

Guide pour la prise en compte des chiroptères dans les projets d'aménagements à La Réunion





Sommaire

Introduction

3

1. Contexte

4

1.1 Les chiroptères de la Réunion

5

1.1.1 Généralités sur les chiroptères

5

1.1.2 Présentation des espèces de la Réunion

6

1.2 Démarche environnementale

11

1.2.1 Législation en vigueur

11

1.2.2 Demande de dérogation

11

2. Éviter en amont

16

2.1 Visite d'un expert en phase préfiguration

17

2.2 Éviter dans la conception des projets

17

2.2.1 Points de vigilance valables pour l'ensemble des projets

18

2.2.2 Ouvrages d'art

19

2.2.3 Construction et réhabilitation de bâtiments

21

2.2.4 Projets routiers et infrastructures linéaires

23

2.2.5 Parcs éoliens

24

2.2.6 Parcs photovoltaïques

25

2.2.7 Mise en sécurité de falaises, grottes et carrières

26

2.2.8 Espaces verts gérés

27

2.2.9 Réseaux électriques et câbles

29

3. Synthèse

30

Les étapes clés de la prise en compte des chiroptères dans les aménagements

31

4. Qui contacter ?

34

Annexes

36

Introduction

Contexte

Les chiroptères, appelées plus communément chauves-souris, sont des animaux souvent craints par méconnaissance alors qu'ils sont inoffensifs et indispensables aux écosystèmes. Il s'agit d'espèces toujours plus menacées par la destruction de leur habitat et la réduction des espaces naturels, c'est pourquoi elles sont protégées par directive européenne et dans le code de l'environnement à l'échelle nationale. À La Réunion, trois espèces de chauves-souris indigènes sont aujourd'hui connues : le Petit Molosse, le Taphien de Maurice et la Roussette noire. Ce sont les seuls mammifères indigènes de l'île : ils représentent donc un fort enjeu de conservation, en particulier du fait de leurs populations à faibles effectifs.

Les trois espèces de chiroptères connues à La Réunion sont protégées par arrêté préfectoral, interdisant leur perturbation, capture et destruction intentionnelle et l'altération ou destruction de leur habitat.

Pourquoi ce guide ?

Du fait de cet arrêté préfectoral, une demande de dérogation est nécessaire pour tout projet risquant de perturber ou de détruire les chiroptères et les habitats. Cela concerne de nombreux projets d'aménagements, notamment les travaux d'ouvrages d'art (ponts, barrages) ou de bâtiments, dans lesquels les chauves-souris gisent souvent. Cela concerne également les projets d'aménagements pouvant présenter un risque pour les chiroptères en phase d'exploitation, tels que les routes et les parcs éoliens potentiellement à l'origine de collisions mortelles. Ce guide vient préciser les conditions menant à des situations de risque de dérangement ou de mortalité pour les chiroptères, ainsi que de gêne éventuelle pour les habitants dans le cas des bâtis, et faciliter les prises de décisions en amont des projets pour éviter au maximum ces situations.

Ce guide a pour vocation l'information et l'aide à la décision pour les aménageurs et acteurs associés. Il fournit des recommandations, mais celles-ci ne constituent pas des obligations au titre de la loi.

À qui ce guide s'adresse-t-il ?

Ce guide s'adresse directement aux porteurs de projets et décisionnaires en charge d'aménagements existants et futurs. En effet, étant fréquemment concernés par la présence de colonies, leurs projets peuvent induire des perturbations multiples à l'encontre des chauves-souris. En cas de colonisation, la cohabitation peut être difficile et mener à des actions individuelles par les usagers conduisant à la mort de chauves-souris (gazage, empoisonnement, obstruction de gîte, etc.). Les aménageurs ont donc une responsabilité et un rôle important dans la conservation de ces espèces protégées en limitant les impacts. Ce guide vise donc à les accompagner et les aider dans la mise en œuvre de leurs projets, le plus en amont possible afin d'anticiper et d'éviter au maximum les impacts sur les chauves-souris. Il doit aider à la prise en compte des enjeux et des problématiques et proposer les meilleures solutions, à la fois pour éviter les impacts sur ces espèces et pour prévenir les colonisations inopportunes des aménagements.

Ce guide présente une démarche de prise en compte des chiroptères dans la conception des projets d'aménagements, dans un but d'évitement des impacts sur ces espèces en amont.

1.

CONTEXTE

1.1 Les chiroptères de La Réunion

1.1.1 Généralités sur les chiroptères

Les chiroptères, ou chauves-souris, sont les seuls mammifères doués de vol actif. Longtemps craintes et entourées de légendes, ces espèces sont mal aimées et mal connues, et pourtant elles sont **inoffensives et essentielles à l'environnement**. En effet, l'ordre des Chiroptères, fort de 1 400 espèces, représente pas moins d'un cinquième de la diversité totale des mammifères.

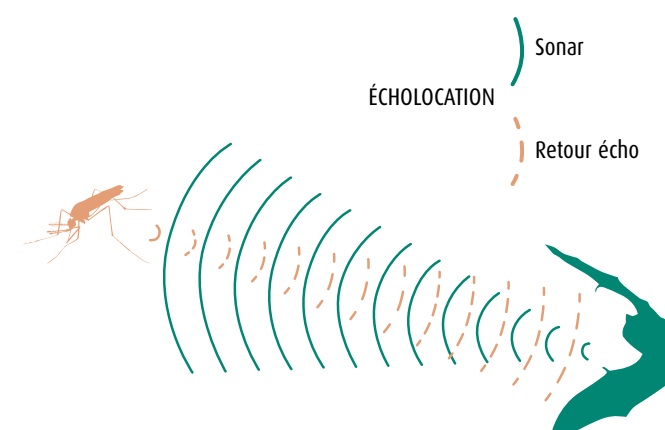
Les chiroptères constituent un ensemble d'espèces diversifiées avec des régimes alimentaires tout aussi variés faisant appel à des adaptations très spécifiques. La majorité d'entre elles utilisent des ultrasons pour s'alimenter et sont insectivores : celles-ci sont communément appelées microchiroptères. D'autres sont frugivores et correspondent pour la plupart aux mégachiroptères. Enfin, certaines sont hémato-phages (qui se nourrissent de sang) : représentées par seulement 3 espèces dans le monde, elles sont absentes de La Réunion.

Les chauves-souris, du fait de leur alimentation, ont un rôle primordial pour les écosystèmes et également pour l'Homme. En effet, les espèces insectivores peuvent consommer en un jour jusqu'à leur propre poids en insectes, avec une part importante de nuisibles comme les moustiques ou les ravageurs de cultures, contribuant ainsi à leur régulation. Quant aux espèces frugivores, elles participent à l'entretien des écosystèmes locaux en dispersant les graines des plantes.

Contrairement aux croyances, les chauves-souris ne sont pas aveugles, néanmoins elles se déplacent essentiellement au crépuscule ou de nuit, lorsque la luminosité est au plus faible. C'est pourquoi ces espèces ont développé la capacité d'écholocation : elles sont capables d'émettre une onde ultrasonore et d'en capter l'écho une fois qu'elle a rebondi sur un objet, que ce soit un obstacle, ou une proie. Cette capacité est uniquement utilisée par les microchiroptères comme le Petit Molosse et le Taphien de Maurice à La Réunion. Les mégachiroptères comme la Roussette noire la possèdent sous une forme très peu développée et ne l'utilisent donc pas pour se repérer et voler. En raison de cette méthode de vol par écholocation, les chauves-souris suivent des « routes de vol » c'est-à-dire des linéaires paysagers tels qu'une rivière, une lisière de forêt, une haie, etc. pour se déplacer entre leur lieu de gîte et leur lieu d'alimentation. La préservation de ces routes de vol est primordiale, car sans elles, elles perdent leurs repères.

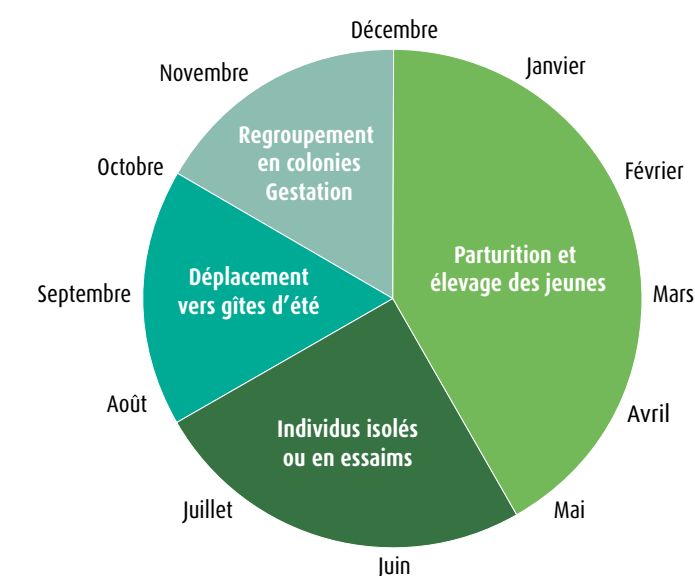
Les chauves-souris sont présentes dans tous types de milieux, artificialisés ou naturels, en fonction des affinités de chaque espèce. Elles affectionnent la proximité des plans d'eau et des zones humides, qui sont d'excellents territoires de chasse pour les espèces insectivores.

Les cycles de vie des chiroptères varient en fonction de l'espèce et de la localité. À La Réunion, les cycles de vie des espèces sont encore mal connus aujourd'hui, en particulier dans le cas du Taphien de Maurice et de la Roussette noire.



Afin de **SE LOCALISER ET DE VISUALISER** leur environnement, les chauves-souris émettent des cris à haute fréquence et analysent l'écho des obstacles alentour.

Système d'écholocation des chauves-souris.



Proposition du cycle phénologique pour le Petit Molosse, d'après les observations réalisées sur la maternité de Trois-Bassins (d'après Augros *et al.*, 2015).

On sait toutefois que l'été austral correspond globalement à la période de reproduction du Petit Molosse qui se regroupe en d'importantes colonies. Il s'agit d'un moment où ils sont particulièrement vulnérables aux dérangements. Une fois les jeunes élevés, vers la fin mai, les Petits Molosses se dispersent pour rejoindre leurs différents gîtes hivernaux. Cette période de leur cycle de vie est cependant très peu connue, du fait de l'isolement et de la dispersion des individus.

Chauves-souris et Santé : les chauves-souris, comme d'autres espèces de la faune sauvage, peuvent jouer un rôle dans la transmission de différentes pathologies plus ou moins graves (zoonoses). Il est à noter que ces virus sont transmis dans des situations très particulières, et ne concernent que certaines régions du monde dans des circonstances bien établies. À La Réunion, aucun cas de zoonose par les chauves-souris n'a été constaté. Il existe toutefois des cas de réactions allergiques et d'hypersensibilité liés à une exposition prolongée à d'importantes communautés de chiroptères, réactions provoquées notamment par les excréments.

À l'inverse, dans le cas du Taphien de Maurice, les pics d'activité et la reproduction sont observés à longueur d'année, probablement au gré des variations climatiques favorables et de l'appariement (com.pers. S. Augros).

1.1.2 Présentation des espèces de La Réunion

Sur les 5 espèces initialement présentes à La Réunion, trois ont disparu. Mais avec le retour de la Roussette noire – espèce endémique des Mascareignes considérée comme disparue de l'île jusqu'en 2007 – à partir de populations mauriciennes, sans doute à la faveur d'événements météorologiques, l'île abrite aujourd'hui trois espèces. L'une est menacée au titre du classement UICN (la Roussette noire) et elles sont toutes protégées à La Réunion par arrêté préfectoral.

Les **trois espèces de chiroptères présentes aujourd'hui** à La Réunion sont les seuls mammifères terrestres indigènes de l'île. L'une d'elles, le Petit Molosse, est endémique de La Réunion.

Liste des chiroptères de La Réunion

(légende : ≠ éteinte)

- **Petit Molosse de La Réunion** – *Mormopterus francoismoutoui*; endémique de La Réunion.
- **Taphien de Maurice** – *Taphozous mauritanus*; indigène.
- Chauve-souris blanche de Bory – *Boryptera alba* ≠; endémique de La Réunion ?
- Roussette rougette – *Pteropus subniger* ≠; endémique des Mascareignes.
- **Roussette noire** – *Pteropus niger*; endémique des Mascareignes.

Ci-après, chacune **des trois espèces connues** aujourd'hui à La Réunion fait l'objet d'une présentation, détaillant leurs principales caractéristiques et enjeux connus.

Longtemps considérée comme espèce endémique, l'existence de *Scotophilus borbonicus* à La Réunion a été récemment réfutée génétiquement dans une publication de Goodman (2020). La confusion serait vraisemblablement due à une erreur d'étiquetage d'un individu prélevé sur la côte est africaine.¹

¹Goodman, "Insight into the identity and origin of *Scotophilus borbonicus* (E. Geoffroy, 1803)."

PETIT MOLOSSE DE LA RÉUNION

Mormopterus francoismoutoui



© Cédric Hoarau/Biotope

Carte de répartition du Petit Molosse

© BIOTOPE

Population très faible
Population très dense

Endémique de La Réunion



Espèce protégée
(arrêté du 17/02/1989)



Préoccupation mineure
(UICN, 2013)



Espèce déterminante de ZNIEFF



DESCRIPTION

Ce mammifère aux mœurs nocturnes est de petite taille (5 cm de long pour 20 cm d'envergure et de 5 à 8 g), présentant un pelage brun sombre, de petites oreilles noires et une odeur musquée caractéristique. Les représentants des deux sexes sont identiques.

ÉCOLOGIE

L'espèce est grégaire. Elle est active dès la tombée de la nuit, se déplace souvent en petits groupes¹ pour chasser en fond de ravines et le long des falaises. Insectivore, elle attrape ses proies en vol (principalement des invertébrés volants) sur des territoires de chasse assez diversifiés. Elle se reproduit pendant la saison des pluies (été austral).

À LA RÉUNION

Elle se retrouve dans la plupart des ravines et des agglomérations de l'île, jusqu'à une altitude atteignant 2300 m. La taille de la population n'est pas évaluée précisément à ce jour mais elle a été estimée à plusieurs centaines de milliers d'individus résidant sur l'île².

MENACES

La principale menace est l'accroissement de l'urbanisation qui conduit à une plus forte cohabitation humains/chiroptères. En effet, la création de structures attractives (bâti, ouvrages d'art, etc.), les éclairages artificiels concentrant les insectes et la réduction de l'habitat naturel induisent un déplacement des populations vers le milieu urbain. En cas de démolition ou de modification de ces structures anthropiques, les gîtes peuvent être détruits et les chauves-souris tuées. En outre, l'intensification de l'agriculture et l'utilisation de produits phytosanitaires (en particulier contre les insectes, la base de son régime alimentaire) peuvent nuire à l'alimentation de l'espèce. Enfin, certaines infrastructures linéaires peuvent localement engendrer des cas de collision.

¹Probst, "Faune indigène protégée de l'île de La Réunion."

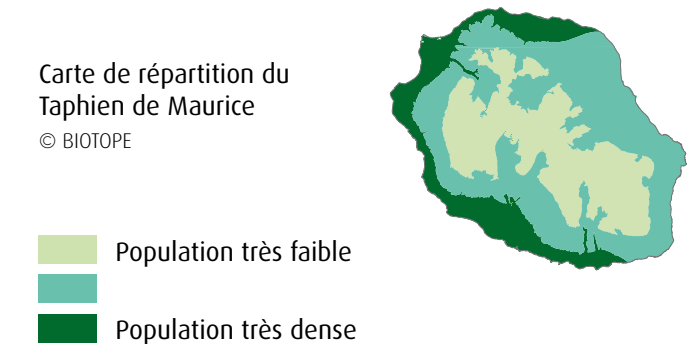
²Barataud & Giosa, "Identification et écologie acoustique des Chiroptères de La Réunion."

TAPHIEN DE MAURICE

Taphozous mauritanus



© Jean-Sébastien Philippe/Biotope



Espèce protégée
(arrêté du 17/02/1989)

Pr

Quasi menacée
(UICN Réunion, 2013)
(UICN, 2013)

NT

Espèce complémentaire de ZNIEFF

znieff

DESCRIPTION

Ce mammifère aux mœurs nocturnes présente un pelage brun sombre et gris sur la face dorsale, et un ventre blanc. Les ailes sont « transparentes » et étroites (30 cm d'envergure), permettant un vol rectiligne. Les représentants des deux sexes sont identiques.

ÉCOLOGIE

Le Taphien de Maurice est une espèce préférant les climats tropicaux secs voire arides. Il se déplace à la tombée du jour, et s'observe facilement à la lueur des éclairages urbains en chasse, en groupe de 5 à 10 individus¹. Son régime alimentaire est principalement composé d'invertébrés volants (Lépidoptères, voire Neuroptères ou Coléoptères) sur des territoires de chasse assez diversifiés. Son cycle de reproduction est encore très méconnu. Toutefois, les données actuelles semblent montrer une reproduction possible toute l'année, probablement liée aux conditions climatiques.

À LA RÉUNION

Cette espèce est majoritairement arboricole, en particulier dans les bois de Filaos et sous les feuilles sèches de cocotiers, mais elle peut aussi être observée dans les fissures, y compris de falaises². Elle peut être observée jusqu'à 2150 m d'altitude³, mais elle reste majoritairement en dessous des 400 m d'altitude. Sa population à La Réunion n'a pas été évaluée précisément, les effectifs sont toutefois inférieurs à ceux du Petit Molosse.

MENACES

La principale menace est l'accroissement de l'urbanisation qui conduit à une plus forte cohabitation humains/chiroptères. En effet, la création de structures attractives (bâti, ouvrages d'art, etc.), les éclairages artificiels concentrant les insectes et la réduction de l'habitat naturel induisent un déplacement des populations vers le milieu urbain. En cas de démolition ou de modification de ces structures anthropiques, les gîtes peuvent être détruits et les chauves-souris tuées. En outre, l'intensification de l'agriculture et l'utilisation de produits phytosanitaires (en particulier contre les insectes, la base de son régime alimentaire) peuvent nuire à l'alimentation de l'espèce. Enfin, certaines infrastructures linéaires et parcs éoliens peuvent localement engendrer des cas de collision.

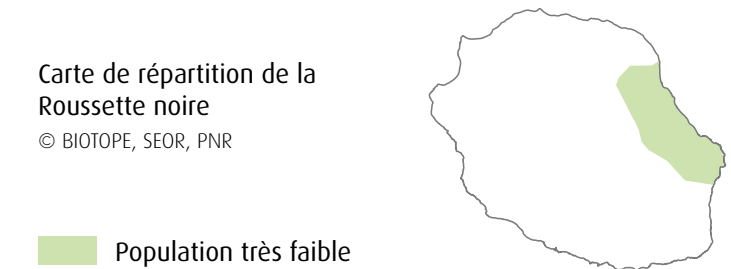
1. Probst, "Faune indigène protégée de l'île de La Réunion."
2. Probst, "Faune indigène protégée de l'île de La Réunion."
3. Barataud & Giosa, "Identification et écologie acoustique des Chiroptères de La Réunion."

ROUSSETTE NOIRE

Pteropus niger



Roussette noire au repos, à l'abris dans la canopée. © Biotope



Espèce protégée
(arrêté du 17/02/1989)

Pr

En danger critique d'extinction
(UICN, 2013)

CR

Espèce déterminante de ZNIEFF

znieff

DESCRIPTION

Ce mammifère mesure plus d'une vingtaine de centimètres de long et jusqu'à un mètre d'envergure. Il est caractérisé par un corps roux, une face et les côtés du dos clairs contrastant avec l'échine et le manteau noir. Les représentants des deux sexes sont identiques.

ÉCOLOGIE

Elle est active du crépuscule à l'aube. Elle se nourrit essentiellement de fruits et également de nectar, d'espèces indigènes ou non. La mise bas a lieu de septembre à début novembre suivant les années [Com. Pers. GCOI] et la gestation dure environ 5 mois¹.

À LA RÉUNION

Environ 200 ans après sa disparition de l'île de La Réunion, la Roussette noire est à nouveau mentionnée à La Réunion depuis 2007, revenue probablement depuis l'île Maurice à la faveur de vents, de tempêtes, ou de cyclones. À La Réunion, l'espèce est essentiellement localisée sur un gîte-dortoir principal proche d'une ravine, situé sur terrain privé à proximité d'habitations. Les effectifs sont estimés à quelques dizaines d'individus.

MENACES

La principale menace pour l'espèce est la destruction d'habitats favorables au gîte et à l'alimentation. Le dérangement dû aux activités anthropiques (élagage, débroussaillage, sentiers, etc.) peut également fortement impacter l'espèce. Enfin, les collisions avec les éoliennes, les fils et ou les câbles électriques sont une autre cause de mortalité.

En raison de la sensibilité de l'espèce liée à sa population extrêmement restreinte (quelques dizaines d'individus) et des risques de braconnage et de dérangement, les données de répartition à La Réunion sont confidentielles.

1. Caceres, "Plan de conservation de la Roussette noire (Pteropus niger) dans l'île de La Réunion."

Chiroptera sp1 et sp2

Lors d'études acoustiques effectuées par Michel BARATAUD et Sylvie GIOSA (Barataud & Giosa 2009; Barataud & Giosa 2013), deux types acoustiques ont été décrits ne correspondant pas aux cris émis par les espèces ci-dessus. Ces signaux ont alors été attribués à deux espèces inconnues, *Chiroptera* sp1 et *Chiroptera* sp2. Ces espèces n'ayant pas été décrites aujourd'hui, elles ne font pas l'objet de mesures de protection, et ne sont donc pas discutées dans ce document.

Néanmoins, si à la faveur d'une expertise, des enregistrements acoustiques de ces espèces présumées devaient être relevés, il conviendrait bien sûr d'en informer les différentes structures travaillant à l'acquisition de connaissances sur les chiroptères réunionnais (GCOI, MNHN) et également de considérer la présence potentielle de ces espèces encore inconnues.



Petit Molosse *Mormopterus francoismoutoui* en vol, La Réunion. © Cédric Hoarau/Biotope

1.2 Démarche environnementale

1.2.1 Législation en vigueur

À l'échelle européenne, la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvage est fixée par la Directive 92/43/CEE du Conseil du 21 mai 1992¹, et plus spécifiquement pour les espèces animales dont les chiroptères, les Annexes II et IV. À l'échelle nationale cette directive est traduite dans le code de l'environnement. Ainsi, toutes les espèces de chauve-souris sont protégées en France, par les articles L-411-1² du Code de l'environnement, et plus précisément pour La Réunion par l'article 4 de l'arrêté ministériel du 17 février 1989³ fixant des mesures de protection des espèces animales.

- L'article L-411-1 stipule que sont **interdits** :
- « [...] la destruction, la capture ou l'enlèvement, la perturbation intentionnelle des espèces protégées ;
 - La destruction, l'altération ou la dégradation des habitats de ces espèces ».

L'article 4 de l'arrêté ministériel du 17 février 1989 fixant des mesures de protection des espèces animales représentées dans le département de la Réunion porte sur les trois espèces décrites de La Réunion : le Petit Molosse, le Taphien de Maurice et la Roussette noire. Cet article stipule que « sont interdits en tout temps sur le territoire du département de la Réunion la destruction ou l'enlèvement des nids, la destruction, la mutilation, la capture ou l'enlèvement, la naturalisation des mammifères d'espèces non domestiques suivantes ou, qu'ils soient vivants ou morts, leur transport, leur colportage, leur utilisation, leur mise en vente, leur vente ou leur achat ».

En cas de manquement à cet arrêté, les sanctions sont fixées par l'article L.415-3⁴ du code de l'environnement. Sont notamment et entre autres punis de trois ans d'emprisonnement et de 150 000 euros d'amende le fait, en violation des interdictions prévues par les dispositions de l'article L. 411-1 et par les textes juridiques pris en application de l'article L. 411-2, de porter atteinte à la conservation d'espèces animales non domestiques, à l'exception des perturbations non intentionnelles, et le fait de produire, détenir, céder, utiliser, transporter, introduire, importer, exporter ou réexporter tout ou partie d'animaux ou de végétaux en violation des

dispositions de l'article L. 412-1 ou des règlements pris pour son application. L'amende est doublée lorsque les infractions visées aux 1^o et 2^o sont commises dans le cœur d'un parc national ou dans une réserve naturelle. Toutefois, l'article L-411-2 du code de l'environnement⁵ stipule que des **dérogations** à ces interdictions peuvent être délivrées, « [...] dans l'intérêt de la santé et de la sécurité publiques ou pour d'autres raisons impératives d'intérêt public majeur [...], à condition qu'il n'existe pas d'autre solution satisfaisante et que la dérogation ne nuise pas au maintien, dans un état de conservation favorable, des populations des espèces concernées [...] ».

1.2.2 Demande de dérogation

Dossier de demande de dérogation : démarche et contenu

La demande de dérogation au titre du L411-2 du code de l'environnement est une procédure qui permet, sous certaines conditions, de déroger à l'interdiction générale d'atteinte aux espèces protégées. Cette dérogation n'est pas « de droit » ; elle doit rester exceptionnelle et peut être refusée car il s'agit d'une dérogation au principe général et non pas d'une autorisation. Ainsi, l'article L.411-2 du code de l'environnement fixe limitativement les conditions dans lesquelles cette dérogation peut être accordée. Ces conditions **sine qua non** sont les suivantes :

- qu'il soit fait la preuve qu'il n'existe pas d'autre solution satisfaisante, d'évitement en particulier (cf. loi biodiversité d'août 2016) : le projet devant être abandonné s'il n'est pas écologiquement compensable ;
- que les opérations projetées ne portent pas atteinte à l'état de conservation de l'espèce concernée dans son aire de répartition naturelle ;
- seulement si les deux conditions ci-dessus sont satisfaites, il convient alors d'examiner si le projet entre *a minima* dans l'une des cinq catégories dérogatoires prévues, dont l'intérêt de la santé et de la sécurité publiques ou pour d'autres raisons impératives d'intérêt public majeur, y compris de nature sociale ou économique. Si le projet n'entre pas dans l'une des cinq catégories, la demande ne peut pas être examinée dans le cadre du régime dérogatoire.

1. Directive 92/43/CEE du Conseil du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages.
2. Code de l'environnement - Article L411-1.
3. Arrêté du 17 février 1989 fixant des mesures de protection des espèces animales représentées dans le département de la Réunion.
4. Code de l'environnement - Article L415-3.
5. Code de l'environnement - Article L411-2.

**La dérogation dans quels cas ?**

Les 5 cas dans lesquels doit s'inscrire un projet d'aménagement pour que la demande soit examinée :

- Comporter un intérêt pour la protection de la faune et de la flore sauvage et de la conservation des habitats naturels ;
- Prévenir des dommages importants aux cultures, à l'élevage, aux forêts, aux pêcheries, aux eaux et à d'autres formes de propriété ;
- Présenter un intérêt pour la santé et la sécurité publiques ou d'autres raisons impératives d'intérêt public majeur, y compris de nature sociale ou économique, et des motifs qui comporteraient des conséquences bénéfiques primordiales pour l'environnement ;
- Avoir des fins de recherche et d'éducation, de repeuplement et de réintroduction de ces espèces et pour des opérations de reproduction nécessaires à ces fins, y compris la propagation artificielle de plantes ;
- Permettre, dans des conditions strictement contrôlées, d'une manière sélective et dans une mesure limitée, la prise ou la détention d'un nombre limité de certains spécimens.

Le code de l'environnement prévoit que la démarche de conception des projets d'aménagement par les maîtres d'ouvrage doit rechercher, dans un ordre chronologique, à **éviter** les impacts du projet sur les espèces protégées, en particulier lors des choix fondamentaux à sa conception (nature, localisation, etc. ; cf. Loi de reconquête de la biodiversité d'août 2016), à **réduire** ses impacts et seulement **en dernier lieu à compenser** les impacts résiduels. Ne peuvent donc être compensés que des impacts résiduels. C'est la **démarche ERC : Éviter, Réduire, Compenser**.

Si le projet porte atteinte aux espèces protégées, suivant l'article L411-2, une demande de dérogation doit être déposée par le porteur de projet. Elle ne pourra être accordée que si les conditions listées ci-dessus sont remplies.

Les autorités compétentes pour la délivrance des dérogations relatives aux espèces protégées sont :

- Le Ministre chargé de la protection de la nature (R.411-7 et R.411-8) pour les espèces protégées de compétence ministérielle (Rhinolophe de Méhely, Murin des marais, etc.). **Le département de La Réunion n'est pas concerné par ce dispositif concernant les Chiroptères ;**
- Le Préfet de département (R.411-6) pour toutes les autres espèces protégées.

Un même projet d'aménagement peut donc nécessiter, pour sa réalisation, une décision ministérielle et une décision préfectorale selon les espèces qui sont impactées.

L'arrêté du 19 février 2007, fixant les conditions de demande et d'instruction des dérogations définies au 4° de l'article L.411-2 du code de l'environnement portant sur des espèces de faune et de flore sauvages protégées, confie à la **DEAL** la charge de l'instruction des demandes de dérogation. Les dossiers pourront également être soumis à avis de l'autorité environnementale, effectué par le **CSRPN** ou par le **CNPN**.

Éviter, Réduire, Compenser, Accompagner et Suivre

La doctrine Éviter-Réduire-Compenser, ou ERC, s'inscrit dans le prolongement de la Charte pour l'environnement de 2004 et la Loi Grenelle de 2009, et contribue à l'intégration de l'environnement et de sa préservation dans les projets. L'objectif est une **absence de perte nette de biodiversité**.

Il s'agit d'une séquence hiérarchique, c'est-à-dire que les modalités du projet viseront d'abord à éviter les impacts du projet sur l'environnement, puis s'ils n'ont pu être évités, à les réduire, et enfin, si et seulement s'il reste des impacts résiduels non évitables et non réductibles, à les compenser (voir figure page suivante).

La démarche ERC se traduit par la définition de mesures en amont du projet, et à mettre en place durant les phases de conception, de chantier et d'exploitation. Ces mesures doivent être incluses au dossier de demande de dérogation dans le cas des projets ayant des impacts sur une ou plusieurs espèces protégées.

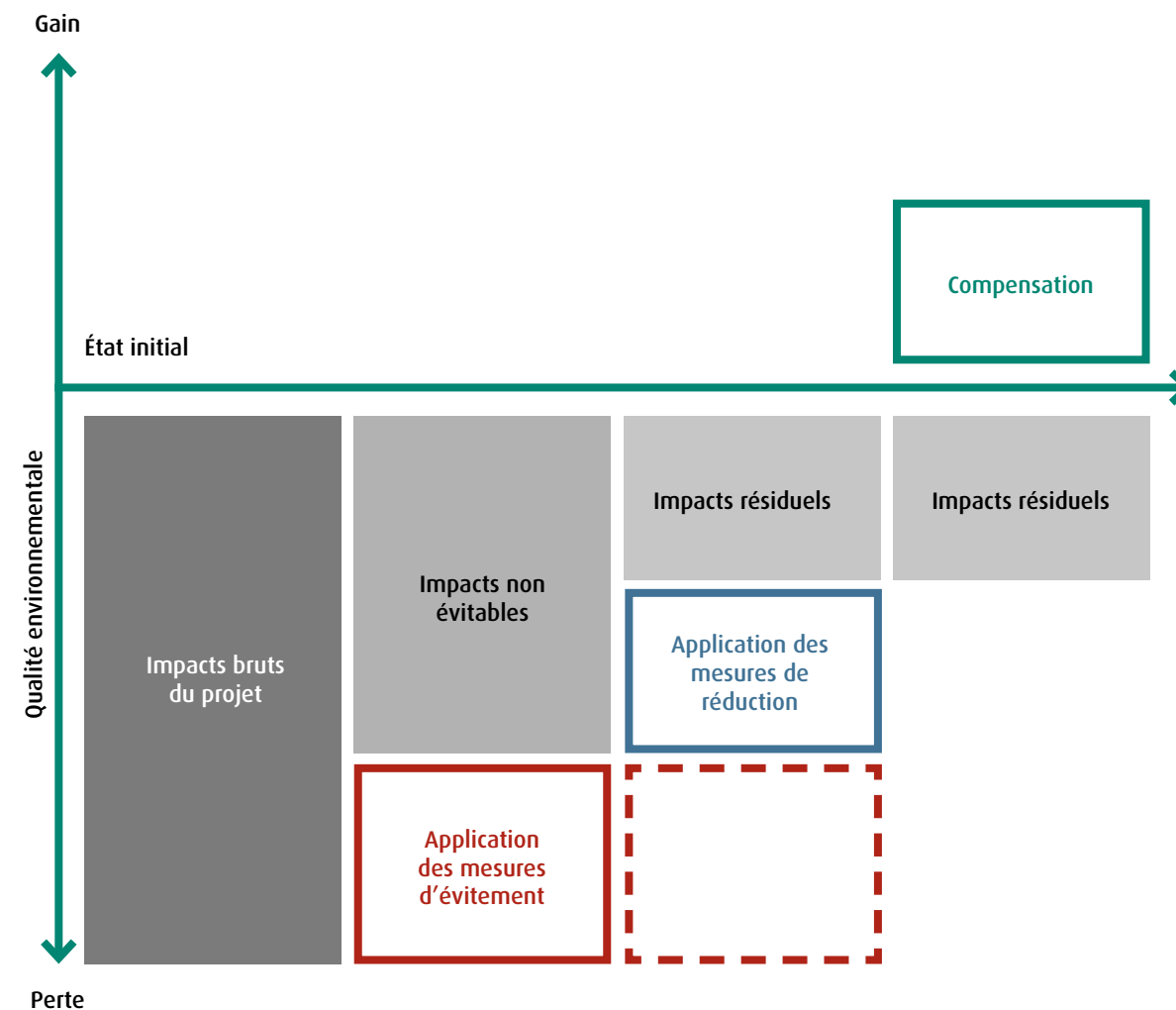
Les mesures Accompagner et Suivre ne sont pas des mesures visant à empêcher la perte nette de biodiversité, il s'agit de mesures qui permettent d'améliorer les résultats de la séquence ERC pour le projet présent et ceux à venir. Les mesures d'accompagnement visent à contribuer à la protection des espèces impactées par le projet, par un accompagnement de la recherche, de la communication et sensibilisation, etc. Le suivi de la mise en place des mesures et leur succès est essentiel aussi bien à l'échelle du projet afin de s'assurer du respect de l'arrêté, que pour les futurs projets, car il permet d'affiner la mise en place de ces mesures pour en améliorer le succès. Ces mesures ne s'inscrivent pas dans un cadre réglementaire comme les mesures ERC mais y sont complémentaires.

Dans le contexte d'impacts sur les chiroptères, cette démarche se traduira ainsi :

- **Éviter** de détruire l'habitat et de détruire ou de déranger les individus d'espèces protégées : par un évitement géographique lorsque c'est possible en déplaçant le projet ; par un évitement temporel, en changeant les plannings de chantier pour des périodes où le gîte est vide ; par un évitement technique, en optant pour une solution alternative, notamment lors de la phase de chantier, qui n'aura pas d'impact sur les chauves-souris.
- **Réduire** les impacts sur les chiroptères suit les trois mêmes catégories que l'évitement, à savoir géographique, temporel et technique, mais ne supprime pas totalement les impacts.
- **Compenser** les impacts résiduels, notamment de destruction de gîte, peut être fait en dernier recours par la construction de gîtes artificiels de capacité supérieure à la taille de la colonie délogée, par exemple. Il est à noter que si ces gîtes ont prouvé leur efficacité dans certaines circonstances, ils ne sont pas systématiquement colonisés.

- **Accompagner** vise à améliorer les mesures existantes en accompagnant la préservation de ces espèces. Ainsi il s'agit de mesures de développement de la connaissance (par exemple sur les conditions d'efficacité des gîtes artificiels), de mesures de communication et de sensibilisation, ou de mesures de facilitation tel que le présent guide.

- **Suivre** permet de s'assurer de la bonne mise en œuvre et du succès des mesures, et se traduit ainsi par le suivi de colonisation des gîtes artificiels, le suivi de mortalité en phase de chantier, etc.



Éviter : une mesure d'évitement modifie un projet afin de supprimer un impact négatif identifié.

Réduire : une mesure de réduction vise à réduire autant que possible la durée, l'intensité et/ou l'étendue des impacts d'un projet qui ne peuvent pas être entièrement évités.

Compenser : une mesure compensatoire a pour objet d'apporter une contrepartie aux effets négatifs notables, directs ou indirects du projet qui n'ont pu être évités ou suffisamment réduits.

Séquence Éviter-Réduire-Compenser (Ministère de l'Environnement, de l'énergie et de la Mer, 2017)

1.2.3 Principales mesures ERC mises en place dans le cadre de dossier réglementaire pour la prise en compte des chauves-souris

Attention : La liste de mesures suivante est donnée à titre indicatif, ces mesures ne sont ni systématiques, ni exhaustives, et doivent être définies par un expert au cas par cas en fonction des spécificités du projet.

Éviter

Mesure d'évitement temporel des périodes sensibles de l'espèce :
 Limiter le dérangement de la colonie de chauves-souris en procédant aux travaux sensibles en période de moindre activité (hiver austral en général), quand le nombre d'individus présents à la colonie est moindre, particulièrement pour le Petit Molosse. Cette mesure dépend bien sûr du cycle de vie de l'espèce et du type de gîte. L'expert chiroptérologue déterminera les périodes de moindre sensibilité selon ces paramètres.

Réduire

Mesure de délocalisation de la colonie :
PRÉALABLE : cette mesure n'est à envisager que dans le cas où il aura été démontré par un expert qu'aucune autre alternative n'est envisageable (évitement, modification du projet, adaptation locale etc.).
 Réduire la mortalité accidentelle de chiroptères lors de travaux/aménagement en installant des dispositifs dits « anti-retour » sur les interstices utilisés par les chiroptères pour venir gîter. Ces dispositifs permettent aux chauves-souris de quitter les interstices fermés sans danger, mais ne leur permettent pas d'y rentrer à nouveau.

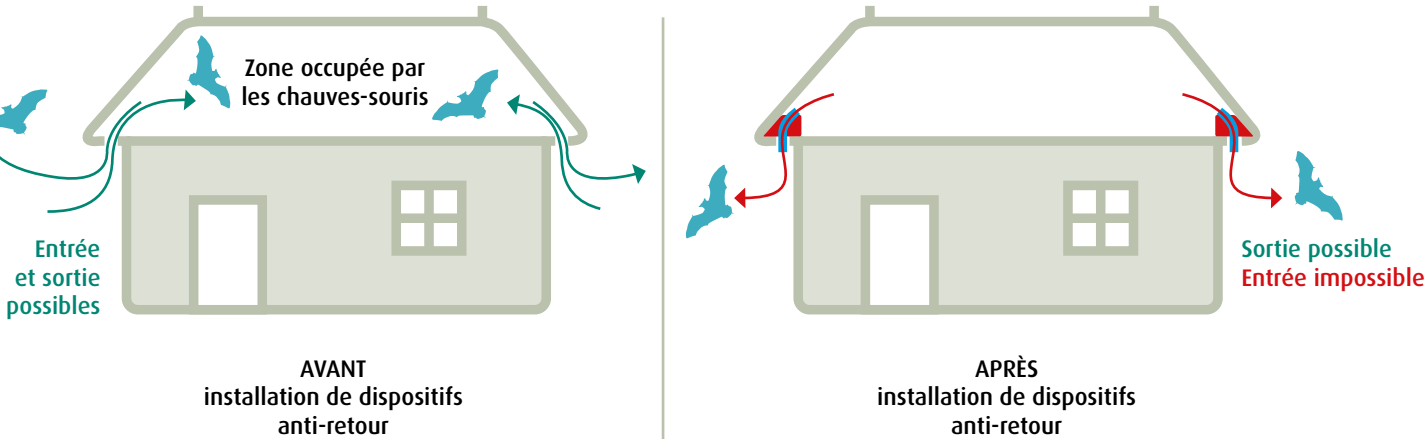


Schéma d'un principe de système anti-retour installé en vue d'une délocalisation. © Biotope

Compenser

Mesure de mise en place de gîtes artificiels :
 Compenser la perte d'un gîte en assurant l'accueil des chauves-souris dans des nichoirs artificiels de substitution, à proximité immédiate. Le but est aussi de limiter le dérangement pour la colonie en période d'exploitation du site. Les gîtes artificiels doivent avoir une capacité d'accueil supérieure à la taille de la colonie déplacée.
Ces mesures sont complétées par des mesures d'accompagnement et de suivi, définies au cas par cas.



Gîte en bois, fabriqué sur mesure. (© Biotope)



Gîte en béton, fabriqué sur mesure. (© Biotope)



Gîte préfabriqué (Schwegler).
 (© Schwegler)

Trois types de gîtes artificiels.

2.

ÉVITER EN AMONT

2.1 Visite d'un expert en phase préfiguration

Très en amont des projets, notamment en vue d'une rénovation de bâtiments, il peut être intéressant de prendre en compte les chiroptères (et autres espèces protégées) dans les décisions, par exemple d'achat, ou pour l'anticipation des moyens à mettre en place.

Pour ce faire, la visite d'un expert chiroptérologue est recommandée sur la zone afin de détecter la présence de chauves-souris sur place ou à proximité immédiate. Plus

largement, ce passage en amont permettra de rendre compte de la présence de tout enjeu écologique, et d'anticiper très en amont les mesures et les moyens à mettre éventuellement en place. Cette étape facilite ainsi l'application des suivantes, en particulier la prise en compte des enjeux écologiques dans la conception des projets.

2.2 Éviter dans la conception des projets

Afin d'améliorer la prise en compte et la préservation des chiroptères dans les aménagements, il est préférable d'envisager des mesures dès la conception des projets. Ces mesures visent à limiter l'installation de chiroptères dans les ouvrages et bâtiments nécessitant des entretiens, et à réduire le risque de mortalité des chiroptères et la destruction de gîtes liée à la mise en application des projets.

Pour chaque type de projet, la signalétique suivante indique les problématiques associées et sur lesquelles il est nécessaire d'agir :



Peut nécessiter des demandes de dérogation



Facteur de mortalité des chiroptères



Peut faciliter l'accès aux gîtes



Situation sanitaire indésirable



Nuisances sonores et olfactives

Pour chaque type de projet sont également détaillés les points de vigilance pour les aménageurs lors de la définition du projet, les pistes de solution bénéficiant tant aux

aménageurs qu'aux chiroptères, ainsi que des propositions pouvant permettre aux aménageurs d'aller plus loin dans la préservation des chauves-souris.

2.2.1 Points de vigilance valables pour l'ensemble des projets

Certaines mesures sont valables pour l'ensemble des projets d'aménagement afin de réduire les impacts négatifs sur les chiroptères, et également éviter au maximum les interactions Homme/chauves-souris.

En raison de leur système de déplacement basé sur l'écholocation, les microchiroptères suivent dans l'espace ce que l'on appelle les linéaires paysagers, ou corridors de déplacement. À La Réunion, ces structures linéaires de paysage sont majoritairement les ravines, mais également toute structure linéaire végétale, telles que les haies et les lisières de boisements, ou encore un cours d'eau. En l'absence de ces éléments, les microchiroptères se retrouvent démunis de repères. C'est pourquoi **la fragmentation des paysages et la coupure de ces linéaires sont très impactantes pour ces espèces et sont à éviter au maximum**. Les Roussettes noires n'utilisent pas l'écholocation pour se repérer, mais elles restent toutefois très sensibles à la fragmentation des paysages et habitats, comme toutes les espèces.

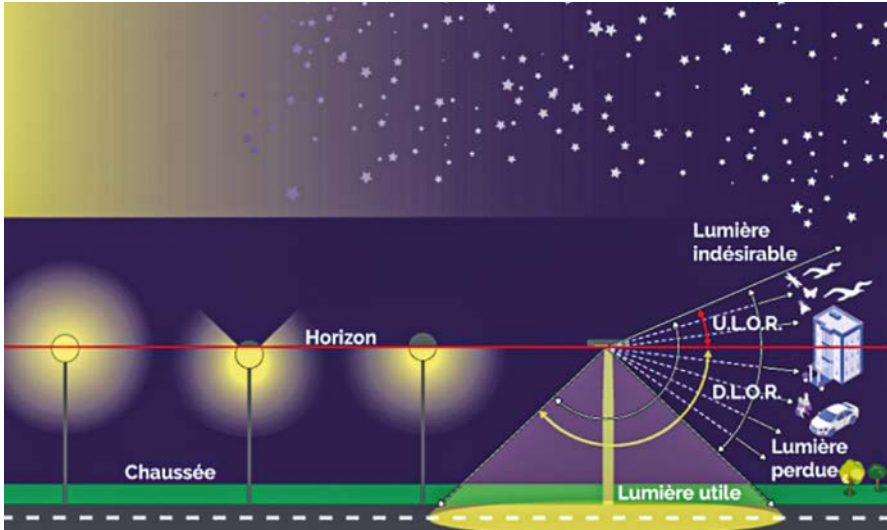
Les chauves-souris gîtent à proximité d'habitats favorables, alliant sécurité et source de nourriture, elles se rassemblent donc généralement à proximité de linéaires paysagers, de plans d'eau et de zones humides, riches en insectes notamment pour les microchiroptères, et d'espaces boisés. Il est important **d'éviter la destruction de ces habitats favorables** afin de préserver ces espèces et de leur permettre de rester dans le milieu naturel. En effet, la réduction de leur habitat naturel combinée à la création de structures attractives (bâti, ouvrages d'art, etc.) peut favoriser le déplacement des populations de chiroptères dans l'espace

urbain et l'installation dans les aménagements anthropiques. De plus, afin **de limiter la pollution nocturne et les impacts sur la trame noire** (réseau écologique propice à la vie nocturne, voir glossaire p. 37), il est préférable d'opter pour des éclairages respectant les recommandations de la SEOR (ULOR<2%), bénéficiant ainsi à la fois à l'avifaune et aux chiroptères. Opter pour une intensité lumineuse variable en fonction de l'horaire peut être également bénéfique.

Enfin, bien que les chauves-souris ont tendance à éviter les lieux très éclairés pour gîter, la lumière n'est pas un répulsif. En effet, du fait de la présence importante d'insectes gravitant autour des éclairages, les espaces éclairés peuvent les attirer pour la chasse. Afin de limiter la présence ou l'installation de chiroptères à proximité voire au sein de l'aménagement, il est donc préférable **d'éviter les éclairages favorisant l'attraction des insectes**, à savoir les luminaires à incandescence / lampes à vapeur de mercure émettrices d'UV.

Conclusion, tous les projets doivent avant tout viser à éviter:

- Le dérangement et/ou la destruction d'individus,
- La destruction d'habitats naturels favorables existants,
- La fragmentation du paysage et la coupure/destruction des linéaires paysagers,
- Les éclairages inadaptés (ULOR>2%, lampes à incandescence/émettrices d'UV).



Types d'éclairages, du plus impactant au moins impactant sur la trame noire © Flux France

2.2.2 Ouvrages d'art

Pourquoi les projets d'ouvrages d'art sont concernés ?

Les ouvrages d'art correspondent aux ponts, viaducs et aqueducs, ainsi qu'aux tunnels et aux ouvrages hydrauliques (barrages, retenues, etc.). Ces ouvrages, en particulier les ponts, sont très propices à la présence de chiroptères en raison de leurs nombreuses potentialités d'accueil, à l'abri des prédateurs et le long de linéaires paysagers (ravines/cours d'eau). La nécessité d'entretien, de surveillance, de modifications éventuelles (agrandissements, etc.), ainsi que de démolition en fin de vie de ces ouvrages peut conduire à des dérangements en cas de présence de colonies, donc mener à une demande de dérogation.

Quels sont les principaux points de vigilance ?

Toutes les cavités et fentes sombres peu ventilées sont susceptibles d'accueillir des chiroptères. Concernant les ouvrages d'art, elles correspondent notamment aux structures suivantes :

- Buses, drains et canaux d'écoulements ;
- Tabliers creux présentant un accès (joints de dilatation) ;
- Fissures, interstices, disjointements ;
- Corniches, barbacanes.

Que ce soit lors de la construction de nouveaux ouvrages, ou lors de travaux sur des ouvrages existants (entretien, rénovation, agrandissement, démolition, etc.), ces points de vigilance sont à prendre en compte.

Quelles pistes explorer ?

Des mesures dans la conception et l'entretien des ouvrages permettent de limiter leur colonisation par les chiroptères, selon les différents cas de figure.

Conception de nouveaux ouvrages

Lors de la conception de nouveaux ouvrages, il est important de prendre en compte les points de vigilance ci-dessus, et d'opter pour une structure limitant les possibilités d'installation et de colonisation par les chauves-souris, c'est-à-dire limiter les anfractuosités accessibles :

- Opter pour une structure peu attirante pour les chiroptères : certains types de structures d'ouvrages d'art ne sont pas favorables à l'installation de chiroptères, tels que les ponts à structure métallique ou à poutres sans joints de dilatation, les ponts en béton préfabriqué sans interstices, etc. Des structures présentant un minimum d'anfractuosités seront également moins propices à l'accueil de chiroptères ;
- Installer des dispositifs empêchant l'accès : dispositifs anti-retour permanents sur les petites buses, les drains et les canaux, ainsi que des dispositifs empêchant l'accès aux tabliers creux ou l'installation sur les corniches, afin de prévenir toute colonisation de l'ouvrage par les chauves-souris ;
- Sur les grandes buses et les canaux, lorsque la pose de dispositifs de type anti-retour n'est pas possible, placer du grillage rigide à maille fine pour interdire l'accès.

Attention : ne pas utiliser de grillage souple, qui est cause de mortalité pour les chiroptères. En cas de nécessité absolue, préférer une grille rigide à maille très fine (inférieure à 5 mm).

Entretien, nettoyage et rénovation de structures existantes

- Recenser la présence éventuelle de chiroptères dans les ouvrages : cette vérification permet d'anticiper les mesures à prendre, notamment l'installation de dispositifs anti-retour.
- Appliquer des mesures ERC préconisées par un chiroptérologue en cas de présence. Une demande de dérogation peut être requise. Afin de limiter le dérangement voire la mortalité, il est nécessaire dans tous les cas de mettre en place des mesures préconisées par un chiroptérologue, adaptées aux travaux concernés. Ces mesures incluent notamment une adaptation du calendrier des travaux.
- Comblérégulièrement les anfractuosités dues au vieillissement : l'entretien régulier de l'ouvrage, en particulier la rénovation des anfractuosités qui peuvent apparaître, limite l'installation de chiroptères.

Colonie de Petits Molosses dans un ouvrage d'art. © Muriel Dietrich, UMR PIMIT



Modification d'ouvrages existants (agrandissements, etc.)

- Recenser la présence éventuelle de chiroptères dans les ouvrages: cette vérification permet d'anticiper les mesures à prendre afin d'éviter tout dérangement;
- Appliquer des mesures ERC préconisées par un chiroptérologue en cas de présence avérée: une demande de dérogation peut être alors nécessaire. Afin de limiter le dérangement voire la mortalité, il est nécessaire dans tous les cas de mettre en place des mesures préconisées par un chiroptérologue, adaptées aux travaux concernés. Ces mesures incluent notamment l'adaptation du calendrier des travaux.

Destruction d'ouvrages existants

- Recenser la présence éventuelle de chauves-souris dans l'ouvrage: un chiroptérologue doit faire un diagnostic afin de déceler la présence de chiroptères, et le cas échéant, estimer le nombre d'individus. Cette étape indispensable permet de prévenir une mortalité importante.
- Appliquer des mesures ERC préconisées par un chiroptérologue en cas de présence avérée: il est alors très probable qu'une demande de dérogation soit nécessaire. Dans ce cas, elle devra inclure des mesures ERC, permettant notamment de délocaliser les chauves-souris à l'aide de dispositifs anti-retour, de fournir un gîte de substitution de capacité supérieure, de choisir la période la plus adaptée pour l'ensemble des travaux et actions, ainsi que tout autre mesure jugée adaptée afin d'éviter une mortalité liée à la démolition.

Aller plus loin

Afin de contribuer à la préservation des chiroptères en leur permettant l'accueil au sein des ouvrages d'art tout en les préservant du dérangement lors de l'entretien, des espaces isolés (poutres de béton, piliers, etc.) pourraient être intégrés au sein de l'ouvrage. Le choix de l'emplacement dans la structure de l'ouvrage devrait éviter tout dérangement induit par les visites et les entretiens directs et fréquents. Il est toutefois important de noter qu'en cas de mise en place de ce type d'abri, il sera probablement nécessaire d'adapter les calendriers d'entretien et de travail sur le pont, sur quelque partie que ce soit, pour prendre en compte la présence de chiroptères. De plus, avant la destruction de l'ouvrage arrivé en fin de vie, une délocalisation, donc un plan d'actions pour un dossier de dérogation, devront être planifiés.



Exemple de « boîte à chauve-souris » en béton dans un pont.
©Oregon Department of Transportation

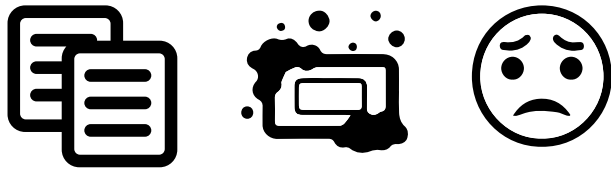


Exemple d'abri « boîte » à chauve-souris intégré aux poutres en béton d'un pont aux États-Unis.
© Keeley & Tuttle, 2014.

2.2.3 Construction et réhabilitation de bâtiments

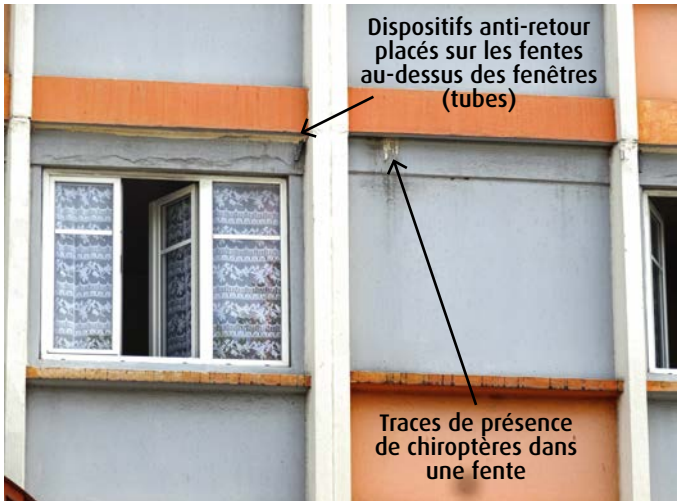
Pourquoi les projets de construction et de réhabilitation de bâti sont concernés ?

Les microchiroptères de La Réunion, en particulier le Petit Molosse, affectionnent l'ensemble des espaces fermés, sombres et peu ventilés que peuvent offrir les bâtiments, en particulier au sein d'immeubles vieillissants. Cela concerne autant les maisons individuelles et logements collectifs bas que les immeubles et grands ensembles, qu'ils soient récents ou anciens. S'il y a des gîtes de chiroptères sur un bâtiment, tout entretien ou travaux sur ces logements nécessite alors une demande de dérogation. De plus, leur présence peut être à l'origine de nuisances notamment olfactives pour les habitants de ces logements, ou d'une gêne « sanitaire » liée aux déjections.



Quels sont les principaux points de vigilance ?

- Tous les interstices présents sur un bâtiment sont susceptibles d'attirer les chiroptères :
- joints de dilatation entre les bâtiments présentant un accès (fissures, etc.) ;
 - accès aux combles, toitures, greniers ;
 - fissures, fentes, interstices ;
 - volets en bois et caissons de volets roulants ;
 - bardages bois en façade.



Présence de chauves-souris dans les fentes des bâtiments. © Biotope

Quelles pistes explorer ?

Des mesures dans la conception et l'entretien des bâtiments permettent de limiter l'installation des chiroptères :

Conception de nouveaux bâtiments

- Éviter de créer des interstices favorables, notamment un accès aux joints de dilatation, au réservoir des volets roulants, etc.
- Installer des dispositifs empêchant l'accès aux combles et aux interstices qui ne peuvent être obturés.
- Limiter la création d'un habitat favorable aux chiroptères: les lampes à UV et les zones humides attirant les insectes, elles sont à éviter à proximité des logements.

Attention : ne pas utiliser de grillage souple, qui est cause de mortalité pour les chiroptères. En cas de nécessité absolue, préférer une grille rigide à maille très fine (inférieure à 5 mm).

Entretien de bâtiments existants

- Recenser la présence éventuelle de chiroptères par le passage d'un chiroptérologue dans les ouvrages afin d'anticiper les mesures à même d'éviter le dérangement.
- En cas de présence avérée de chauves-souris, mettre en place les mesures préconisées par un chiroptérologue, telles que la pose de dispositifs anti-retour, et l'adaptation des calendriers de travaux et d'entretien. Une demande de dérogation pourra être nécessaire.
- Comblér régulièrement les anfractuosités et fissures dues au vieillissement de tous les bâtiments pour éviter l'installation de colonies.

En phase d'exploitation

- Organiser une veille comprenant la formation des agents exploitant les bâtiments (agence de location, etc.) afin de détecter les présences éventuelles de chiroptères et de pouvoir en informer la DEAL.

Destruction d'un bâtiment existant

- Recenser la présence éventuelle de chauves-souris dans l'ouvrage: un chiroptérologue doit faire un diagnostic afin d'estimer la présence de chiroptères, et si elle est avérée, le nombre estimatif d'individus. Cette étape indispensable peut prévenir une mortalité importante.
- Appliquer des mesures ERC préconisées par un chiroptérologue en cas de présence avérée: il est alors très probable qu'une demande de dérogation sera nécessaire, auquel cas elle devra inclure des mesures ERC, permettant

notamment de délocaliser les chauves-souris à l'aide de dispositifs anti-retour, de fournir un gîte de substitution de capacité supérieure, de choisir la période la plus adaptée pour l'ensemble des travaux et actions, ainsi que tout autre mesure jugée adaptée afin d'éviter une mortalité liée à la démolition.

Attention : le traitement des charpentes par des produits chimiques toxiques est à proscrire sous réserve d'obligation réglementaire, ces traitements sont hautement nocifs pour les chiroptères.



Taphiens de Maurice installés sous la corniche d'un toit. © Muriel Dietrich, UMR PIMIT

2.2.4 Projets routiers et infrastructures linéaires

Pourquoi les projets routiers et infrastructures linéaires sont concernés ?

Les routes et infrastructures linéaires (trams, trains, funiculaires, téléphériques, etc.) peuvent être un facteur important de mortalité chez les chiroptères par collisions, bien que les connaissances sur ce phénomène soient encore limitées. De plus, elles fragmentent les paysages et les habitats tout en impactant les corridors de déplacement des chiroptères par l'effet de barrière qu'elles exercent. Enfin, la création de nouvelles routes à proximité de gîtes en milieu naturel peut en faciliter l'accès au public. Il s'agit donc d'un point de vigilance dans le choix du tracé pour limiter les dérangements. L'entretien des routes n'est pas abordé ici puisqu'il relève des précautions d'usages à prendre pour tout chantier, notamment en terme d'éclairages et de calendrier.



Quels sont les principaux points de vigilance ?

Certaines caractéristiques des routes et infrastructures linéaires augmentent le risque de mortalité pour les chiroptères :

- Routes et infrastructures linéaires en travers d'un linéaire paysager ou d'un corridor de déplacement : le risque de mortalité par collision augmente à l'intersection d'un linéaire paysager emprunté par les chiroptères et d'une route puisqu'ils vont nécessairement devoir traverser l'infrastructure.
- Routes et infrastructures linéaires sur talus : certaines espèces de chiroptères volent à proximité du sol. La présence d'une route ou autre infrastructure linéaire en hauteur sur un talus ou remblais oblige les chiroptères à modifier leur trajectoire, les amenant au ras de la route, où la mortalité est quasi certaine.
- Création d'habitats favorables à proximité immédiate de routes et d'infrastructures linéaires : ils favorisent alors les chiroptères et augmentent donc le risque de mortalité par collision. Il en va de même pour les sites d'alimentation : les principaux catalyseurs sont les luminaires à incandescence et les lampes à vapeur de mercure émettrices d'UV, qui attirent particulièrement les insectes.
- Création de routes ou infrastructures linéaires à proximité d'habitats et de gîtes : le risque de collisions se trouve augmenté. De plus, cela crée un risque de pollution des sites, en particulier des zones humides, dû à la fois à la construction de la route et à son exploitation, par ruissellement.

Quelles pistes explorer ?

Lors de la conception et de la construction de la route ou de la voie ferrée, des mesures peuvent être prises pour réduire le risque de collisions :

Éléments de tracé et construction

- Prendre en compte les corridors et le linéaire paysager lors du choix du tracé : des tracés plus adaptés peuvent être sélectionnés lors de la conception de la route ou de la voie de chemin de fer, privilégiant la parallèle à d'autres ouvrages de ce type et évitant de couper les linéaires paysagers.
- Éviter des habitats favorables à proximité immédiate : lorsque le tracé peut être adapté, opter pour un tracé passant le moins possible à proximité d'habitats favorables (zones humides, falaises à cavités et boisements).
- Opter pour des routes et des voies ferrées au niveau ou en dessous du niveau du sol : une route au niveau du sol ou en tranchée permettra de réduire le risque de collisions. Lorsque ce n'est pas possible, des haies de protection et des ouvrages de franchissement doivent être mis en place.

Éléments annexes à la route

- Éviter de créer des zones favorables d'alimentation : les éclairages tels que des lampes à UV ou à incandescence attirent les insectes et les chauves-souris qui les chassent. Des lampes moins attractives sont préférables, voire pas d'éclairage lorsque c'est possible.
- Sécuriser les franchissements : lorsque le tracé ne peut être adapté et coupe des linéaires paysagers empruntés par les chiroptères, des dispositifs peuvent être mis en place pour faciliter le franchissement. Des haies hautes peuvent être installées le long de la route pour inciter les chiroptères à voler plus haut. Si le linéaire paysager est une ravine ou un cours d'eau, le pont doit être suffisamment haut et large pour laisser passer les chauves-souris en dessous.

En **phase d'exploitation**, opter pour un trafic plus lent par des limitations de vitesse dans les zones sensibles peut également améliorer la survie des chiroptères.

Sur quels guides s'appuyer ?

Les guides suivants donnent de bonnes indications sur la façon d'appliquer ces mesures :

- François Nowicki (Cerema-Est) – *Chiroptères et infrastructures de transport* ; Sétra – *Chiroptères et infrastructures de transports terrestres*.
- LIFE+ Chiro Med – *Guide technique n°1 : Dispositifs d'aide au franchissement des routes*.

2.2.5 Parcs éoliens

Pourquoi les projets de parcs éoliens sont-ils concernés ?
Les éoliennes, en augmentation à La Réunion, représentent un risque majeur de mortalité chez les chiroptères par collisions. Elles peuvent également être à l'origine de désorientations des chauves-souris en vol en raison d'émissions ultrasonores et d'effets de compression/décompression de l'air (barotraumatisme), dont on ne connaît pas encore précisément l'impact à long terme sur les chiroptères, en particulier à La Réunion où la bibliographie est encore trop lacunaire.

Quels sont les principaux points de vigilance ?
Le placement du parc éolien dans le paysage est le point crucial de vigilance. En effet, les positionnements suivants aggravent le risque de collisions :

- Le placement d'éoliennes à proximité ou au sein de boisements, en particulier à futaie haute (voir glossaire p. 37) ;
- Le placement d'éoliennes sur des corridors de déplacement des chauves-souris ou sur leur terrain de chasse.

Quelles pistes explorer ?
Des solutions simples et peu coûteuses peuvent être mises en place pour réduire la mortalité due aux collisions avec les éoliennes :

- Installer les éoliennes à plus de 200 m d'une lisière forestière : réduit le risque de se trouver sur un corridor de déplacement et de ce fait minimise le risque de collisions mortelles pour les chiroptères ;
- Limiter le fonctionnement des éoliennes lors des pics d'activités des chiroptères, au crépuscule notamment ;
- Augmenter la « cut-in limit » de déclenchement des éoliennes (au moins au-dessus de 5,5 m/sec) lors de vents faibles réduit de 44 % à 93 % les mortalités nocturnes, en ne faisant perdre que 1 % de productivité ;
- Installer des dispositifs répulsifs : une étude aux États-Unis (Arnett *et al.*, 2013) a montré une baisse de 21 % à 51 % de la mortalité de chiroptères insectivores par collision avec des éoliennes équipées d'enceintes à ultrasons comparée à celles qui en sont dépourvues. Cette méthode ne concerne toutefois que les microchiroptères à La Réunion, puisqu'elle se base sur leur utilisation de l'écholocation. Si ces dispositifs sont encore en test, leurs effets sont prometteurs et une mise en œuvre peut être envisagée à l'avenir.



Éoliennes, La Réunion. © Biotope

2.2.6 Parcs photovoltaïques

À La Réunion, les parcs photovoltaïques sont encore peu nombreux et d'étendues modérées. On constate toutefois un développement, qui peut avoir un impact. Les connaissances de l'impact des parcs photovoltaïques sur les chiroptères sont insuffisantes car très peu de travaux de recherches ont été effectués. Le principal risque supposé est la collision du fait que les chauves-souris utilisant l'écholocation puissent confondre la surface lisse des panneaux avec une surface d'eau et donc essayer d'y boire. Toutefois aucune collision n'a été constatée lors de tests en laboratoire. Russo *et al.* ont également démontré en milieu naturel que si les chauves-souris pouvaient parfois tenter de lécher les surfaces lisses telles que les panneaux solaires, elles ne s'obstinaient pas, donc ne s'épuisaient pas. Lors d'études similaires sur l'avifaune, les impacts ont également été considérés comme peu probants. Le risque d'impacts négatifs directs liés aux panneaux photovoltaïques sur les chiroptères est donc considéré comme faible. En revanche, les panneaux photovoltaïques semblent avoir un impact négatif sur la reproduction des populations d'insectes, qui les confondent avec des surfaces d'eau, sur lesquelles ils pondent, selon une étude de Horváth en 2009. Les insectes étant la source d'alimentation des microchiroptères de La Réunion, cela pourrait avoir à terme un impact

indirect sur les populations de chauves-souris. Des études complémentaires sont toutefois nécessaires pour confirmer cette hypothèse.

Quelques mesures peuvent donc être prises pour réduire l'impact à terme des panneaux photovoltaïques sur les populations de chauves-souris, en plus des recommandations faites pour l'ensemble des projets (cf. **2.2.1**) :

- Opter pour un emplacement ne détruisant pas une zone de chasse de microchiroptères : cela limitera à la fois l'impact sur la disponibilité alimentaire en insectes pour les microchiroptères, mais aussi leurs contacts avec la centrale photovoltaïque.
- Ne pas éclairer le site : en milieu naturel, les fermes solaires ne sont généralement pas ou peu éclairées artificiellement. Afin de ne pas impacter la trame noire et de limiter les impacts sur les chiroptères, ainsi que sur toute la faune nocturne (avifaune, invertébrés, etc.), il est préférable de ne pas mettre en place d'éclairage artificiel.
- Favoriser des panneaux solaires moins attractifs pour les insectes : les panneaux solaires ayant des bords et des grilles blanches non polarisantes sont moins trompeurs.



Parc photovoltaïques, La Réunion. © J. Poirion, Biotope

2.2.7 Mise en sécurité de falaises, grottes et carrières

Pourquoi les projets d'aménagement et de mise en sécurité de falaises, grottes et carrières sont concernés ?

Les chiroptères cavernicoles affectionnent les falaises et les grottes pour leurs gîtes. La mise en sécurité de falaises, de grottes et de carrières peut donc conduire au dérangement ou à la destruction de gîtes et d'individus, et nécessiter donc une demande de dérogation. Cela peut également entraîner une mortalité, en cas de fermeture de cavités abritant des chiroptères.



Quelles pistes explorer ?

Des solutions sont déjà appliquées dans d'autres départements présentant les mêmes problématiques :

- Installer des mises en sécurité autorisant le passage des chiroptères dans le cas de grottes et de cavités : la mise en place de dispositifs tels que des grilles ou des chiroptières (passages à chiroptères), adaptés aux espèces, garantit l'accès à ces animaux tout en sécurisant la grotte ;
- Adapter le projet aux gîtes détectés : lorsque c'est possible, déplacer les installations de sécurisation de falaises (points d'ancrages, filets, etc.) pour limiter l'impact sur les colonies ;
- Éviter la destruction définitive de gîtes : pour permettre le retour des colonies une fois le projet mené à son terme, opter pour des solutions limitant la destruction de gîtes, par exemple en évitant les coulures de béton lors de l'ancrage pour préserver les fissures.

Aller plus loin

Le réaménagement des carrières en fin d'exploitation peut être fait au profit des chiroptères, par la fermeture des tunnels s'ils existent, par des chiroptières ou des grilles, afin d'en permettre l'accès uniquement aux chauves-souris. Des cavités et tunnels peuvent également être créés pour favoriser le retour de chiroptères une fois l'exploitation de la carrière terminée. La mise en défens de la carrière concernée pour empêcher les intrusions et le dérangement est nécessaire.



Exemples de grilles de mise en défens de carrières souterraines. Le même dispositif peut être mis en place pour les grottes et éventuels tunnels à sécuriser à La Réunion. © Épernay-agglo en haut, © MNHN en bas.

Quels sont les principaux points de vigilance ?

Les principaux points de vigilance concernent le dérangement et la destruction de gîtes existants :

- Enfermement d'individus ou destruction de gîtes lors de la fermeture de grottes ou de cavités de carrières (tunnels) ;
- Dérangement et destruction de gîtes lors des travaux de sécurisation de falaises (purgés, destruction de roches, ancrage de roches, pose de filets, etc.).

Petits Molosses dans leur milieu naturel, une grotte.
© David Wilkinson, UMR PIMIT

2.2.8 Espaces verts gérés

Pourquoi les espaces verts gérés (parcs, forêts, champs et élevages, vergers, etc.) sont concernés ?

Les espaces verts gérés peuvent engendrer des effets positifs et négatifs sur les chiroptères selon leur gestion. De même, les chiroptères peuvent avoir des effets positifs sur la gestion des espaces verts.

Espaces verts urbains, parcs et forêts

Certains arbres des espaces verts, parcs et forêts offrent des gîtes potentiels pour les espèces nichant dans les arbres, notamment les Taphiens de Maurice et les Roussettes noires. En cas de présence de colonies dans ces arbres, des demandes de dérogations seront nécessaires pour leur élagage ou leur abattage. De plus, la mise en place de sentiers à proximité de ces arbres risque d'induire du dérangement.



Quels sont les principaux points de vigilance ?

Lors de la gestion des espaces verts, les points suivants sont à éviter :

- Abattage d'arbres pouvant accueillir des gîtes potentiels ;
- Facilitation de l'accès à des arbres accueillant des colonies : lors de l'aménagement d'espaces verts donnant lieu à des débroussailllements et à la création de chemins et sentiers, l'accès du public aux gîtes peut être facilité et mener à un dérangement.

Quelles pistes explorer ?

- Localiser et préserver les arbres portant des gîtes
- Faire passer les chemins et sentiers à distance des arbres-gîtes.

Aller plus loin

La gestion des espaces verts peut également favoriser l'installation de chiroptères grâce à des actions faciles à mettre en place et peu coûteuses :

- Favoriser les plantations diversifiées et stratifiées : la diversité spécifique favorise l'installation de chiroptères du fait d'une plus grande présence d'insectes, et permet à la fois un boisement plus productif ;
- Conserver les trouées (clairières, chemins) et les zones humides à l'intérieur des boisements : les trouées ont un effet lisière et les zones humides favorisent la présence d'insectes, elles servent donc à la chasse des chiroptères ;
- Éviter les coupes rases et l'isolement des arbres gîtes : en cas de nécessité d'abattage et de présence de chiroptères, il est préférable de maintenir des bosquets et des haies pour permettre les déplacements des animaux ;

- Laisser les rémanents au sol : à la suite d'une coupe, laisser les souches hautes et les arbres morts au sol afin de favoriser la présence d'insectes, nourriture des microchiroptères ;
- Favoriser les coupes en trouées dans les lisières : les interventions progressives, par poches, produisent un boisement hétérogène que les chiroptères préfèrent ;
- Ne pas arracher les haies et linéaires paysagers servant de corridors de déplacement pour les chiroptères.

Infrastructures légères en espaces verts publics

Les infrastructures légères en espaces verts publics (parcs, sentiers, etc.), en particulier les structures en bois type kiosques et abris, peuvent être attractives pour les chiroptères, en particulier les Petits Molosses. En cas de présence dans ces structures, leur usage peut poser des problèmes à la fois sanitaires et de confort pour les usagers, et de dérangement pour les chiroptères. De plus, l'entretien des infrastructures pose également le problème de déplacements intentionnels et de destructions d'habitat s'il y a des gîtes, nécessitant donc une dérogation.



Quels sont les principaux points de vigilance ?

- Espaces abrités et interstices favorables à l'installation des chiroptères : poutres, fentes de bois, espaces entre les planches, etc. ;
- Lumières attractives pour les insectes à proximité immédiate des structures.

Ces mesures sont très proches, voire identiques à celles du Plan National d'Action en faveur du Lézard de Manapany, et sont valables pour la protection du Lézard vert des Hauts, deux espèces protégées de La Réunion, et participent donc à une protection élargie.



Colonie de Petits Molosses dans un kiosque à La Réunion.
© Muriel Dietrich, UMR PIMIT

Quelles pistes explorer ?

- Pour les infrastructures existantes : opérer un recensement et un suivi des kiosques et autres infrastructures existantes pour connaître leur occupation éventuelle par des chiroptères (présence/absence, nombre d’individus, fonction du gîte). En cas de présence, des aménagements légers maintiendront l’existence de la colonie tout en évitant les désagréments pour les usagers (chutes de guano, odeurs, etc.) : mise en place d’un faux plafond métallique sous la voûte du kiosque, laissant le passage aux chiroptères, et incliné afin de permettre l’évacuation du guano. La cohabitation entre usagers et chauves-souris devient alors possible. Il faudra toutefois veiller à prendre en compte la colonie et mettre en œuvre des mesures en cas d’entretien, de modification ou de destruction de l’aménagement.
- Pour les infrastructures à venir : éviter la création d’habitats favorables en optant pour des architectures n’offrant pas d’interstices, d’espaces sous toit isolés, etc. Dans l’impossibilité d’assurer cela, installer des grillages en maille fine empêchant l’accès à ces zones.

Attention :

Contrairement à certaines croyances, l’éclairage n’éloigne pas les chauves-souris, au contraire ! En effet, les éclairages attirent les insectes, formant un terrain de chasse idéal pour les microchiroptères. Il est donc préférable d’éviter les éclairages à proximité de ces infrastructures.

1. Park, “Mitigating the impacts of agriculture on biodiversity” ; Bruxaux and Keck, “Effets environnementaux des antiparasitaires endectocides dans le cadre des parcs nationaux et du pastoralisme : exemple de l’ivermectine.” ; Cervek, “Intégrer la biodiversité dans les systèmes d’exploitation agricole : le projet IBIS.” ; Heim *et al.*, “The importance of landscape elements for bat activity and species richness in agricultural areas.”
2. Thouzeau and Brescia, “Les microchiroptères de Nouvelle-Calédonie : état des connaissances, enjeux de conservation et protocoles d’étude.”



Agriculture, vergers, élevages

Les activités agricoles ont également des impacts sur les chiroptères et certaines bonnes pratiques peuvent être choisies pour participer à la préservation des chiroptères.

Quelles sont les bonnes pratiques à adopter pour une meilleure préservation des chiroptères ?

- Les pratiques suivantes permettent de favoriser la survie des chiroptères facilement et à moindre coût¹ :
- Réduire l’usage de pesticides, qui par leur contamination des fruits et de l’eau, peuvent contribuer à la mortalité des espèces de chauves-souris particulièrement sensibles ;
 - Dans les élevages, réduire l’usage de vermifuges et anti-parasitaires nocifs aux chiroptères, mieux choisir la période d’utilisation (en dehors des périodes de reproduction des microchiroptères) et préférer des solutions alternatives ;
 - Maintenir les haies et linéaires paysagers pour la chasse et le déplacement des chiroptères.

Aller plus loin

Les microchiroptères peuvent améliorer les rendements en agriculture, notamment en raison des grandes quantités d’insectes qu’ils consomment et parce qu’ils jouent le rôle de fertilisant naturel grâce au guano qu’ils produisent². Pour favoriser leur présence et bénéficier de leur capacité de bio-insecticide, la mise en place de nichoirs à proximité des cultures peut être envisagée.

Roussette noire et vergers

La Roussette noire est une espèce indigène frugivore. À La Réunion, bien qu’elle puisse très occasionnellement se nourrir sur les vergers, la petite taille de la population et le fait qu’elle semble préférer les fruits d’espèces non cultivées font qu’elle ne représente pas une menace significative pour les cultures de l’île. Il est malgré tout possible de protéger les fruits des vergers des Roussettes mais aussi des oiseaux (dont la consommation est bien plus importante), en installant des filets adaptés sur les arbres individuellement, voire idéalement des filets individuels par branche porteuse de fruits. Attention toutefois, pour que ces filets soient efficaces et ne deviennent pas un piège mortel pour les chauves-souris et les oiseaux, quelques règles sont à suivre :

- une maille très fine, de 5 mm ou moins ;
- le filet doit être tendu, ne pas bailler, et être solidement fixé pour ne pas s’envoler.

Il est à noter que le dérangement, l’effarouchement, le piégeage ou encore l’abattage des Roussettes noires sont illégaux et s’avèrent inefficaces pour limiter leur présence sur les vergers¹.

1. Oleksy *et al.*, The impact of the endangered Mauritian Flying Fox *Pteropus niger* on commercial fruit farms and the efficacy of mitigation.

2.2.9 Réseaux électriques et câbles

Pourquoi les réseaux électriques et câbles de transmission sont concernés ?

Les réseaux de transmission sont un facteur de mortalité par collisions et électrocutions pour les Roussettes Noires du fait de leur grande taille et de leur hauteur de vol plus importante et en raison de la faible visibilité des câbles, les Roussettes ne pratiquant pas ou peu l’écholocation. Ces phénomènes peuvent également impacter les populations humaines en provoquant des coupures. Ils ont également un impact sur les populations par la fragmentation des paysages et habitats et des corridors de déplacement des chiroptères.



Quels sont les principaux points de vigilance ?

Les câbles électriques tendus en travers des corridors de déplacement et à proximité des zones de chasse sont davantage susceptibles de provoquer des collisions. L’électrocution arrive notamment lorsque plusieurs câbles sont à faible distance les uns des autres, conduisant les grands chiroptères comme la Roussette noire à en toucher deux simultanément, créant un pont de courant.

Quelles pistes explorer ?

- Certaines solutions sont envisageables pour limiter le nombre de collisions, mais les connaissances restent encore limitées :
- Éviter les câblages importants en travers des corridors majeurs de déplacement et à proximité des gîtes ;
 - Éviter le câblage à proximité d’arbres fruitiers attractifs pour les Roussettes noires ;
 - Préférer des câbles plus hauts, écartés de plus d’un mètre et en petit nombre ;
 - Privilégier l’enfouissement des nouveaux câblages.



Roussette noire électrocutée, Maurice. (© Anon)



Les étapes clés de la prise en compte des chiroptères dans les aménagements

Trois étapes clés ont été décrites dans ce guide, avec pour objectif une meilleure prise en compte des chiroptères de La Réunion dans les aménagements. Ces étapes sont les suivantes :

- Mesures en phase de préfiguration du projet ;
- Mesures en phase de conception du projet ;
- Diagnostic des incidences du projet et demande de dérogation lorsque c'est nécessaire.

Dans **certains cas**, ces étapes en phase préfiguration et conception du projet peuvent permettre d'éviter les impacts, donc le dossier de dérogation.

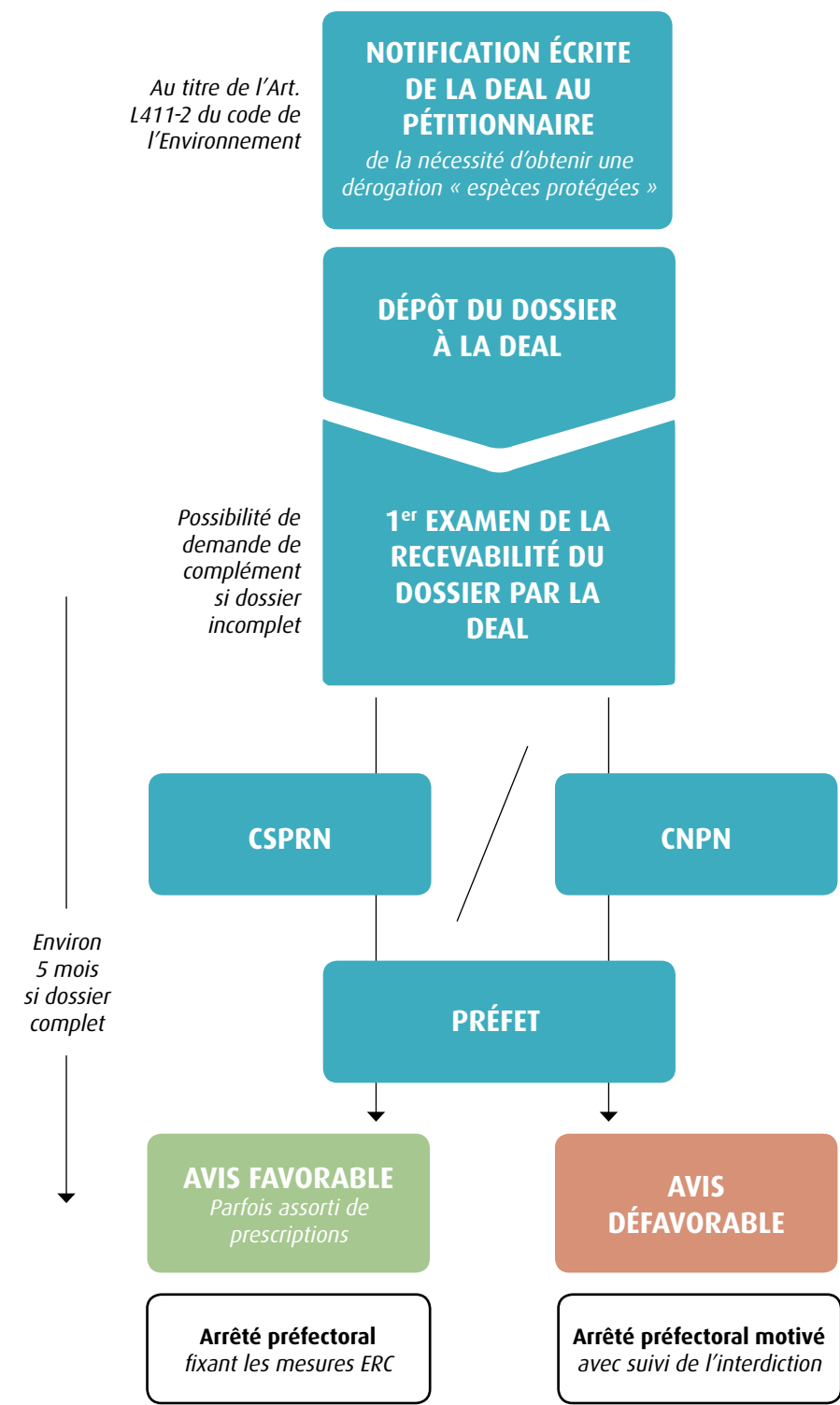
Pour **le reste des projets**, mettre effectivement en place ces mesures en phase de préfiguration et de conception facilitera le processus de demande de dérogation.

Tableau 1 : Étapes-clés de la prise en compte des chiroptères dans les aménagements à La Réunion.

Quand ?	Quoi ?	Qui ?
Phase préfiguration	Visite d'un expert sur le site pressenti pour l'installation de l'aménagement, inventaire succinct et identification des éventuels points de blocage, et le cas échéant définition des stratégies d'évitement. Lors de cette phase, le porteur de projet aura l'occasion de faire les modifications importantes (ex : modification du tracé d'une route), et pourra peut-être éviter de passer par une demande de dérogation concernant les chiroptères.	Expert chiroptérologue, bureau d'études
Phase conception	Application des recommandations du guide en fonction du type de projet, dans le design, l'emplacement précis et la méthodologie de mise en place du projet. Ces mesures permettent d'éviter et de réduire les impacts des projets sur les chiroptères, soit en évitant ou réduisant le risque de mortalité et de gêne, soit en évitant ou réduisant le risque de colonisation des aménagements. Ces mesures bénéficient donc à la fois aux chiroptères et aux aménageurs.	Possible accompagnement par un bureau d'études spécialisé

Malgré la mise en place de toutes les mesures d'évitement et de réduction en amont du projet, il peut rester des impacts résiduels significatifs. En ce cas, une procédure de demande de dérogation peut être lancée si le projet n'est pas refusé. Celle-ci suit les étapes suivantes :

PROCÉDURE DE DEMANDE DE DÉROGATION « ESPÈCES PROTÉGÉES »



Petits Molosses (*Mormopterus francoismoutoui*) s'abreuvant en vol, La Réunion. © Cédric Hoarau, Biotope



4. QUI CONTACTER ?

Tableau 2 : les interlocuteurs publics à contacter

Organisme	Rôle	Contact
DEAL Réunion Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement	En charge de l'instruction des dossiers de dérogation	2, rue Juliette Dodu 97400 Saint-Denis 02 62 40 26 26
CRSPN Conseil Scientifique Régional du Patrimoine Naturel	En charge de l'examen des dossiers de dérogation à l'échelle de la région en tant que référence scientifique	
DSV Direction des Services Vétérinaires	Responsable sanitaire en cas d'infraction	Boulevard de la Providence, 97400 Saint-Denis svd974@agriculture.gouv.fr 0262 30 88 23
ONF Office National des Forêts	Gestionnaire des espaces boisés domaniaux gérés, incluant des kiosques	Boulevard de la Providence, 97400 Saint-Denis +262 262 90 48 00

Tableau 3 : les associations référentes

Organisme	Rôle	Contact
GCOI Groupe Chiroptères Océan Indien	Groupe d'experts chiroptères ayant pour objectifs la formation, l'étude, la recherche scientifique, la conservation et la sensibilisation en faveur des chiroptères	Gildas MONNIER 06 92 67 65 72
SEOR	Centre de soin pouvant accueillir des individus blessés ou malades trouvés	www.seor.fr 13, ruelle des Orchidées, 97440 Saint-André +262 262 20 46 65

Professionnels
Accompagnement par des experts, des porteurs de projets et maîtres d'œuvre dans toutes les étapes du projet pour la prise en compte de l'environnement, y compris des chiroptères



Annexes

Glossaire

Chiroptère	Terme scientifique utilisé pour désigner les chauves-souris.
Chiroptérologue	Expert spécialiste des chauves-souris.
Chiroptière	Petite ouverture permettant aux chauves-souris de passer.
Cut-in limit	Limite minimale de vitesse des vents pour le déclenchement des éoliennes.
Écholocation	Système de repérage par envoi et réception d’ondes sonores.
Endémique	Espèce présente naturellement exclusivement dans une région géographique délimitée.
Futaie	Forêt de grands arbres aux fûts dégagés.
Fragmentation du paysage	Tout phénomène artificiel de morcellement de l’espace, qui peut ou pourrait empêcher une ou plusieurs espèces de se déplacer comme elles le devraient, alors qu’en l’absence de facteur de fragmentation, elles se déplaceraient normalement.
Indigène	Espèce présente naturellement dans une région géographique délimitée, mais pas exclusivement.
Trame noire	Ensemble des corridors écologiques caractérisés par une certaine obscurité et empruntés par les espèces nocturnes.

Acronymes

AE	Autorité environnementale
CNPN	Conseil National du Patrimoine Naturel
CSRPN	Conseil Scientifique Régional du Patrimoine Naturel
DEAL	Direction de l’Environnement, de l’Aménagement et du Logement
DSV	Direction des Services Vétérinaires
GCOI	Groupe Chiroptères Océan Indien
ONF	Office National des Forêts
SEOR	Société d’Études Ornithologiques de La Réunion
ULOR	Upward Light Output Ratio, proportion de flux des lampes considéré comme perdu car éclairant au-dessus du niveau de la lampe
ZNIEFF	Zone Naturelle d’Intérêt Écologique, Faunistique et Floristique

Bibliographie

Arnett, Edward B., Cris D. Hein, Michael R. Schirmacher, Manuela M. P. Huso, and Joseph M. Szewczak. "Evaluating the effectiveness of an ultrasonic acoustic deterrent for reducing bat fatalities at wind turbines." Edited by Danilo Russo. *PLoS ONE* 8, no. 6 (June 19, 2013): e65794. doi.org/10.1371/journal.pone.0065794.

Arnett, Edward B., Manuela MP Huso, Michael R. Schirmacher, and John P. Hayes. "Altering turbine speed reduces bat mortality at wind energy facilities." *Frontiers in Ecology and the Environment* 9, no. 4 (May 2011): 209-14. doi.org/10.1890/100103.

Arrêté du 17 février 1989 fixant des mesures de protection des espèces animales représentées dans le département de la Réunion (1989). www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORF-TEXT000000327123.

Augros *et al.* «La cohabitation entre l'homme et les microchiroptères à La Réunion : bilan actualisé, retours d'expérience et outils de conservation» Vespère, n°. 5 (Décembre 2015) : 371-384

Baerwald, Erin F., Jason Edworthy, Matt Holder, and Robert M.-R. Barclay. "A large-scale mitigation experiment to reduce bat fatalities at wind energy facilities." *Journal of Wildlife Management* 73, n° 7 (September 2009): 1077-81. doi.org/10.2193/2008-233.

Barataud, Michel, et Sylvie Giosa. "Identification et écologie acoustique des chiroptères de La Réunion." Rapport de mission. La Réunion: Pn Réunion & BNOI, 2009.

Bruxaux, Jade, et Gérard Keck. "Effets environnementaux des antiparasitaires endectocides dans le cadre des parcs nationaux et du pastoralisme: exemple de l'ivermectine." VetAgroSup; Université Claude Bernard, 2013. www.researchgate.net/publication/278016558_Effets_environmentaux_des_antiparasitaires_endectocides_dans_le_cadre_des_parcs_nationaux_et_du_pastoralisme_exemple_de_l'ivermectine.

Caceres, Sarah. "Plan de conservation de la Roussette noire (*Pteropus Niger*) dans l'île de La Réunion." DIREN. ONCFS, 2011.

Cervek, C. "Intégrer la biodiversité dans les systèmes d'exploitation agricole: le projet IBIS." *Innovations Agronomiques*, Guide introductif IBIS, no. 25 (2012): 143-54.

Charbonnier, Yohan. "Relations entre diversité des habitats forestiers et communau-

tés de chiroptères à différentes échelles spatiales en Europe: implications pour leur conservation et le maintien de leur fonction de prédation." Université de Bordeaux, 2014. pdfs.semanticscholar.org/e9f0/bd76deb6d90d-b54830427663138e854ad44b.pdf

Code de l'environnement - Article L411-1, L411-1 Code de l'environnement § (2000). www.legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do?sessionId=426CB42A6CFA5F49D6B271920F09CBA.tplgfr22s_2?idArticle=LEGIARTI000033035411&cidTexte=LEGITEXT000006074220&date-Texte=20200417

Code de l'environnement - Article L411-2, L411-2 Code de l'environnement § (2000). www.legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do?sessionId=426CB42A6CFA5F49D6B271920F09CBA.tplgfr22s_2?idArticle=LEGIARTI000033034252&cidTexte=LEGITEXT000006074220&date-Texte=20200417

Code de l'environnement - Article L415-3, L415-3 Code de l'environnement § (2000). www.legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do?idArticle=LEGIARTI000022495739&cidTexte=LEGITEXT000006074220&date-Texte=20100714

CORA Faune Sauvage, et Groupe Chiroptère Rhône-Alpes. "Gestion forestière et préservation des chauves-souris." Guide technique. Les Cahiers Techniques. Rhône-Alpes: Plan d'action en faveur des chiroptères de Rhône-Alpes, Décembre 2011. http://www.plan-actions-chiropteres.fr/sites/default/files/fichiers/ct_gestion_forestiere_et_preservation_chauves-souris_groupe_chiro_rhone-alpes_2011.pdf.

Directive 92/43/CEE du Conseil du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages, Pub. L. No. 92/43/CEE (1992). eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/HTML/?uri=CELEX:31992L0043.

Elmeros, Morten, Moller Julie, and Dekker Jasja. "Bat mitigation measures on roads - a guideline." Guide technique. Brussels: Conference of European Directors of Roads (CEDR), Décembre 1, 2016. www.researchgate.net/publication/314154591_Bat_mitigation_measures_on_roads_-_a_guideline.

Escota. "Projet de sécurisation de falaises: risque de chute de blocs sur l'autoroute A8." Dossier de demande de dérogation, 2016.

Fourasté, Sarah, Emmanuel Cosson, Ophélie Planckaert, Christelle Bassi et Véronique Hénoux. "Guide technique n°1: dispositifs d'aide au franchissement des routes." Guide technique. Région Méditerranéenne France: Programme LIFE+ Chiro Med, April 2014. http://www.plan-actions-chiropteres.fr/sites/default/files/fichiers/fr_guide_technique_1routeschiro_lifechiromed_light.pdf.

Goodman S.-M., Fratpietro S., Tortosa P., "Insight into the identity and origine of *Scotophilus borbonicus* (E. Geoffroy, 1803)", Acta Chiropterologic, 22, no.1(2020) : 41-47.

Greif, Stefan, and Siemer Björn M.-S. "Innate recognition of water bodies in echolocating bats." *Nature Communications* 1, n° 1 (November 2, 2010): 1-6. doi.org/10.1038/ncomms1110.

Groupe Chiroptère de Provence. "Plan Régional d'Actions des chiroptères en Provence - Alpes-Côte d'Azur." Plan Régional d'Action. Provence - Alpes-Côte d'Azur: Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer, Décembre 2011.

Gunnell, Kelly, Gary Grant, and Carol Williams. "Landscape and urban design for bats and biodiversity." UK: Bat Conservation Trust, 2012. cdn.bats.org.uk/pdf/Our%20Work/Landscape_and_urban_design_for_bats_and_biodiversityweb.pdf?mtime=20181101151349.

Heim, Olga, Julia T. Treitler, Marco Tschapka, Mirjam Knörnschild, and Kirsten Jung. "The importance of landscape elements for bat activity and species richness in agricultural areas." Edited by Danilo Russo. *PLoS ONE* 10, no. 7 (July 31, 2015): e0134443. doi.org/10.1371/journal.pone.0134443.

Horváth, Gábor, Miklós Blahó, Ádám Egri, György Kriska, István Seres, and Bruce Robertson. "Reducing the maladaptive attractiveness of solar panels to polarotactic insects: polarized light pollution from solar panels." *Conservation Biology* 24, no. 6 (Décembre 2010): 1644-53. doi.org/10.1111/j.1523-1739.2010.01518.x.

Keeley, Brian W., and Merlin D. Tuttle. *Bats in American Bridges*. Austin, Texas: Bat Conservation International, Inc., 2014. www.batcon.org/pdfs/bridges/Bats-Bridges2.pdf.

Ministère du Développement Durable, and DGEC. "Guide sur la prise en compte de l'environnement dans les installations

photovoltaïques au Sol: exemple Allemand." Guide technique. Allemagne: MEEDDAT - Direction Générale de l'Énergie et du Climat, January 2009.

National Roads Authority. "Best practice guidelines for the conservation of bats in the planning of national road schemes." Guide technique. UK, 2017. www.tii.ie/technical-services/environment/planning/Best_Practice_Guidelines_for_the_Conservation_of_Bats_in_the_Planning_of_National_Road_Schemes.pdf.

Nowicki, François. *Chiroptères et Infrastructures de Transport*. Provins: Cerema, 2016.

Oleksy, Ryszard Z., Charles L. Ayady, Vikash Tatayah, Carl Jones, Jérémy S.P. Froidevaux, Paul A. Racey, and Gareth Jones. "The impact of the endangered mauritian flying fox *Pteropus niger* on commercial fruit farms and the efficacy of mitigation." *Oryx*, November 9, 2018, 1-8. doi.org/10.1017/S0030605318001138.

Park, Kirsty J. "Mitigating the impacts of agriculture on biodiversity: bats and their potential role as bioindicators." *Mammalian Biology* 80, no. 3 (May 2015):

191-204. doi.org/10.1016/j.mambio.2014.10.004.

Probst, Jean-Michel. *Faune Indigène Protégée de l'île de La Réunion*. Nature & Patrimoine. La Réunion: Association Nature & Patrimoine, 2002.

Probst, Jean-Michel, and Pierre Brial. "Chauve-souris blanche de Bory." In *Récits Anciens de Naturalistes à l'île Bourbon: Le Premier Guide Des Espèces Disparues de La Réunion*, Association Nature & Patrimoine. La Réunion, 2002.

Russo, Danilo, Luca Cistrone, and Gareth Jones. "Sensory ecology of water detection by bats: a field experiment." *PLoS ONE* 7, no. 10 (October 25, 2012). doi.org/10.1371/journal.pone.0048144.

Sanchez, M, and Sarah Caceres. "Plans National d'Actions en faveur du Gecko vert de Manapany *Phelsuma inexpectata*." Plan National d'Actions. La Réunion: Ministère de l'Ecologie, du Développement durable, des Transports et du Logement; DEAL Réunion; NOI/ONCFS, 2011.

Sétra, CETE de l'Est, and CETE Normandie-Centre. "Chiroptères et infrastructures

de transports terrestres: menaces et actions de préservation." Note d'information. Série Économie Environnement Conception. Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer, November 2009. http://www.trameverteetbleue.fr/sites/default/files/note_information_chiropteres_infrastructures.pdf.

Thouzeau, Alexandre, and Fabrice Brescia. "Les Microchiroptères de Nouvelle-Calédonie: Etat des connaissances, enjeux de conservation et protocoles d'étude." Rapport d'étude. Institut Agronomique Néo-Calédonien, May 2014. http://gaiaac.iac.nc/opac_css/doc_num.php?explnum_id=1418.

Wellig, Sascha D., Sébastien Nusslé, Daniela Miltner, Oliver Kohle, Olivier Glaizot, Veronika Braunsch, Martin K. Obrist, and Raphaël Arlettaz. "Mitigating the negative impacts of tall wind turbines on bats: vertical activity profiles and relationships to wind speed." Edited by Vanesa Magar. *PLoS ONE* 13, no. 3 (March 21, 2018): e0192493. doi.org/10.1371/journal.pone.0192493.

Titre du document : **Guide pour la prise en compte des chiroptères dans les projets d'aménagements à La Réunion**

Auteurs : **Léa Suarez** (Biotope) et **Guillaume Amirault** (Biotope)

Comité de Pilotage : **Gildas Monnier** (GCOI), **Mélodie Gosset** (DEAL Réunion), **Pierre-Yves Fabulet** (Ecomed), **Stéphane Augros** (Cyathea-Ecomed), **Renaud Martin** (Ecodden), **Muriel Dietrich** (IRD), **Philippe Apche** (CG974), **Daysie Riquel** et **Vincent Tourmez** (SIDR)

Financeurs : **SIDR** (principal financeur) et **Compagnie Ho-Hio-Hen**, dans le cadre de mesures d'accompagnement pour une dérogation d'espèces protégées pour le Petit Molosse

Réalisation : **Biotope Communication Éditions**

Date de publication : **janvier 2021**

Photo page 1 de couverture : Petit Molosse de la Réunion, *Mormopterus francoismoutoui*, © **Cédric Hoarau** (Biotope)
Photo page 4 de couverture : Mafate depuis la rivière des galets, © **Léa Suarez** (Biotope)

ISBN : 978-2-36662-267-6

Dépôt légal : janvier 2021

