproduction 2011

Figure 7 : Evolution de l'effectif reproducteur moyen et de l'occurrence des poussins de Petites sternes

Figure 8: Deux espèces migratrices : Chevalier grivelé (*Actitis macularia* Linnaeus, 1766), plage du Galion et Bécasseau à échasses (*Calidris himantopus* (Bonaparte, 1826)), Grand étang

## Liste des tableaux

Tableau I : Code couleur appliqué au tableau de bord (Beliaeff et al., 2009)

Tableau II : Tableau de bord des actions SE 1, 2 et 14 concernant l'avifaune

Tableau III : liste des principaux éléments abiotiques et leur justification dans l'interprétation de quelques métriques du tableau de bord

Tableau IV : Résumé des métriques calculables à partir du jeu de données et de celles choisies pour leur pertinence en fonction des espèces concernées

Tableau V: Valeur seuils et évolution de la métrique « effectifs reproducteur du Noddi brun » exprimé en moyenne  $\pm$  écart type (effectif) (Leblond, 2009, Larguier, 2010)

Tableau VI : Valeur seuils et évolution de la métrique « taux d'envol des poussins de Noddi brun » entre 2010 et 2011

Tableau VII : Valeurs de références et évolution de la métrique « nombre d'espèces nicheuses sur la réserve »

Tableau VIII: Richesse spécifique en migrateurs, nicheurs et autres par étang par an

*Tableau IX : Valeur seuil et de référence pour la métrique « nombre d'espèces nicheuses certaines et incertaines observés au stade poussin ou immature »*

## **Sigles**

AAMP : Agence des Aires Marines Protégées

AGRNSM : Association de Gestion de la Réserve Naturelle de Saint Martin

AMP : Aire Marine Protégée

APB : Arrêté de Protection de Biotope

CDB : Convention sur la Diversité Biologique

CELRL : Conservatoire de l'Espace Littoral et des Rivages Lacustres (aussi appelé CdL)

DCE : Directive Cadre sur l'Eau

DPSIR : modèle Driving Forces-Pressures-State-Impacts-Responses ou modèle facteurs (forces motrices) – pressions – état- impacts- réponses

ENSO : El Niño/Southern Oscillation

GISOM : Groupement d'Intérêt Scientifiques Oiseaux Marins

IFREMER : Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la MER

OLC : Observatoire des Limicoles Côtiers

PAMPA : acronyme désignant le projet de recherche visant à développer des indicateurs de Performance des Aires Marines Protégées

RNN : Réserve Naturelle Nationale

SERENA : Système de gestion et d'Echange de données des Réseaux d'Espaces Naturels

## Annexes

*Annexe 1 : Récapitulatif des suivis écologiques et répartition des jours de terrain sur les différents suivis.*

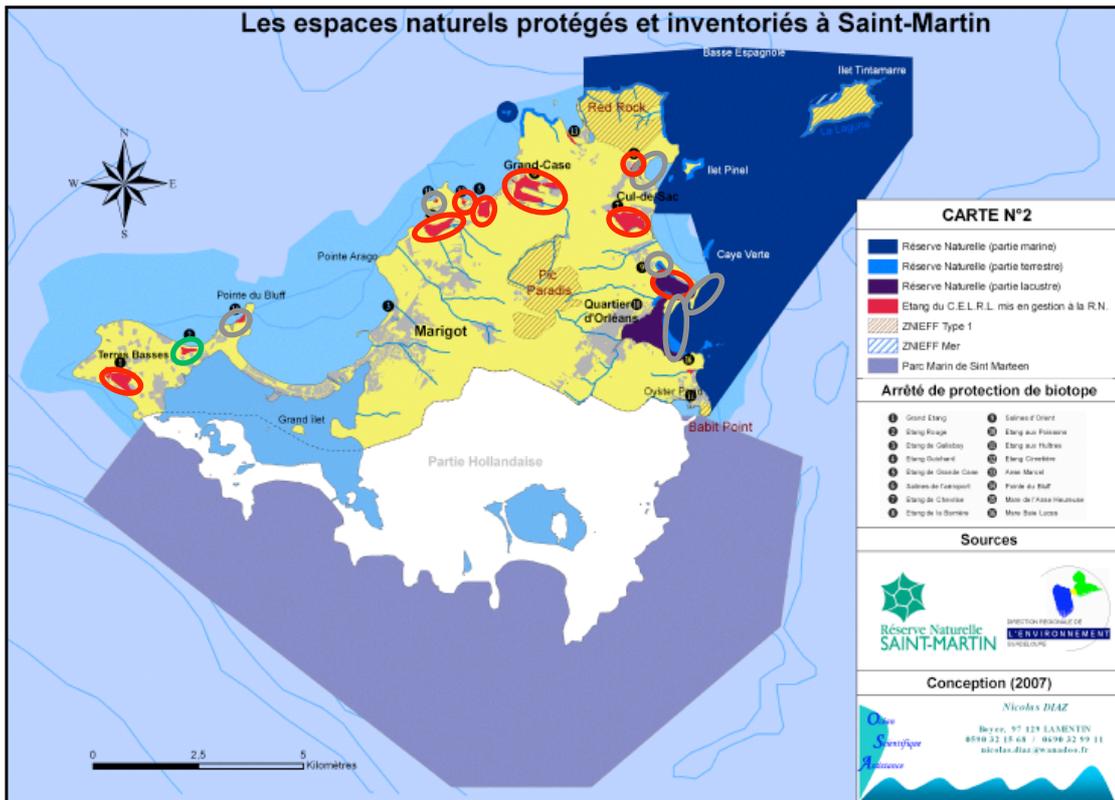
Tableau récapitulatif des suivis concernant l'objectif d'amélioration des connaissances des espèces et des espaces protégés
<b>SE 1 : Réaliser le diagnostic des différents étangs confiés en gestion à la Réserve Naturelle</b>
<b>SE2 : Suivre les populations d'oiseaux inféodés aux étangs mis en gestion à la RNN</b>
<b>SE 3: Inventorier et cartographier les espèces végétales terrestres sensibles</b>
<b>SE 4: Evaluer et suivre les populations de Melocactus</b>
<b>SE 5: Evaluer et suivre les populations de Gaïac</b>
<b>SE 6, SE 7 et SE 8 : Inventorier les espèces de mollusques, d'échinodermes et de crustacés marins</b>
<b>SE 9: Suivre les herbiers de Phanérogames marines</b>
<b>SE 10: Mettre en place les protocoles standardisés et suivi des récifs coralliens</b>
<b>SE 11 : Evaluer et suivre les populations de poissons</b>
<b>SE 12: Suivre les sites de pontes de tortues marines</b>
<b>SE 13: Appliquer les protocoles standardisés de suivi des populations de tortues marines en plongée en collaboration avec clubs de plongée</b>
<b>SE 14: Suivre les populations d'oiseaux marins</b>
<b>SE 15: Evaluer et suivre les populations de lambis</b>
<b>SE 16: Evaluer et suivre les populations d'oursins</b>
<b>SE 17 : Améliorer les connaissances sur les poissons à rostre dans la zone</b>
<b>SE 18 : Evaluer et suivre les populations de mammifères marins</b>
<b>SE 19: Suivre les échouages de mammifères marins</b>

*Tableau de la répartition des 69 jours de la phase terrain sur les différents suivis*

	Suivis concernés	Nombre de jours effectués
<b>Observation</b>	SE 9,10, 11, 15, 16	3
<b>Assistance</b>	SE 1	5
	SE 4	1
	SE 12	8
	SE 18	2
<b>Réalisation</b>	SE 2	13
	SE 14	37

SE : Suivi Ecologique : pour l'intitulé se référer au tableau précédent

**Annexe 2 : Carte de localisation des sites (encadrés sur la carte) suivis mensuellement au cours de la phase test de l'OLC e de manière hebdomadaire pour la petite sterne (Diaz, 2009 in Caillot, 2010)**



**Nord-Est de l'île :**

- Plage de Cul de Sac (HR)
- Etang de la Barrière
- Etang de Chevrise
- Saline d'Orient
- Lagune attenante à la Saline d'Orient (HR) (Nord-Ouest de la Saline)
- Plage du Galion

**Nord-Ouest de l'île :**

- Etang de l'Espérance
- Etang de Grand Case
- Etang Guichard

**Terres Basses :**

- Littoral de la Pointe de Bluff (CLERL)
- Lagune attenante à la Pointe du Bluff (CLERL)
- Grand Etang

En rouge et entouré de la même couleur sur la carte, sont indiqués les sites suivis également pour la Petite sterne.

L'Etang Rouge entouré en vert sur la carte n'a pas été échantillonné faute de point d'observation adéquat.

**Annexe 3 : Carte des points d'observation des Petites sternes et des « oiseaux inféodés aux étangs » : exemple de Grand étang**



★ Point d'observation

**Annexe 4 : Métriques calculables ou potentielles choisies pour les autres suivis**

Tableau des métriques calculables à partir du suivi envisagé suite au diagnostic des étangs.

Métriques calculables à partir du protocole envisagé	
Couleur de l'eau/étang	Nombre de terriers de crabes au m <sup>2</sup> /étang
Turbidité/étang	Nombre d'oiseaux morts/étang/an
Salinité/étang	Surface de mangrove/étang/an
Température/étang	Richesse spécifique en palétuviers/étang
pH/étang	Présence des différentes ceintures de palétuviers
Taux d'oxygène dissous/étang	Taux de PO <sub>4</sub> /étang
Fréquence d'ouverture des exutoires/étang/saison	Taux de NO <sub>3</sub> /étang
Hauteur d'eau/étang	Taux de NO <sub>2</sub> /étang
Nombre de crabes au m <sup>2</sup> /étang	

Module abiotique correspondant :

Suivis concernés:	SE1	SE2	Justification
Taille du plan d'eau	X		Impact sur la qualité de l'eau (facteur dilution)
Volume du plan d'eau	X		Impact sur la qualité de l'eau (facteur dilution)
Taille des bassins versant	X		Impact sur la qualité de l'eau (facteur dilution)
Salinité du sol	X		Les espèces de crabes n'ont pas les mêmes capacités d'osmorégulation et leurs réponses physiologiques vis-à-vis des différentes salinités du milieu sont différentes (Nobbs, 2003 in Herteman 2010*)

\*HERTEMAN M ; (2010). Evaluation des capacités bio-remédiatrices d'une mangrove impactée par des eaux usées domestiques. Application au site pilote de Malamani, Mayotte. Thèse de doctorat Université de Toulouse, 330 p.

**Tableau de bord des actions SE3, 4, 5, 12, 13, 17, 18**

Action de la réserve	Métriques potentielles	Résultats	Métriques à mettre en relation	Interlocuteur
SE 3: Inventorier et cartographier les espèces végétales terrestres sensibles	-			
SE 4: Evaluer et suivre les populations de Melocactus	Densité en individus/statut de protection/an*			Eric Francius (INRA)
	Pourcentage d'individus de la population morts /an			
	Pourcentage de la population au stade juvénile			
	Pourcentage d'individus affectés par C.cactorum**			
SE 5: Evaluer et suivre les populations de Gaïac	-			
SE 12: Suivre les sites de pontes de tortues marines	Nombre de pontes/nombre de traces/an			Eric Delcroix ONCFS et Pauline Malterre RNN Saint Martin
	Nombre de traces/an			
SE 13: Appliquer les protocoles standardisés de suivi des populations de tortues marines en plongée en collaboration avec clubs de plongée	Nombre de plongées positives/Nombre de plongées total		SE9	
	Nombre de tortue/Nombre de plongées (Inascuba)		SE9	
SE 17 : Améliorer les connaissances sur les poissons à rostre dans la zone	-			
SE 18 : Evaluer et suivre les populations de mammifères marins	Nombre d'écoute positive/Nombre d'écoute totale			
	Nombre d'observation dans une journée à nombre d'heure fixe			
	Richesse spécifique/an			

Niveau sciences participatives
Niveau gestionnaire
Niveau expert

Suivi non réalisé faute de financement ou non encore programmé

\* Statut de protection en réserve ou hors réserve

\*\* *Cactoblastis cactorum*, Berg

## Indicateurs développés dans le programme PAMPA

Action de la réserve	Indicateur de l'étude (type d'indicateur, voir légende)	Résultats	Interprétation
SE 6, SE 7 et SE 8 : Inventorier les espèces de mollusques, d'échinodermes et de crustacés marins	∅	-	-
SE 9: Suivre les herbiers de Phanérogames marines	Densité de <i>Thalassia testudinum</i> en Réserve/an/site		Les valeurs de densité sont bonnes dans la Réserve
	Densité de <i>Syringodium filiforme</i> en Réserve /an/site		L'interprétation de cette métrique est difficile, en effet ; les densités absolues en <i>S. filiforme</i> sont faibles malgré une augmentation. En revanche, si l'on rapporte les densités à celles de <i>T. testudinum</i> , l'état global de l'herbier peut-être codé en jaune. Par ailleurs l'augmentation de densité de cette espèce atteste de la dégradation de l'état global de l'herbier.
	Etat de santé générale de l'herbier		
SE 10: Mettre en place les protocoles standardisés et suivi des récifs coralliens	Pourcentage de recouvrement benthique : les coraux vivants		Les pourcentages de recouvrement en coraux vivants sont beaucoup trop faibles. Cette métrique doit être reliée à la métrique relative au nombre de bateaux, ainsi qu'à la métrique du suivi SE11 (présence d'espèces herbivores) et à la métrique relative au % de recouvrement par les macroalgues
	Pourcentage de recouvrement benthique : les algues		Le recouvrement en algues est fort. Cette métrique doit être reliée à la présence d'espèces herbivores inféodées aux macroalgues et à la précédente. Doit également être ajouté le pourcentage de recouvrement benthique par les turfs, et la densité en espèces associées. L'augmentation du pourcentage de recouvrement traduit une dégradation de l'état global de l'écosystème corallien.
	Pourcentage de recouvrement benthique : les turfs		Le recouvrement en turfs est fort et en augmentation <b>significative</b> , prouvant ainsi la dégradation de l'état global de l'écosystème corallien. Cette métrique doit être couplée avec les deux métriques précédentes ainsi qu'avec celles relatives à la densité des espèces herbivores sur turfs.
	Densité <i>Chaetodon sp</i>		Pas de diagnostic possible vu le manque de recul. Croisement à faire avec la métrique % de recouvrement par les coraux vivants (faible)
	Densité de <i>Scarus iseri</i> par statut de protection		Pas suffisamment de recul mais lien avec densité herbivores.

SE 11 : Evaluer et suivre les populations de poissons	Occurrence <i>Serranidae</i> sans Anthias vus par UVC		Le gestionnaire ne dispose pas d'un recul suffisant pour interpréter ces données (un suivi, 2009).
	Occurrence <i>Lutjanidae</i> vus par UVC		IDEM
	Occurrence <i>Epinephelus adscensionis</i>		IDEM
	Biomasse moyenne de poissons par statut de protection		
	Densité <i>Chaetodon sp</i>		Pas de diagnostic possible vu le manque de recul. Croisement à faire avec la métrique % de recouvrement par les coraux vivants (faible)
	Densité des carnivores par statut de protection		Pas de recul suffisant pour interpréter les données
	Densité des carnivores par statut de protection par classe de taille		IDEM
	Densité des herbivores par statut de protection		Cette métrique est intéressante mais le résultat est difficile à interpréter : compte tenu de valeurs relatives RE/HR, le codage pourrait être vert, mais si l'on s'intéresse aux valeurs absolues et en considérant le manque de recul dû à l'absence de série temporelle, le codage ne peut être déterminé.
	Densité des herbivores par statut de protection par classe de taille		IDEM. La présence de petits individus en réserve est intéressante et peut prouver l'intérêt de la RNN comme nurserie. En revanche pas de gros individus.
	Biomasse des carnivores par statut de protection		Idem densité carnivores
	Biomasse des herbivores par statut de protection		Idem biomasse carnivores
	Densité de <i>Scarus iseri</i> par statut de protection		Pas suffisamment de recul mais lien avec densité herbivores.
	Densité d' <i>Acanthurus bahianus</i> par statut de protection		Faible densité en chirurgiens herbivores démontre un dysfonctionnement de la fonction écologique clé des récifs coralliens. Pourtant davantage de petits individus sont observés (effet possible du recrutement ?) mais pas de recul suffisant pour interprétation.
SE 15: Evaluer et suivre les populations de lambis	Classes de taille Nombre d'individus morts/vivants		Le protocole de collecte de données n'est pas adéquat ; les données ne reflètent pas l'état réel du stock de lambis. Faire le lien avec l'état de l'herbier
SE 16: Evaluer et suivre les populations d'oursins	Densité de <i>Diadema antillarum</i> en Réserve		La densité en oursins est trop faible Le gestionnaire ne dispose pas de recul suffisant pour statuer quant à l'effet réserve, le suivi HR n'ayant été fait qu'à partir de 2009.

(Malterre & al., 2009)

**Annexe 5 : Richesse spécifique des sites sans données de référence de 2004**

	Migrateur		Nicheur		Autres <sup>6</sup>		Total 2004	Total 2011
	2004	2011	2004	2011	2004	2011		
Salines d'orient	-	12	-	9	-	2	-	23
Plage du Galion	-	3	-	5	-	2	-	10
Pointe du bluff	-	4	-	6	-	2	-	12
Plage de cul de sac	-	2	-	3	-	2	-	7

**Annexe 6 : Liste des espèces renseignant l'indicateur «Nombre d'espèces présentant des signes de reproduction (œufs, poussins, immatures)» :**

**Observation de poussins :**

<b>Canard des Bahamas</b>	<i>Anas bahamensis</i>	NC
<b>Grande aigrette</b>	<i>Ardea alba</i>	NC
<b>Pluvier Kildir</b>	<i>Charadrius vociferus</i>	NC
<b>Pluvier de Wilson</b>	<i>Charadrius wilsonia</i>	NC
<b>Aigrette neigeuse</b>	<i>Egretta thula</i>	NC
<b>Gallinule poule d'eau</b>	<i>Gallinula chloropus</i>	NC
<b>Echasse d'Amérique</b>	<i>Himantopus mexicanus</i>	NC
<b>Petite sterne</b>	<i>Sterna antillarum</i>	NC
	<i>Charadrius sp</i>	

**Observation d'immatures :**

<b>Héron vert</b>	<i>Butorides virescens</i>	NC
<b>Aigrette bleue</b>	<i>Egretta caerulea</i>	N ?
<b>Bihoreau violacé</b>	<i>Nyctanassa violacea</i>	NC



Ci-contre, poussin d'Echasse d'Amérique (*Himantopus mexicanus*) étang de la barrière. Ci-dessous, poussin de Pluvier Wilson (*Charadrius wilsonia*), plage du Galion.



<sup>6</sup> espèces qui fréquentent les zones humides seules



**Annexe 7 : Codification Atlas des oiseaux nicheurs de France développé par la LPO**

<b>Nidification possible</b>
01 – espèce observée durant la saison de reproduction dans un habitat favorable à la nidification
02 – mâle chanteur (ou cris de nidification) en période de reproduction
<b>Nidification probable</b>
03 – couple observé dans un habitat favorable durant la saison de reproduction
04 – territoire permanent présumé en fonction de l’observation de comportements territoriaux ou de l’observation à 8 jours d’intervalle au moins d’un individu au même endroit
05 – parades nuptiales
06 – fréquentation d’un site de nid potentiel
07 – signes ou cri d’inquiétude d’un individu adulte
08 – présence de plaques incubatrices
09 – construction d’un nid, creusement d’une cavité
<b>Nidification certaine</b>
10 – adulte feignant une blessure ou cherchant à détourner l’attention
11 – nid utilisé récemment ou coquille vide (œuf pondu pendant l’enquête)
12 – jeunes fraîchement envolés (espèces nidicoles) ou poussins (espèces nidifuges)
13 – adulte entrant ou quittant un site de nid laissant supposer un nid occupé (incluant les nids situés trop haut ou les cavités et nichoirs, le contenu du nid n’ayant pu être examiné) ou adulte en train de couver.
14 – adulte transportant des sacs fécaux ou de la nourriture pour les jeunes
15 – nid avec œuf(s)
16 – nid avec jeune(s) (vu ou entendu)

## Résumé :

Les notions de tableau de bord et d'indicateurs écologiques sont nées d'une volonté d'évaluer la gestion menée au sein des différents types de zones protégées. Ainsi, le tableau de bord est un outil d'aide à la décision nécessaire au gestionnaire, mais aussi obligatoire du fait notamment des engagements et obligations contractés par l'Etat français aux niveaux européen dans diverses directives (Natura 2000...) et international (convention sur la diversité biologique...).

Dans la présente étude, une ébauche de tableau de bord a été réalisée concernant l'objectif de connaissance des espaces et des espèces protégées de la RNN de Saint Martin et permis de choisir 26 métriques potentielles. Ce choix se base d'une part, sur des méthodes développées dans le cadre de programmes de recherche tel que PAMPA ou issues de la Directive Cadre sur l'Eau, et d'autre part sur une phase de travail de terrain. Six de ces métriques ont été renseignées dont cinq concernent l'avifaune marine. Le manque de données antérieures et la difficulté de définir des seuils d'interprétation sont les principales raisons à ce faible nombre. Pour les métriques potentielles, des éléments d'interprétation ont été regroupés dans un « module abiotique ». Au nombre de huit, ces éléments aideront à différencier les causes d'un mauvais état de santé des populations, entre facteurs naturels (cyclones par exemple) et facteurs liés à la gestion des espaces protégés par la réserve (sur-fréquentation ...). La construction de cet outil spécifique à la RNN de Saint Martin aura permis, au-delà des informations apportées, de dynamiser la récolte de données sur certaines espèces. Il s'agit d'un travail à long terme, d'autres travaux en cours devraient le compléter et le perfectionner (ex : suite du programme PAMPA et de l'Observatoire des Limicoles Côtiers).

Mot-clé : Tableau de bord / Indicateurs / Avifaune marine /Etangs/ PAMPA / Evaluation