

ÉTUDE PRÉALABLE D'IDENTIFICATION
ET DE CARTOGRAPHIE DES RÉSEAUX
ÉCOLOGIQUES À LA RÉUNION

Tome 1 - Méthodologie



Ressources, territoires, habitats et logement
Énergies et climat Développement durable
Prévention des risques Infrastructures, transports et mer

Présent
pour
l'avenir



PRÉFET
DE LA RÉGION
RÉUNION

Etude préalable d'indentification et de cartographie des réseaux écologiques à la Réunion (trois volumes)

La DEAL Réunion est Maître d'ouvrage de cette étude et en a confié la réalisation à ASCONIT Consultants – EcoDDen – PARETO.

Pilotage du projet : DEAL Réunion, Frédérique ZELMIRE (SEB/UBMT/chargée de mission Connaissance et trames écologiques)

Nous tenons à remercier les personnes suivantes qui ont contribué à cette étude soit lors d'entretiens, lors des ateliers ou pour une relecture thématique :

Raphaël LAGARDE (ARDA), Coralie VERMENOT (IFREMER), Sarah CACERES (ONCFS), Mickaël SANCHEZ (NOI), Marie LACOSTE, Christian FONTAINE, Frédéric PICOT et Luc GIGORD (CBNM), Nicolas LAURENT (SEOR), Eric BUFFARD et Patrick PAYET (BNOI), Gaël POTIN (SRAM), Sonia RIBES (MHNR), Claire JEAN et Stéphane CICCIONE (Kélonia), Guillaume COTTAREL et Violaine DULAU (GLOBICE), Jacques ROCHAT (Insectarium), David GUYOMARD (CRPMEM), Marine RIDCHARSON (FDPPMA), Pierre VALADE (OCEA), Karine POTHIN (RNMR), Patrick FROUIN (ECOMAR), Stéphane BARET, Hermann THOMAS, Jean-Marie PAUSE et Marc SALAMOLARD (PNR), Philippe LENA (CINOR), Jean Christophe DIJOUX (Cne Saint Denis), Pierre AGON (Cne Sainte Suzanne), Jean Claude TECHER (Cne Sainte Marie), Jean MASSIP, Frédéric DERAND et Alain SINARETTY (CIREST), Patrice GOYER (ECOVIA), Jean Marie ARMAND (Cne La Plaine des Palmistes), Nathalie LOUTCHMIA, Stéphanie BONERE et Pierre GRANGE (Cne Saint Benoit), Marie-Pierre NEHOVA NATIHA et Zakaria KAZI (Cne Saint André), Olivier CHEVALIER (TCO), Aude QUIDBOEUF (Cne La Possession), Laurent LORION, Sébastien HERMANN, et Ulrick VALLIEMIN (CIVIS), David RIVIERE (Cne des Avirons), Matthieu SALIMAN, Patricia BENON et Sabine STAAL (DEAL/SEB), Thierry PAYET, Xavier PAYET, Emmanuel BRUZAC, Eve OMBREDANE et Karine LOMBARD (DEAL/SADEC), François BOULEVART (DEAL/antenne ouest), Michel HOAREAU (DEAL/ antenne est), Philippe DI BERNARDO (DEAL/antenne sud), Sylvain BLOND.

Citation :

ASCONIT-ECODDEN-PARETO 2014 - Etude préalable d'indentification et de cartographie des réseaux écologiques à la Réunion. Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement de la Réunion.

Juin 2014

ABRÉVIATIONS ET ACRONYMES

ABC : Atlas de la Biodiversité Communale

AR : assez rare (classement CBNM)

CBNM : Conservatoire Botanique National des Mascariens

CEL : Conservatoire de l'Espace Littoral et des rivages lacustres

CIREST : Communauté Intercommunale Réunion Est

COI : Commission de l'Océan Indien

COMOP : Comité opérationnel TVB

CR : en danger critique d'extinction (classement UICN)

CTOI : Commission des Thons de l'Océan Indien

DCE : Directive Cadre sur l'Eau

DD : Données insuffisantes (classement UICN)

DEAL : Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

DOM : Départements d'Outre-Mer

DPE : Domaine privé de l'État

DPF : Domaine Public Fluvial

E : exceptionnel (classement CBNM)

EEE : espèce exotique envahissante

EN : en danger d'extinction (classement UICN)

ENS : Espaces Naturels Sensibles

FCBN : Fédération des Conservatoires Botaniques Nationaux

LC : préoccupation mineure (classement UICN)

MEDDE : Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie

MNHN : Muséum National d'Histoire Naturelle

NOI : Nature Océan Indien

NT : quasi menacé (classement UICN)

ONF : Office National des Forêts

ORGFH : Orientations Régionales de Gestion et de Conservation de la Faune Sauvage et de ses Habitats

PDC : Plan Directeur de Conservation

PDPG : Plan Départemental pour la Protection du milieu aquatique et la Gestion des ressources piscicoles

PLU : Plan Local d'Urbanisme

PNA : Plan National d'Action

PNR : Parc National de La Réunion

POLI : Programme Opérationnel de Lutte contre les Invasives

R : rare (classement CBNM)

REDOM : constitution d'un Réseau Écologique visant la préservation des habitats et espèces remarquables dans les forêts publiques des DOM

RR : très rare (classement CBNM)

SAGE : Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux

SAR : Schéma d'Aménagement Régional

SAU : surface agricole utile

SCFHR : Stratégie de Conservation de la Flore et des Habitats à La Réunion

SCOT : Schéma de Cohérence Territoriale

SDAGE : Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux

SIG : Système d'Information Géographique

SOOI : Sud-Ouest de l'Océan Indien

SRB : Stratégie Réunionnaise de Biodiversité

SRCE : Schéma Régional de Cohérence Écologique

TVB : Trame Verte et Bleue

UICN : Union Internationale pour la Conservation de la Nature

VU : vulnérable (classement UICN)

ZEE : Zone Économique Exclusive

ZNIEFF : Zone Naturelle d'Intérêt Écologique, Faunistique et Floristique

TABLE DES MATIÈRES

TOME 1 : METHODOLOGIE

1. PREAMBULE	7
2. UNE TRAME VERTE ET BLEUE SPECIFIQUE ET LOCALE	8
3. OBJECTIFS ET ORGANISATION DE L'ETUDE	12
4. DIAGNOSTIC GLOBAL DU TERRITOIRE	14
5. ETUDES EXISTANTES ET DONNEES DE CADRAGE	30
6. DETERMINATION DES HABITATS ET DES ESPECES DE CONTINUITÉ ECOLOGIQUE	40
7. DETERMINATION DES COMPOSANTES DES CONTINUITES : RESERVOIRS ET CORRIDORS 70	
8. LES TRAMES ECOLOGIQUES DE LA REUNION : SYNTHÈSE DES ENJEUX, DES SOUS- TRAMES ET DES METHODES PROPOSEES	79

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Organisation de l'équipe de travail.....	13
Figure 2 : Richesse de la biodiversité réunionnaise	15
Figure 3 : Évolution historique de la végétation indigène à La Réunion	18
Figure 4 : Éléments de fragmentation des milieux	21
Figure 5 : Exemple de corridors et interfaces (Lagabrielle, 2007)	31
Figure 6 : carte des continuités pour la trame verte et bleue (CETE, 2012)	32
Figure 7 : Les continuités écologiques définies dans le SAR	36
Figure 8 : Les corridors identifiés dans la Charte du Parc National	37
Figure 9 : Les réservoirs biologiques de La Réunion (DEAL, 2011)	38
Figure 10 : Étagement de la végétation selon Thérésien Cadet (1980).	44
Figure 11 : Espèces de continuité : arbre de décision pour la flore	51
Figure 12 : Espèces de continuité : arbre de décision pour la faune terrestre	52
Figure 13 : répartition des espèces par continuum de végétation (graphe).....	54
Figure 14 : Déplacements annuels du Pétrel de Barau (Pinet <i>et al.</i> , 2011)	55
Figure 15 Modèle de la circulation hydrodynamique dans la zone Sud-Ouest de l'Océan Indien (pour le mois d'août).	61
Figure 16 : déplacement des tortues caouanes (g) et des cétacés (d) (Obura <i>et al.</i> , 2012) ..	61
Figure 17 : Transport des larves de <i>E. merra</i> entre l'île de La Réunion et Maurice extrait de Crochelet, 2010	62
Figure 18 : Mise en évidence de corridors potentiels à l'issue d'une opération de dilatation-érosion (Cemagref)	75
Figure 19 : Analyse de l'occupation du sol dans les corridors écologiques potentiels (source : Cemagref).....	76
Figure 20 : Schéma d'un réseau écologique (Région Rhône-Alpes).....	76
Figure 21 : Principe de la méthode distance-coût	77
Figure 22 : Présentation des trames et de leurs déclinaisons en sous-trames, selon les enjeux d'habitat	79
Figure 23 : Présentation des trames et des enjeux faunistiques correspondants.....	80
Figure 24 : Interfaces et déplacements d'espèces entre sous-trames	81

1. PREAMBULE

Cette introduction est à considérer comme une aide à la lecture du rapport. Elle précise les principales définitions et les adaptations apportées au concept de continuité écologique appliqué en métropole. Ce chapitre a été écrit a posteriori pour faciliter la compréhension. Il présente donc certains résultats qui seront développés dans les chapitres suivants.

Le concept scientifique de **continuité écologique**¹ est un outil développé pour répondre aux enjeux internationaux de perte de biodiversité. Il s'agit d'une approche complémentaire de celle des aires protégées, qui prend en considération le déplacement des espèces au cours de leur vie. En France, ce concept se décline en « **Trame verte et bleue** », qui devient alors un **outil d'aménagement du territoire**. C'est une démarche lancée officiellement par le Grenelle de l'environnement (Lois n° 2009-967 du 3 août 2009 dite loi Grenelle 1 et [n° 2010-788 du 12 juillet 2010 dite Loi Grenelle 2](#)), créant le titre VII du livre III du code de l'environnement mais générant également des modifications dans le Code de l'urbanisme. Ces lois ont été complétées récemment pour la partie réglementaire par le décret n°2012-1492 du 27 décembre 2012 relatif à la Trame verte et bleue.

La loi Grenelle 2, dans son article 121, demande à ce que soient élaborés, aux échelles nationale, régionale et locale, différents documents de cadrage puis de déclinaison de la Trame verte et bleue (TVB). Le Schéma Régional de Cohérence Écologique (SRCE) constitue un outil intégrateur de mise en œuvre du Grenelle de l'Environnement en matière de biodiversité. Il représente en effet le schéma définissant la « Trame verte et bleue » à l'échelle régionale.

Dans les DOM, le SRCE sera intégré au SAR sous la forme d'un chapitre individualisé relatif à la TVB, faisant office de SRCE. La version actuelle du SAR a été récemment révisée et approuvée en novembre 2011. Elle comprend déjà un travail sur les continuités écologiques qui anticipe sur la mise en place de la TVB. Néanmoins, ce travail n'a pas intégré l'ensemble des composantes d'un SRCE car il est antérieur aux différents guides méthodologiques. Les SAR doivent intégrer cette thématique dans les cinq ans suivant la publication des orientations nationales en faveur de la préservation des continuités écologiques, publication qui a eu lieu le 20 janvier 2014.

Le travail demandé dans la présente étude intervient donc dans le calendrier de révision des SCOT et PLU pour apporter des éléments sur la thématique « continuités écologiques ». L'ensemble des SCOT, y compris celui de la CIREST qui est déjà opposable, est en cours de révision suite à l'adoption du SAR. L'étude doit fournir une base cartographique adaptée aux différentes échelles, intercommunalités et communes, afin de les aider à maintenir la biodiversité, préserver ou remettre en bon état les continuités écologiques. Cette cartographie est élaborée étape par étape sur une base scientifique pour être mise à la disposition des décideurs politiques.

L'objectif est donc de collecter toute l'information disponible et de l'analyser afin de définir une méthodologie adaptée, puis d'identifier les réseaux écologiques de l'île de La Réunion. Les données disponibles sont éparpillées et doivent être capitalisées, synthétisées et enrichies par des avis d'experts.

L'objectif final est d'obtenir un document de référence présentant les réseaux écologiques de La Réunion et prenant en compte les enjeux socio-économiques du territoire. Cette étude répondra enfin du mieux possible à ce que demande la loi, tout en s'adaptant au contexte de l'île et en répondant aux enjeux réunionnais.

¹ La définition des différents concepts mobilisés est consultable dans le paragraphe 2.1 Des concepts clés.

2. UNE TRAME VERTE ET BLEUE SPECIFIQUE ET LOCALE

Avant d'aller plus loin dans le rapport il est important de préciser la définition des principaux termes techniques utilisés dans le présent rapport lorsque l'on parle de continuités écologiques. La partie suivante présentera dans quelle mesure les principes définis pour la métropole doivent être adaptés au contexte particulier de l'Ile de La Réunion.

2.1 Des concepts clés

Biodiversité

« La biodiversité, c'est tout le vivant et la dynamique des interactions en son sein. Plus précisément, c'est **l'ensemble des milieux naturels et des formes de vie** (plantes, animaux, êtres humains, champignons, bactéries, virus...) ainsi que **toutes les relations et les interactions** qui existent, d'une part, entre les organismes vivants eux-mêmes, et, d'autre part, entre ces organismes et leurs milieux de vie » (source : site du MEDDE, 2013).

Continuité écologique (ou réseau écologique)

Les continuités écologiques (ou réseaux écologiques) constituant la trame verte et bleue comprennent des réservoirs de biodiversité et des corridors écologiques. (Art. R. 371-19 du code de l'environnement modifié par le décret n° 2012-1492 du 27 décembre 2012 relatif à la trame verte et bleue).

Leur identification et leur délimitation doivent notamment permettre aux espèces animales et végétales dont la préservation ou la remise en bon état constitue un enjeu national ou régional de se déplacer pour assurer leur cycle de vie et favoriser leur capacité d'adaptation.

Continuum

La notion de continuum est utilisée dans certaines méthodes d'élaboration de réseau écologique. Un continuum est associé à une sous-trame. Il représente un ensemble de milieux contigus, milieux supports de cette sous-trame, au sein desquels le groupe d'espèces associé à la sous-trame peut être présent ou se déplacer (sans préjuger de leur présence effective ou des obstacles possibles). Le continuum correspond donc à une approche habitat des continuités. Ce terme sera plus particulièrement utilisé pour la flore.

Corridor écologique

« Les corridors écologiques assurent des connexions entre des réservoirs de biodiversité, offrant aux espèces des conditions favorables à leur déplacement et à l'accomplissement de leur cycle de vie.

Les corridors écologiques peuvent être linéaires, discontinus ou paysagers. » (Art. R. 371-19 du code de l'environnement modifié par le décret n° 2012-1492 du 27 décembre 2012 relatif à la trame verte et bleue).

Espèce de continuité écologique

L'expression « espèce de continuité écologique correspond à l'adaptation locale de « espèce de cohérence écologique ». Ne pouvant servir de cohérence à l'échelle interrégionale (raccordement des trames de différentes régions comme en métropole), les espèces choisies pour La Réunion ont plusieurs rôles :

- justification des continuités : à quelles espèces servent les continuités identifiées à La Réunion) ;
- base de cartographie de certaines continuités (en particulier grâce aux espèces faunistiques) ;
- vérification de la fonctionnalité de certaines continuités d'habitats (espèces floristiques en particulier).

Habitat

Un habitat naturel (ou semi-naturel) est donc défini comme un ensemble reconnaissable, formé par des conditions stationnelles (climat, sol, relief) et par une biocénose caractéristique aussi bien végétale qu'animale. Compte tenu de leur caractère intégrateur des conditions de milieu et du fonctionnement du système, ce sont les communautés végétales (et leurs complexes) qui sont fréquemment utilisées pour caractériser les habitats (BOULLET, 2003). Les habitats naturels sont donc ainsi souvent définis par l'approche phytosociologique. (SORDELLO R. et al., 2011)

Interface

Zone de contact et de transition entre deux milieux ou deux écosystèmes. La zone d'interface, qui peut être marquée dans le paysage et la végétation, peut abriter des espèces et recevoir des influences des deux milieux adjacents. Elle peut isoler et réunir. Dans tous les cas, c'est une zone particulièrement intéressante pour la biodiversité et les continuités écologiques. Les ravines, les ripisylves, les plages... sont des zones d'interface.

Réseau écologique

Voir continuité écologique

Réservoir de biodiversité

« Les réservoirs de biodiversité sont des espaces dans lesquels la biodiversité est la plus riche ou la mieux représentée, où les espèces peuvent effectuer tout ou partie de leur cycle de vie et où les habitats naturels peuvent assurer leur fonctionnement en ayant notamment une taille suffisante, qui abritent des noyaux de populations d'espèces à partir desquels les individus se dispersent ou qui sont susceptibles de permettre l'accueil de nouvelles populations d'espèces.

Un réservoir de biodiversité peut être isolé des autres continuités de la trame verte et bleue lorsque les exigences particulières de la conservation de la biodiversité ou la nécessité d'éviter la propagation de maladies végétales ou animales le justifient. » (Art. R. 371-19 du code de

l'environnement modifié par le décret n° 2012-1492 du 27 décembre 2012 relatif à la trame verte et bleue).

Sous-trame et trame

Chaque sous-trame n'est composée que d'un certain type de milieu : sous-trame des milieux boisés, des milieux aquatiques, des prairies sèches... Les sous-trames peuvent se concevoir à différentes échelles spatio-temporelles : continentale, nationale, régionale, locale ; déplacements quotidiens, saisonniers, intergénérationnels de la faune. Les sous-trames peuvent s'appuyer sur des milieux contigus et favorables à un groupe écologique : les continuums.

Trame Verte et Bleue

Le décret du 27 décembre 2012 annonce en notice que : « **la Trame verte et bleue est un réseau formé de continuités écologiques terrestres et aquatiques. Elle constitue un outil d'aménagement durable du territoire et contribue à un état de conservation favorable des habitats naturels et des espèces et au bon état écologique des masses d'eau.** (...) Ces continuités écologiques régionales sont identifiées par les Schémas Régionaux de Cohérence Écologique, élaborés conjointement par les présidents de Conseils Régionaux et les préfets de Région, ainsi que par les documents de l'État, des collectivités territoriales et leurs groupements ».

2.2 Situation en métropole et adaptation au contexte réunionnais : une cohérence sur l'ensemble du territoire

En vue de l'identification et de la cartographie d'une Trame verte et bleue nationale, les démarches régionales ont recherché à identifier les espèces et milieux naturels pour lesquels la préservation des continuités écologiques conditionne l'existence et le maintien de la diversité. La cohérence des démarches régionales est assurée par la prise en compte d'enjeux et de zonages traduits par des critères présentés dans le document-cadre accompagnant les Orientations nationales pour la préservation et la remise en bon état des continuités écologiques (décrets n° 2012-1492 du 27 décembre 2012 et n°2014-45 du 20 janvier 2014 relatifs à la trame verte et bleue).

La cohérence nationale de la Trame verte et bleue est assurée en particulier par la prise en compte, dans les schémas régionaux de cohérence écologique, des enjeux relatifs à :

- certains espaces protégés ou inventoriés (prise en compte des zonages de protection ou de connaissance) ;
- certaines espèces (prise en compte des besoins de connectivité des espèces sensibles à la fragmentation, formant des listes régionales d'espèces chargées d'assurer la cohérence nationale de la TVB) ;
- certains habitats (prise en compte des besoins de liaison des habitats sensibles à la fragmentation, formant des listes nationales d'habitats chargés d'assurer la cohérence nationale de la TVB) ;
- des continuités écologiques d'importance nationale.

En complément à ces quatre critères nationaux, la cohérence nationale et interrégionale passe par :

- la prise en compte des enjeux interrégionaux et transfrontaliers ;
- la prise en compte d'espaces déterminants pour les milieux aquatiques et humides de la Trame verte et bleue ;
- le rattachement des sous-trames étudiées localement à l'une des sous-trames suivantes :
 - o milieux boisés ;
 - o milieux ouverts ;
 - o milieux humides ;
 - o cours d'eau ;
 - o milieux littoraux, pour les régions littorales.

Il faut noter que la TVB métropolitaine s'étend jusqu'à la laisse de basse mer et pour les estuaires, à la limite transversale de la mer. **L'identification et la cartographie de continuités marines va donc constituer la première adaptation au contexte réunionnais.**

Pour la métropole, des contributions du MNHN² ont aidé à définir les critères de cohérence habitats, espèces et de cohérence interrégionale et transfrontalière. Avec un délai de mise en place de la TVB fixé à 2012 puis à 2013 en métropole, les démarches sont actuellement en cours de finalisation dans de nombreuses régions.

Concernant les critères de cohérence définis précédemment, un seul reste valable pour les territoires d'Outre-Mer. Il s'agit de la prise en compte des zonages de protection ou de connaissance.

Il était donc nécessaire, dans le cadre de la présente étude, de déterminer une liste d'habitats et une liste d'espèces servant à la cohérence locale des continuités écologique et de base à l'identification et à la cartographie des composantes de la TVB. Ce travail est présenté dans le chapitre 5 de ce rapport. Ces listes ne rentrant pas dans le cadre métropolitain des espèces et habitats de cohérence nationale, **il est proposé de les appeler espèces et habitats de continuité (ou « espèces indicatrices de continuité écologique »).**

² SORDELLO R., COMOLET-TIRMAN J., DE MASSARY J.C., DUPONT P., HAFFNER P., ROGEON G., SIBLET J.P., TOUROULT J., TROUVILLEZ J., 2011. Trame verte et bleue – Critères nationaux de cohérence – Contribution à la définition du critère sur les espèces. Rapport MNHN-SPN. 57 pages. SORDELLO R., GAUDILLAT V., SIBLET J.P., TOUROULT J., 2011. Trame verte et bleue – Critères nationaux de cohérence – Contribution à la définition du critère sur les habitats. Rapport MNHN-SPN. 29 pages. SORDELLO R., COMOLET-TIRMAN J., DA COSTA H., DE MASSARY J.C., DUPONT P., ESCUDER O., GRECH G., HAFFNER P., ROGEON G., SIBLET J.P., TOUROULT J., 2011. Trame verte et bleue – Critères nationaux de cohérence – Contribution à la définition du critère pour une cohérence interrégionale et transfrontalière. Rapport MNHN-SPN. 54 pages.

3. OBJECTIFS ET ORGANISATION DE L'ÉTUDE

3.1 Objectifs de l'étude

Dans la définition classique de la Trame verte et bleue (TVB) comme définie dans précédemment, elle est le résultat de l'assemblage de l'ensemble continuités écologiques, elles-mêmes assemblages des réservoirs de biodiversité et des corridors écologiques. La TVB un outil d'aménagement du territoire qui résulte d'un travail de concertation scientifique puis politique.

Cette étude n'ira pas jusqu'à la définition politique de la Trame verte et bleue de La Réunion. Elle se limitera au travail d'identification scientifique et technique des continuités écologiques et de leurs composantes, à savoir réservoirs de biodiversité et corridors écologiques. Les trames et sous-trames présentées en partie 4 devront ensuite être déclinées et prise en compte dans les documents d'urbanisme de l'île.

3.2 Déroulé de l'étude

Cette étude s'est structurée en quatre phases :

- **Phase 0 – Cadrage de l'étude**
 - Inventaire et collecte des données auprès des experts
 - Diagnostic écologique du territoire
 - Proposition par le prestataire de plusieurs méthodes d'identification de la TVB
- **Phase 1 – Réseau écologique potentiel**
 - Réalisation des versions intermédiaires des cartes
 - Ateliers thématiques en présence des experts
- **Phase 2 – Réseau écologique provisoire**
 - Réalisation des versions finales des cartes des réseaux écologiques provisoires
 - Production d'un cahier des charges pour la déclinaison aux niveaux SCoT, PLU et projets
- **Phase 3 – Identification des outils pertinents, services rendus et communication**
 - Ateliers thématiques en présence des collectivités
 - Recensement des outils pertinent pouvant faciliter la mise en place des continuités
 - Identification des services rendus par les réseaux écologiques
 - Définition des supports nécessaires à la communication

3.3 Détails du rapport

Le présent document est divisé en trois tomes :

- **le tome 1 qui correspond à la phase 0 est intitulé « diagnostic du territoire et définition d'une méthodologie »**
- **le tome 2 qui correspond aux phases 1 et 2 est intitulé « cartographie des réseaux écologiques »**
- **le tome 3 qui comprend les annexes ».**

3.4 Organisation de l'équipe

Au vu de l'étendue des compétences requises, une équipe pluridisciplinaire a été constituée. Elle rassemble des compétences thématiques sur les continuités écologiques, via l'appui méthodologique de Laure Belmont, experte « continuité écologique » basée en métropole, ainsi que des compétences techniques locales sur le milieu terrestre, aquatique et marin à travers 4 experts basés à La Réunion.



Figure 1 : Organisation de l'équipe de travail

3.5 Pilotage de l'étude

Pour encadrer le travail de cette équipe de 7 personnes, la DEAL, commanditaire de l'étude met en place un système à trois niveaux :

- **Un comité de pilotage** classique qui s'est réuni au lancement, lors du rendu intermédiaire et qui se réunira à la validation finale de l'étude mi-2014. Ce comité dont la composition est définie par la DEAL est un collège élargi regroupant l'ensemble des parties pouvant être concernées par l'étude qu'il s'agisse de l'administration, des collectivités, des scientifiques, des associations ou des groupes interprofessionnels, notamment pour le secteur agricole ;
- **Le CSRPN**, autorité scientifique régionale à qui a été soumis la méthodologie définie lors de la phase 0 ainsi que le rendu cartographique discuté lors de l'atelier du 25 juin 2013 par les experts ;
- **Un groupe technique restreint** d'experts scientifiques sollicités aux différentes étapes pour permettre une évaluation rapide et précise, notamment lors de l'élaboration de la méthodologie.

4. DIAGNOSTIC GLOBAL DU TERRITOIRE

Les réseaux écologiques s'intéressant à l'ensemble de l'île et pas seulement aux espaces naturels patrimoniaux, l'identification et la cartographie des continuités écologiques nécessitent d'analyser la région au travers de différents prismes :

- la diversité biologique d'une part, de la faune, la flore et des habitats naturels ;
- Les obstacles aux continuités, les menaces et pressions qui pèsent sur cette diversité d'autre part. Au-delà du diagnostic technique des réseaux écologiques, l'application locale de la TVB doit prendre en compte les activités humaines et les usages du territoire.

Enfin le diagnostic du territoire, socle des enjeux de l'étude des réseaux écologiques de La Réunion, analyse les études existantes et les documents de planification évoquant les continuités écologiques.

4.1 Enjeux biodiversité et évolution du territoire

Il existe à l'heure actuelle divers documents stratégiques concernant de la biodiversité à La Réunion, tels que :

- La Stratégie Réunionnaise de Biodiversité (SRB) ;
- La Stratégie de lutte contre les espèces invasives avec son plan opération de lutte contre les invasives (POLI) ;
- La Stratégie de conservation de la flore et des habitats de La Réunion (SCFHR) ;
- Les Orientations Régionales de Gestion de la Faune sauvage et d'amélioration de la qualité de ses Habitats (ORGFH) ;
- Les Plans Nationaux d'Actions et les Plans Directeurs de Conservation qui s'appliquent aux espèces menacées ;
- Les travaux prospectifs tel que l'Étude REDOM qui s'inscrit dans le cadre des conclusions du Grenelle de l'environnement qui prévoit la mise en place d'un réseau inspiré de Natura 2000 dans l'Outre-Mer français ;
- Le schéma départemental des Espaces naturels sensibles.

Ces documents permettent de dégager des enjeux en termes de biodiversité à La Réunion. Ces enjeux sont présentés et détaillés dans les paragraphes suivants.

4.1.1 Une faune et une flore unique

Flore : un fort endémisme à l'échelle de La Réunion et des Mascareignes

L'île de La Réunion est un territoire récent à l'échelle des temps géologiques, étant apparu il y a environ 3 millions d'années. Isolée, l'île a été colonisée à de multiples reprises à partir des terres bordant l'Océan Indien, notamment les îles environnantes et Madagascar, développant peu à peu une flore propre. Cette île fait partie de l'un des 34 « hotspots » de la biodiversité mondiale pour le milieu terrestre (Mittermeier *et al.*, 2004). La richesse de la biodiversité terrestre de l'île se concrétise notamment par l'endémisme de nombreuses espèces à l'échelle de La Réunion voire des Mascareignes.

Pour la flore, le taux d'endémisme atteint 46 % à l'échelle des Mascareignes (CBNM, 2010).

Faune : un fort endémisme à l'échelle de La Réunion

La faune indigène terrestre de La Réunion se répartit uniquement entre chiroptères, reptiles et oiseaux pour les vertébrés. L'endémisme des vertébrés atteint 50% avec 12 espèces sur 24 (DEAL et Biotope, 2013). Concernant les arthropodes, la classe la mieux connue est celle des insectes. Elle comprend plus de 2000 espèces dont au moins un tiers est endémique (Insectarium, 2008).

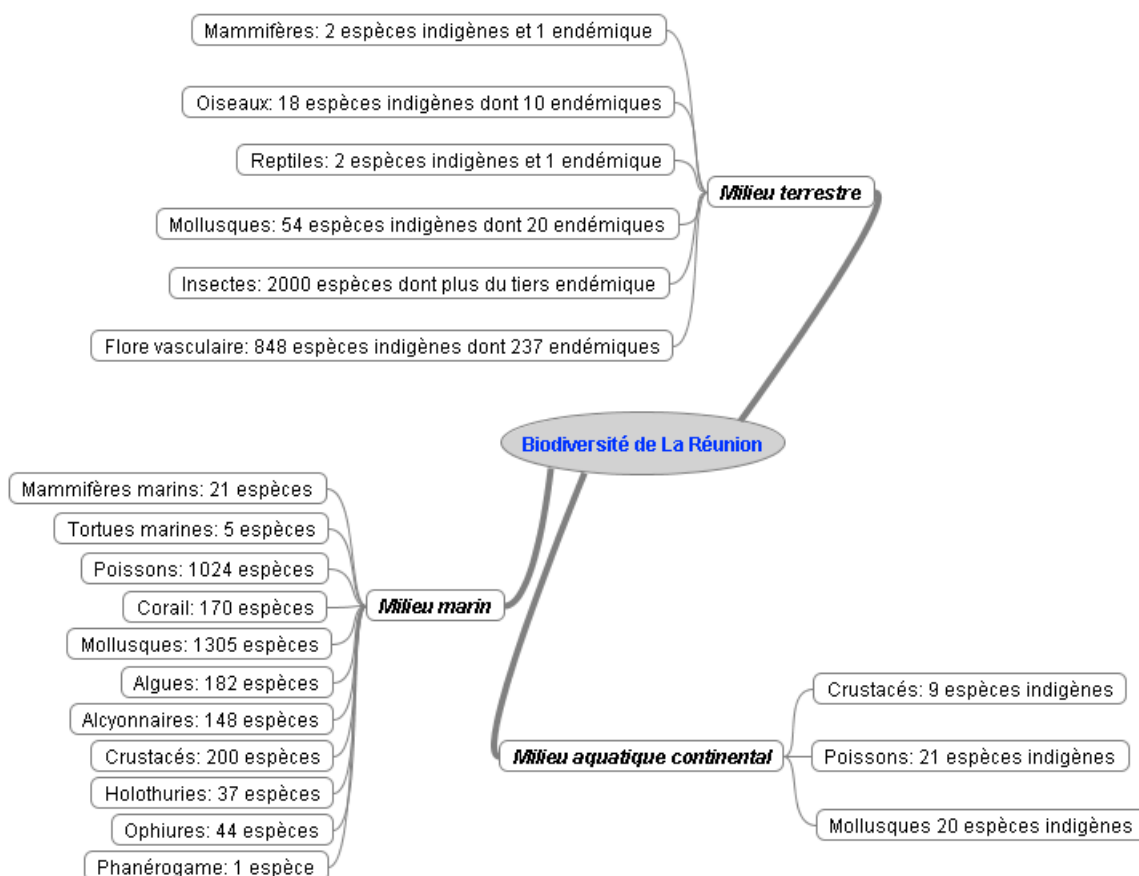


Figure 2 : Richesse de la biodiversité réunionnaise

Faune aquatique: des espèces diadromes

28 espèces de poissons et 9 espèces de macrocrustacés indigènes sont recensées à La Réunion (Keith *et al.*, 2006). Ces espèces possèdent une forte particularité, elles sont diadromes, c'est-à-dire qu'elles migrent alternativement des eaux douces à la mer pour accomplir leur cycle biologique suivant deux schémas :

- l'amphidromie : la reproduction et la principale phase de croissance se déroule en eau douce ;
- la catadromie : la reproduction se déroule en mer.

L'endémisme est assez limité avec deux espèces de poissons qui sont endémiques de La Réunion et Maurice (UICN, 2013), et huit espèces endémiques à l'échelle de l'Ouest de l'Océan Indien. Pour les macrocrustacés, deux espèces sont endémiques de l'Ouest de l'Océan Indien.

Milieu marin : un endémisme à l'échelle du Sud-Ouest de l'Océan Indien

Pour le milieu marin, la richesse et l'endémisme se traduisent plutôt à l'échelle du Sud-Ouest de l'Océan Indien ou des Mascareignes. Cette dernière région biogéographique est l'un des 15 « hotspots » mondial pour la biodiversité marine (Roberts, 2002) avec 16 espèces ayant une répartition spatiale restreinte appartenant à deux des quatre taxons étudiés (coraux, poissons, langouste, gastéropode).

À retenir pour les continuités écologiques : Faune et flore

La Réunion : Hotspot de biodiversité mondiale.

Présence de nombreuses espèces floristiques et faunistiques endémiques :

- soit demandant des continuités écologiques fonctionnelles ;
- soit menacées par des espèces exotiques envahissantes.

➔ De forts enjeux de biodiversité faisant intervenir de manière complexe les continuités écologiques.

4.1.2 Des milieux naturels diversifiés

Des habitats naturels définis par l'altitude et l'exposition au vent

La Réunion est caractérisée par une grande diversité de milieux naturels du fait du relief marqué, de l'altitude et de la situation géographique : façade « au vent » et « sous le vent ». Près de 200 types d'habitats naturels ont ainsi été décrits (Dupont *et al.*, 2000). Ils sont répartis en dix-neuf grands types d'habitats naturels ou d'écosystèmes (Strasberg *et al.*, 2005), eux-mêmes situés dans quatre grandes séries de végétation définies par Cadet (cf. Figure 10 : Étagement de la végétation selon Thérésien Cadet (1980).).

Un réseau hydrographique radial

Le réseau hydrographique de l'île de La Réunion est extrêmement dense. Il est composé d'innombrables ravines sèches hors période de pluies (750 ravines) dont seulement treize (comptant les principaux affluents) accueillent un écoulement pérennes. Les autres sont caractérisées par un écoulement sporadique lié aux événements pluvieux. L'ensemble des

rivières est organisé de manière radiale autour de l'île sans forte connexion entre elles (Bonnard, 2005). Ce sont autant de corridors Hauts – Bas mais aussi d'obstacles potentiels pour les échanges latéraux au sein d'un même étage altitudinal (Lagabrielle, 2008).

Trois étangs littoraux ainsi que plusieurs petits plans d'eau intérieurs complètent le réseau d'eaux douces et saumâtres.

Des côtes rocheuses majoritaires et un récif frangeant localisé

La Réunion compte 250 km de côtes, se répartissant en quatre grands types : les côtes rocheuses, majoritaires sur l'île, les côtes alluvionnaires (galets et sable « noir »), les côtes coralliennes (sable « blanc » avec 7% du linéaire) et les côtes aménagées.

Il existe en effet quatre différents types de milieux physiques pouvant exister entre 0 et - 50 m autour de La Réunion (Bigot et al. 1994) :

- Les récifs coralliens ;
- Les substrats basaltiques (affleurements et tombants) ;
- Les substrats meubles sablo-vaseux ;
- Les zones à galets.

Les récifs coralliens, localisés dans l'Ouest et le Sud-Ouest de l'île, ceinturent de manière discontinue 25 kilomètres de littoral compris entre le Cap La Houssaye et Grand Bois (UICN, 2003). Le récif est constitué d'un platier peu profond contenant des zones sableuses et des débris avec des herbiers, ou des colonies coralliennes de grande taille et des zones plus près du front pouvant notamment être constituées de zones coralliennes riches en particulier en acropores. La pente externe est constituée d'éperons et sillons généralement colonisés aujourd'hui par des colonies coralliennes à dominance de coraux massifs et encroûtants et d'acropores d'assez petite taille. Les récifs coralliens sont ainsi les milieux marins réunionnais qui contiennent la plus grande diversité biologique (DIREN, 2005).

La partie Est de l'île de La Réunion est constituée de **zones non récifales basaltiques** ayant une diversité et une abondance qui peut être comparable aux milieux récifaux sur certains endroits notamment aux alentours de Sainte Rose, à l'Anse des Cascades et dans le « Sud Sauvage » (SAR, 2011). De plus, les affleurements basaltiques profonds, disséminés tout autour de l'île sont également des habitats remarquables pouvant abriter de nombreuses espèces de poissons à valeur commerciale notamment.

Les milieux sablo-vaseux sont prédominants à partir de 40 m de profondeur. Plutôt constitués de sables basaltiques grossiers dans les secteurs de hauts niveaux (20 premiers mètres), leur granulométrie s'affine avec la profondeur. Ces sédiments abritent une faune enfouie caractéristique (Bigot et al., 1994), composée de vers, de mollusques et de crustacés.

Les zones de galets littoraux abritent de nombreux juvéniles et jeunes adultes et les zones de galets profonds des adultes de plus grande taille dont des espèces à valeur commerciale.

À retenir pour les continuités écologiques : Milieux

Une multitude d'habitats n'engendrant pas de grandes continuités de milieux.

Un réseau hydrographique très peu hiérarchisé, mais connecté à la mer. Des talwegs (ravines) servant également de corridors écologiques terrestres et aériens entre les Hauts et le littoral, mais créant aussi des ruptures dans certaines continuités de milieux à pour un même étage altitudinal.

Une diversité de fonds marins accueillant une bonne variété d'espèces.

Un milieu marin participant aux continuités écologiques locales. En effet, si les espèces marines font des déplacements à l'échelle de l'Océan indien, les eaux côtières de La Réunion abritent des zones indispensables pour leur cycle de vie.

4.1.3 Une fragilité et une vulnérabilité importante

Des milieux naturels en forte régression depuis l'arrivée de l'homme

L'exiguïté du territoire conjuguée à une pression démographique importante ont généré un impact fort sur les milieux naturels et les espèces indigènes.

La Réunion a perdu plus de la moitié de ses milieux naturels originels. L'île possède encore 30 % de ses habitats naturels terrestres d'origine (Strasberg *et al.*, 2005) surtout dans les zones centrales où les pentes sont moins favorables aux activités humaines.

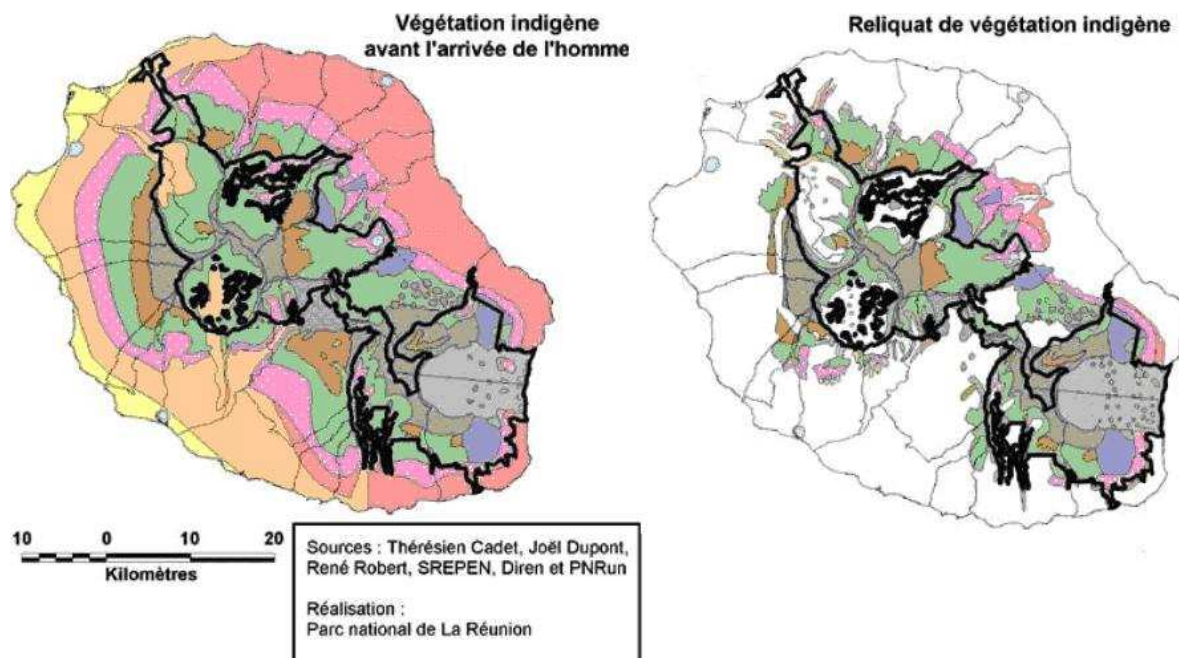


Figure 3 : Évolution historique de la végétation indigène à La Réunion

De nombreuses espèces disparues depuis l'arrivée de l'homme

La Réunion abrite aujourd'hui 50 espèces indigènes de vertébrés mais ce chiffre reste très inférieur à la diversité présente avant l'arrivée de l'homme. Le taux d'extinction est en effet de 70% sur quatre siècles³. Certains pollinisateurs et disséminateurs importants pour les plantes ont ainsi disparus. Les espèces à fruits lourds et charnus de basse altitude essentiellement, ne possèdent plus aujourd'hui les disséminateurs naturels frugivores qu'étaient autrefois les perroquets, les roussettes et les tortues.

De nombreuses espèces indigènes menacées

Les espèces menacées sont celles ayant un statut « en danger critique », « en danger » ou « vulnérable » dans le cadre de la liste rouge de l'UICN. 30% des espèces indigènes de fougères et de plantes à fleurs de La Réunion sont aujourd'hui menacées (UICN, 2010). Elles sont au nombre de vingt pour la faune terrestre dont une espèce de chiroptère, six oiseaux, trois reptiles et dix insectes. Certaines espèces aquatiques sont classées « en danger critique d'extinction » tels que la Loche, l'Anguille bicolor et l'Anguille du Mozambique, ou encore le Cabot noir (UICN, 2013).

Tableau 1 : liste rouge faune de La Réunion (UICN 2010)

Groupe taxonomique	Nb d'espèces évaluées par catégorie							
	EX	RE	CR	EN	VU	NT	LC	DD
Mammifères continentaux	1		1			1	1	1
Mammifères marins				1	1		2	5
Reptiles continentaux	3	1	2	1				
Reptiles marins			1	1				2
Oiseaux	13	4	2	2	2	5	27	
Poissons d'eau douce			4	3	1	3	5	8
Macro-crustacés d'eau douce			1		3	3	1	2
Rhopalocères			1	3		1	21	2
Odonates		1		4		3	11	
Phasmes			2			1	1	

Tableau 2 : liste rouge flore de La Réunion (UICN 2010)

Catégorie UICN	Nb d'espèces évaluées ¹	Nb d'espèces endémiques des Mascareignes ²	Nb d'espèces endémiques de La Réunion
EX	3	3	2
EW	2	1	1
RE	44	8	0
CR	91	42	23
EN	80	35	27
VU	104	47	32
NT	36	25	17
LC	420	177	95
DD	125	51	40
Total	905	389 (42,8%)	237 (26,2%)

1 : espèces indigènes ou cryptogènes ; 2 : incluant les espèces endémiques strictes de La Réunion

³ Dossier de candidature au Patrimoine mondial de l'UNESCO
Etude préalable d'identification et de cartographie
des réseaux écologiques à la Réunion – tome 1

Depuis plusieurs dizaines d'années, les formations coralliennes se dégradent progressivement, ce qui se traduit par une diminution de leur richesse spécifique et l'augmentation de la couverture algale au détriment de la couverture corallienne. Un travail similaire à la démarche UICN a été réalisé pour les poissons (Fricke *et al.*, 2009) identifiant 378 espèces sur la Liste Rouge soit plus du tiers des espèces recensées. Seuls les habitats non récifaux en particulier dans l'Est de l'île se sont avérés être des habitats en très bon état de santé avec des couvertures coralliennes importantes et une richesse spécifique remarquable.

4.1.4 Des enjeux à l'échelle locale mais aussi supra régionale

La Réunion est séparée des pays les plus proches par l'Océan Indien et ne peut donc être étudiée en termes de cohérence à l'échelle régionale, puis nationale comme c'est le cas en métropole. En revanche, les déplacements des espèces dépassent de fait le seul territoire de La Réunion, qu'il s'agisse des oiseaux marins, des anguilles, des tortues marines ou des baleines. Il est donc nécessaire dans cette approche de travailler aussi à des échelles plus larges allant des Mascareignes à l'Océan Indien.

4.1.5 Manque de connaissances scientifiques

Comme pour l'ensemble de la biodiversité de La Réunion, l'un des constats est l'hétérogénéité des connaissances disponibles.

Pour la flore et les habitats terrestres, il existe des lacunes importantes de connaissance sur la biologie *sensu lato* et la dynamique écologique de certaines espèces (cf. PDC et PNA 2003-2011) et habitats, qui nécessitent des investigations de recherche.

Hors arthropodes, les espèces de la faune terrestre, du point de vue taxonomique, sont bien connues. En revanche les connaissances sur l'écologie des espèces restent partielles.

Au vu de la faible connaissance actuelle sur les invertébrés, la stratégie réunionnaise de biodiversité 2012 – 2020 a pointé la nécessité de définir une priorisation des groupes taxonomiques à étudier.

Concernant le milieu marin, les récentes expéditions scientifiques ont permis de compléter les listes taxonomiques, mais l'écologie des espèces reste encore à préciser.

De même la cartographie des habitats marins côtiers débute et les données ne seront disponibles qu'après la fin de la présente étude.

À retenir pour les continuités écologiques : connaissance de la biodiversité et des continuités

Une biodiversité des habitats et des espèces menacée et mal connue

Le besoin d'une vision élargie, suprarégionale, pour l'étude des continuités écologiques réunionnaises.

Le besoin d'appliquer un principe de précaution au vu de la méconnaissance des espèces et enjeux locaux et des impacts et extinctions déjà constatés.

4.2 Éléments de fragmentation des milieux naturels

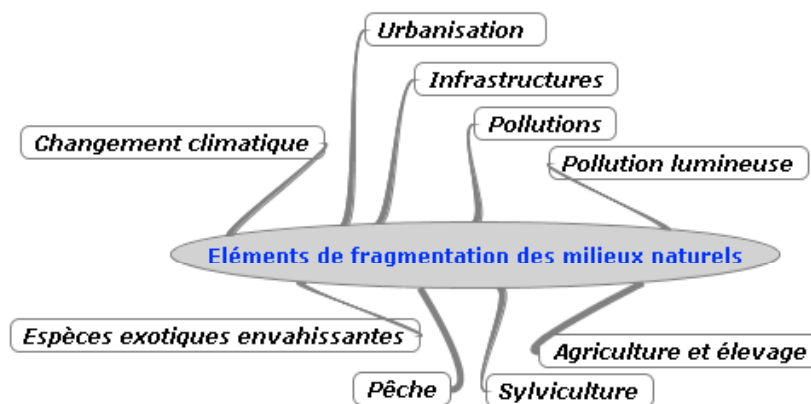


Figure 4 : Éléments de fragmentation des milieux

Ce chapitre présente de manière synthétique les éléments de fragmentation ou les obstacles que peuvent générer les activités humaines vis-à-vis de la préservation des milieux naturels, des continuités écologiques et du fonctionnement des écosystèmes. L'ensemble des facteurs recensés est présenté Figure 4 : Éléments de fragmentation des milieux.

4.2.1 Urbanisation

L'évolution de l'urbanisation a été analysée par l'Agorah en 2010 sur la base de l'évolution de la situation entre 1997 et 2008.

Un littoral marqué par l'urbanisation

L'urbanisation exerce une pression importante sur les écosystèmes littoraux notamment via l'imperméabilisation des sols, l'emprise foncière et l'érosion des plages.

La tache urbaine représentait ainsi près de 11% du territoire de l'île en 2008, tout en étant très inégalement répartie. En effet, la surface urbanisée couvre en 2008 22% des espaces terrestres littoraux.

Le code de l'Urbanisme prévoit, dans son article L.156-2 applicable au littoral des départements d'outre-mer, que « Dans tous les cas, des **espaces naturels ouverts sur le rivage et présentant le caractère d'une coupure d'urbanisation** sont ménagés entre les zones urbanisables. ». Il existe 32 zones de ce type à La Réunion définies dans le cadre du SAR.

Le code de l'Urbanisme prévoit aussi dans son article L146-6 l'identification des **espaces remarquables du littoral** dont la définition est la suivante : « les espaces terrestres et marins, sites et paysages remarquables ou caractéristiques du patrimoine naturel et culturel du littoral, et les milieux nécessaires au maintien des équilibres biologiques ». Ils sont au nombre de 49 dans la dernière version du SAR (cf. **Figure 7 : Les continuités écologiques définies dans le SAR**).

Une pression démographique qui perdure et s'oriente vers les mi pentes

La surface urbanisée a progressé entre 1997 et 2008 de 25% dans les Bas, de 32% dans les mi-pentes et de 27% dans les Hauts. Cette progression révèle une dynamique d'urbanisation orientée vers l'intérieur des terres, surtout dans la zone de mi pentes, et un ralentissement relatif dans les Bas. Le rythme d'extension de la surface urbanisée se maintient à 500 hectares/an mais la densité observée de ces extensions reste très faible avec 5 logements/ha.

Cette tendance d'une pression démographique forte et d'une urbanisation croissante devrait perdurer. Les projections sur lesquelles se basent le SAR donnent en effet une population d'un million d'habitants en 2030, soit un besoin en logement supplémentaire pour cette date de l'ordre de 180 000, tout à fait incompatible avec le rythme et la densité actuels d'urbanisation.

4.2.2 Infrastructures linéaires ou ponctuelles

Les infrastructures routières : la route des Tamarins

Le territoire de La Réunion est marqué depuis plusieurs décennies par la mise en œuvre de grands projets d'aménagement du territoire afin d'accompagner le développement social et économique de la population.

L'un des derniers projets réalisé est celui de la route de Tamarins, route express à mi-pentes. Un tel projet a des impacts sur les continuités écologiques. Des mesures d'atténuation ont été définies pour limiter le risque d'impacts des ouvrages d'art au niveau des ravines sur les oiseaux marins (Salamolard, 2008).

Les nouveaux projets

D'autres projets sont en cours comme la Nouvelle route du Littoral dont l'enquête publique a été lancée en 2012. Dans les études de la maîtrise d'œuvre, certains aspects de continuité écologique ont été étudiés en particulier pour la colonisation larvaire d'espèces de poissons entre les zones côtières et les zones plus profondes où résident les populations adultes (EGIS, 2012).

D'autres projets pouvant avoir un impact sur les continuités écologiques sont en cours de réflexion tel que le téléphérique de Saint Denis ou celui de Saint-Leu.

Les réseaux électriques et les énergies renouvelables

A ces projets d'infrastructure s'ajoutent ceux liés aux lignes à haute tension et aux énergies renouvelables comme les champs éoliens installés dans la partie Est de l'île. Ce risque vise surtout les oiseaux de grande taille comme les oiseaux marins et les Busards de Maillard. Un suivi sur l'impact des éoliennes de Ste Suzanne sur ce dernier a été mené par Biotope en 2010.

Les aménagements en rivière

Les masses d'eau continentales sont soumises à la pression due au prélèvement pour les usages domestiques, hydroélectrique et agricoles. Les activités de prélèvement impactent les flux d'eau et engendrent sur certains bassins versants, une augmentation des longueurs et des fréquences d'assecs (en particulier, rivière de l'Est et rivière des Galets).

Par exemple, Le transfert des Eaux est-ouest est un grand chantier ayant marqué La Réunion ces dernières décennies. Il a des impacts sur la continuité des ravines dans lesquels l'eau est prélevée ainsi que sur les flux d'eau sur les bassins versants de l'Ouest. Dans cette optique, des passes à poissons ont été mises en place.

Outre les obstacles naturels (chutes naturelles, cascades, assecs), les aménagements sur les rivières, d'une manière générale, peuvent constituer des obstacles à la migration des espèces diadromes, en particulier les radiers routiers qui représentent une part importante des obstacles à la continuité écologique, ainsi que les différents seuils ou barrages qui sont plus ou moins infranchissables en fonction de leurs caractéristiques.

4.2.3 Pollutions

Les rejets polluants

L'agriculture, les villes et les industries sont à l'origine de nombreux rejets dans les cours d'eau et en mer : matières en suspension (MES), éléments traces métalliques (ETM), hydrocarbures, sels nutritifs, matière organique, pesticides, bactéries... Ces apports issus des bassins versants affectent le milieu littoral et marin par eutrophisation, sédimentation et toxicité par bioaccumulation.

Certaines zones humides de basse et moyenne altitude pâtissent visiblement des pollutions chroniques qui peuvent être d'origines diverses et cumulées : routières (hydrocarbures), intrants agricoles, exutoires de stations d'épuration en dysfonctionnement, rejets industriels, lixiviats de décharges sauvages ou contrôlées en dysfonctionnement, etc. (CBNM 2009 et 2011).

Ces pollutions constituent des pressions sur les milieux plutôt que des obstacles. Elles contribuent néanmoins à la dégradation des réservoirs de biodiversité.

La pollution lumineuse

Les jeunes oiseaux marins à l'envol et plus particulièrement les jeunes pétrels sont désorientés par les éclairages urbains tels que ceux des voiries, parkings ou stades (Minatchy

2004, Pinet 2012). Ils provoquent des collisions ou forcent les oiseaux à atterrir sans pouvoir redécoller par eux-mêmes.

La pollution lumineuse sur les plages constitue aussi un obstacle à la reproduction des tortues, déjà perturbées par l'artificialisation du trait de côte (Claro 2011).

4.2.4 Agriculture

Une compétition pour l'espace entre agriculture et urbanisation

L'agriculture est très liée au développement de l'occupation humaine à La Réunion. Il apparaît distinctement une mise en culture des terres progressive, débutant par la mise en culture des Bas à proximité du littoral puis remontant historiquement peu à peu vers les Hauts avec une extension maximale lors du boom de la canne à sucre. Puis les Bas se sont urbanisés au détriment de l'agriculture, ce phénomène remontant largement jusqu'aux zones de mi-pentes. Comme analysé dans le SAR, depuis 1995, la progression de l'urbanisation sur plus de 5 000 ha a eu des effets sur la SAU. Cela s'est traduit notamment par un besoin de reconquête agricole qui s'est fait en partie aux dépens d'espaces naturels.

Aujourd'hui l'agriculture reste fortement implantée dans les Hauts, avec 55 % de la SAU et 56 % des producteurs de l'île. Mais même si les Hauts abritent la majeure partie des habitats naturels de La Réunion, ces habitats n'en sont pas pour autant à l'abri des perturbations fortes liées à l'activité agricole, notamment par la présence de bovins divagants.

La Réunion compte près de 5 300 producteurs et de l'ordre de 15 000 emplois dans l'agriculture. La canne à sucre reste aujourd'hui la culture majoritaire, couvrant plus de 24 000 ha soit près de la moitié de la surface agricole (Agreste, 2011).

Une agriculture dont l'impact est variable en fonction des pratiques

Il existe plusieurs types d'impact positifs et négatifs de l'agriculture sur les continuités écologiques, tels que :

- La mise en culture des terres par défrichement peut entraîner des coupures dans les continuités ;
- L'ouverture du milieu peut favoriser la fuite ou le développement de certaines espèces indigènes comme le busard de Maillard mais aussi d'espèces exotiques comme le lièvre ;
- La présence de terres préalablement cultivées mais laissées en friches depuis plusieurs années peut constituer un atout pour la reconnexion de sites naturels proches ;
- Les friches sont souvent à l'origine d'implantation et de développement des espèces invasives, ces espèces ayant un potentiel de colonisation des espaces plus fort que les espèces indigènes ;
- Le type de culture peut avoir des impacts importants sur la faune présente comme ce fut montré, *a minima* pour les arthropodes terrestres, par Maxime A. Jacquot en 2012. Son étude révèle que : (1) la richesse spécifique des plantes favorise une répartition plus équilibrée de la guildes des prédateurs, (2) l'intensité des pratiques agricoles affecte la richesse spécifique des prédateurs, (3) un paysage hétérogène et fragmenté est favorable à la richesse spécifique des prédateurs. Il s'agit de la première mise en évidence à La Réunion des effets de facteurs locaux et paysagers sur la diversité d'un groupe biologique.

4.2.5 Sylviculture

Deux essences majoritaires : le Tamarin des Hauts et le Cryptoméria

Près de la moitié (48%) de la surface de La Réunion, soit 120 000 ha sont couverts de forêt. Seuls 3 500 ha sont exploités pour le bois (site Internet de l'ONF), principalement pour le Cryptomeria et le Tamarin des Hauts.

Le Cryptomeria du Japon (*Cryptomeria japonica*) est un résineux à croissance rapide, pouvant être récolté au bout de 30 à 40 ans. Ses plantations couvrent 1 600 ha.

La forêt de Tamarins des Hauts : un corridor transversal

Le Tamarin des Hauts (*Acacia heterophylla*) est une essence noble, endémique, qui demande un siècle de croissance avant sa récolte. La sylviculture se fait par régénération naturelle. Les sites sylvicoles sont répartis à la périphérie du massif du Piton des Neiges (Bélouve). Au total les zones exploitées représentent 1900 ha.

Une part importante de la forêt exploitée de Tamarins de Hauts est située le long d'une bande transversale située à mi pente sur la façade Ouest de La Réunion. Ce dernier point est important dans le cadre des continuités écologiques car cette bande forestière constitue de fait un des rares **corridors naturels transversaux** de l'île à mi pente malgré l'urbanisation croissante.

4.2.6 Pêche

La pêche en rivière marquée par la pêche des bichiques

La pression de pêche en rivière concerne principalement la pêche des bichiques aux embouchures. Cette pêche est ciblée sur une espèce : *Sicyopterus lagocephalus* (cabot à tête de lièvre) et dans une moindre mesure sur *Cotylopus acutipinnis* (cabot à bouche ronde). Ces deux espèces de gobidés se reproduisent dans les rivières de La Réunion. Les larves éclosent et retournent en mer avant d'effectuer une remontée des rivières au stade juvénile. C'est alors, au stade de « bichiques » que la pêche est pratiquée dans les canaux creusés à cet effet aux embouchures. D'après l'étude sur la continuité écologique des 13 rivières pérennes réalisée par Antea Group en 2011, la majorité des pêcheries de bichiques constitueraient une barrière quasi totale pour les cabots bouche ronde sauf sur certaines rivières, comme sur la rivière de l'Est et la rivière Sainte Suzanne, où l'effort de pêche est moindre mais ayant tout de même un impact fort.

Il existe également une pression de pêche en rivière dont l'importance est méconnue, mais possiblement forte, en particulier sur les anguilles (*P. Valade, com. Pers.*).

Le braconnage en rivière est aussi très répandu sur l'île et constitue une forte pression (non-respect des tailles légales, des périodes, des techniques de pêche autorisées (détournement, assèchement de bras, empoisonnement...)).

4.2.7 Espèces exotiques envahissantes

Une faune et une flore terrestre perturbées par de nombreuses espèces exotiques

L'envahissement des milieux par les espèces exotiques animales et végétales est jugé comme l'une des premières sources de perte de la biodiversité des écosystèmes terrestres (après la destruction des habitats). A La Réunion, On compte 829 espèces végétales naturalisées dont une centaine, soit 12 %, envahissent les milieux naturels et semi-naturels. Côté faune, il existe aujourd'hui de l'ordre de 70 espèces de vertébrés introduites, avec de nouvelles introductions régulières (Soubeyran, 2008 ; Sanchez *et al.*, 2012). Plusieurs espèces d'oiseaux indigènes, notamment les oiseaux marins, sont ainsi menacées par les rats et les chats (Ringler, 2013 ; Pinet, 2012). A ce nombre, s'ajoutent au moins neuf espèces de poissons introduites qui se sont acclimatées et accomplissent leur cycle biologique complet en eau douce :

- 1- la truite arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*) ;
- 2- le Lapia ou Tilapia (*Oreochromis sp.*) ;
- 3- le Gourami bleu (*Trichogaster trichopterus*) ;
- 4- le Guppy (*Poecilia reticulata*) ;
- 5- le porte-épée (*Xiphophorus hellerii*, *Xiphophorus maculatus*) ;
- 6- le Nigro (*Archocentrus nigrofasciatus*) ;
- 7- le Faux néon (*Tanichthys albonubes*) ;
- 8- le Managuense (*Parachromis managuensis*) ;
- 9- le Carassin Doré (*Carassius auratus*).

A ces espèces de poisson, s'ajoutent une espèce de macrocrustacé exotique qui a été recensée dans l'étang de St Paul : l'écrevisse australienne (*Cherax quadricarinatus*) et un mollusque, l'Ampullaire (*Pomacea canaliculata*).

Ces espèces exotiques constituent une menace localisée principalement au niveau des milieux lentiques (ex. le Nigro sur la Rivière Saint-Jean, la rivière Sainte-Suzanne). Elles ne constituent pas une réelle menace sur les cours d'eau mais essentiellement sur les étangs et zones humides.

Des zones humides envahies par quelques espèces majeures

Les zones humides sont menacées par certaines espèces végétales telles que *Pistia stratiotes* et *Eichhornia crassipes*, mais également par les espèces de poissons et de crustacés exotiques. Il faut en effet inclure les espèces exotiques telles que l'écrevisse australienne ou le Tilapia car le développement anarchique des populations peut impacter les populations indigènes.

Un milieu marin peu étudié mais qui semble préservé

Le milieu marin a été peu étudié de ce point de vue. L'étoile de mer (*Acanthaster Planci*) qui est une espèce non exotique mais qui pourrait devenir envahissante. Elle se nourrit de corail et sa prolifération serait susceptible de provoquer d'importants dégâts. Aucune pullulation excessive n'a encore été recensée à La Réunion.

Le lien entre espèces exotiques envahissantes et continuités écologiques est à considérer à deux niveaux. D'une part, les espèces exotiques de flore peuvent constituer des formations occupant le terrain et empêchant la recolonisation par la flore indigène et ainsi perturber le processus de successions végétales. Ces formations peuvent aussi limiter voire constituer des obstacles infranchissables pour certaines espèces animales indigènes.

D'autre part, les espèces exotiques vont profiter de certaines continuités pour se répandre et atteindre de nouveaux territoires jusqu'alors indemnes.

Seules les espèces végétales exotiques envahissantes à graine lourde et sèche comme le Kéké (*Dichrostachys cinerea*), peuvent réellement être prises en compte au sein de l'approche continuité écologique. Les autres espèces ont des modes de propagation et de dissémination dépassant l'entrée continuité écologique.

Pour ces espèces, il paraît pertinent d'en identifier les principaux foyers pour :

- d'une part, envisager de créer ou maintenir une discontinuité évitant leur propagation : création d'une bande végétale d'espèces indigènes autour du foyer par exemple = barrière écologique ;
- d'autre part, émettre des recommandations sur ces espaces en matière de gestion des matériaux (déchets verts, remblais/déblais, éducation au défrichement pour éviter la prolifération des espèces) et d'utilisation de l'espace ;

Les autres espèces pouvant être prises en compte sont : l'*Acacia farnesiana* et le *Prosopis juliflora*.

A noter d'ailleurs que le manque de données cartographiques précises des habitats secondaires d'espèces exotiques envahissantes ne permet pas aujourd'hui de réaliser un travail sur les risques de propagation et autres continuités d'EEE potentielles existantes ou à venir. Ce travail pourrait toutefois être intéressant dans le cadre d'une telle démarche sur les réseaux écologiques.

Concernant les espèces exotiques de poissons et de crustacés, elles ne sont pas à considérer sur les rivières car il existe en effet peu de risques pour les espèces piscicoles mais doivent être intégrées comme critère de sélection pour les zones lenticues et humides où le développement anarchique des populations peut impacter les populations indigènes. Il est en effet important d'identifier les espèces exotiques et les principaux foyers dans le cadre de cette continuité pour :

- d'une part envisager de créer ou maintenir une discontinuité évitant leur propagation ;
- d'autre part, émettre des recommandations sur ces espaces en matière de gestion des milieux.

Cela est particulièrement important au niveau des zones humides.

4.2.8 Incendies

L'occurrence croissante des incendies renforce les fortes pressions liées à la croissance rapide des espaces urbains et agricoles vers les Hauts de l'île. La disparition des habitats naturels engendre une fragmentation des populations pour certaines espèces animales ainsi que la perte nette d'habitat. Les incendies ont aussi un impact sur la préservation de certains habitats et des espèces inféodées.

4.2.9 *Changement climatique et événements climatiques majeurs*

La migration altitudinale des communautés végétales

L'augmentation des températures en cours devrait provoquer une migration altitudinale des communautés végétales, avec une disparition potentielle des habitats des plus hauts sommets et un renforcement des espèces opportunistes au détriment d'espèces plus fragiles (Baret *et al.*, 2006).

L'un des enjeux pour assurer la préservation des milieux naturels face au changement climatique est la possibilité pour les milieux sensibles et les espèces inféodées de migrer progressivement vers des zones de plus haute altitude (Hannah *et al.*, 2008). En effectuant une migration altitudinale, les espèces devraient en effet pouvoir retrouver des conditions climatiques à peu près équivalentes à leur milieu d'origine. Pour ce faire, il est nécessaire que le milieu visé soit exempt d'espèces exotiques envahissantes dont la plasticité importante risque fort de leur permettre de s'adapter aux modifications du climat et de bénéficier de continuités permettant de relier les milieux actuels avec les zones « d'accueil ».

La perturbation des populations animales

En dehors de ces perturbations sur les habitats, la faune peut aussi être directement impactée par les changements climatiques. Ainsi, pour le gecko vert de Manapany, l'élévation de la température affecterait le sex ratio des populations⁴. Ces dernières pourraient aussi pâtir de l'intensité et la fréquence des événements climatiques intenses comme les cyclones et la montée du niveau de la mer.

Les formations coralliennes particulièrement vulnérables

Le changement climatique global est à l'origine de plusieurs perturbations affectant les écosystèmes marins : augmentation de la fréquence des phénomènes de blanchissement corallien (Sheppard, 2003 ; Maina *et al.*, 2008), acidification des océans (Kleypas et Yates, 2009), augmentation des maladies coralliennes, augmentation de l'intensité des cyclones, élévation du niveau de la mer (Malongo, 2009 ; Ragoonaden, 2006).

Concernant le milieu marin, il est primordial de diminuer les pressions locales sur les zones sensibles au blanchissement corallien afin d'augmenter leurs résistance et résilience face à ce phénomène.

⁴ PNA Gecko vert de Manapany
Etude préalable d'identification et de cartographie
des réseaux écologiques à la Réunion – tome 1

4.3 Illustrations et synthèse et des enjeux pour les continuités écologiques de La Réunion

Exemples de continuités écologiques à La Réunion

La faune de La Réunion présente de nombreuses espèces illustrant concrètement cette réalité des corridors écologiques et des continuums :

- Les oiseaux marins comme les Pétrels de Barau viennent se reproduire dans les Hauts de La Réunion puis partent en pleine mer suivis de leur progéniture pour y passer plusieurs mois. Ce phénomène se répète chaque année et met en évidence un besoin d'habitats variés au cours des différentes phases de leur cycle biologique et l'existence de couloirs ou zones de déplacement périodiques.
- Les tortues marines venant pondre sur les plages de La Réunion ont des cycles biologiques impliquant des déplacements importants au cours de leur vie, les adultes pouvant rester éloignés plusieurs années à des milliers de kilomètres de La Réunion.
- Il en est de même pour le milieu aquatique continental, accueillant à La Réunion des espèces de poissons qui effectuent toute une partie de leur cycle biologique en mer et l'autre dans les cours d'eau. Ces migrations périodiques, connues par la remontée des bichiques à l'intérieur des terres pour la reproduction par exemple, sont un exemple typique de corridors écologiques.
- Le gecko vert de Manapany est une espèce en voie de disparition dont la population menacée est aussi très fragmentée. Dans ce cas, les connexions entre les sous-populations se révèlent importantes pour assurer la survie de l'espèce à long terme.

Synthèse et des enjeux pour les continuités écologiques de La Réunion

À retenir pour les continuités écologiques : fragmentation, obstacles, ruptures, pressions sur les continuités

Une dégradation ancienne des continuités, liée à l'occupation et aux activités humaines.

Une dégradation qui perdure et s'accroît, de par la fragmentation des milieux naturels par l'urbanisation, les infrastructures de transport, l'agriculture, et dans une moindre mesure, la sylviculture et les incendies.

Des continuités également menacées par des obstacles de différentes natures : pollution lumineuse, réseaux aériens, discontinuités de milieux, zones denses d'espèces exotiques envahissantes...

Des continuités écologiques réunionnaises indispensables pour répondre aux besoins de migration et d'adaptation des espèces endémiques dans le cadre des changements climatiques (Les Hauts de La Réunion peuvent être une zone refuge pour de nombreuses espèces face aux changements climatiques).

Des continuités écologiques à préserver voire à restaurer tout en luttant contre le risque de diffusion des espèces exotiques envahissantes via les corridors écologiques.

Des interactions fortes entre activités socio-économiques, biodiversité et continuités écologiques : une prise en compte indispensable voire des compromis à trouver en vue de la préservation et de la gestion des continuités (avant même l'intégration des continuités écologiques dans l'aménagement du territoire).

5. ETUDES EXISTANTES ET DONNEES DE CADRAGE

5.1 Les études techniques préexistantes sur les continuités écologiques

La connaissance des continuités écologiques à La Réunion a été alimentée récemment par quelques études réalisées sur le sujet:

- La thèse d'Erwan Lagabrielle soutenue en 2007 et intitulée « Planification de la conservation de la biodiversité et modélisation territoriale à l'île de La Réunion » ;
- L'étude du CETE « Approche spatiale des continuités écologiques à La Réunion » parue en 2012, qui est un premier travail pour mieux appréhender l'application du principe de continuité à La Réunion ;
- Un rapport « Adaptation de la méthodologie nationale de la Trame Verte et Bleue aux spécificités de l'île de La Réunion » a été réalisé en interne DEAL en 2011, avec un test sur la Plaine des Palmistes ;
- L'étude sur les continuités écologiques sur les 13 rivières pérennes de l'île « Evaluation de la continuité des 13 rivières pérennes de La Réunion et proposition d'un plan d'action pour reconquérir cette continuité, DEAL 2011, Groupement ANTEA / OCEA / ECOGEA / HYDRETTUDES ».
- Différentes études sur les continuités marines.

Thèse « Planification de la conservation de la biodiversité et modélisation territoriale à l'île de La Réunion »

Ce travail de thèse d'E. Lagabrielle a été soutenu à l'université de La Réunion en 2007. Au-delà de l'identification des ravines comme principaux corridors disposés de manière radiale à l'échelle de l'île, cette thèse met en avant d'une part le coût de création des corridors en fonction de contraintes socio-économiques mais aussi identifie d'autres types de corridors, dont ceux qui sont liés aux interfaces entre les macrohabitats et qui de fait constituent un réseau de corridors transversaux.

Ce travail se base principalement sur les espèces et les habitats terrestres. Il se structure aussi autour de cinq composantes associées aux processus écologiques: gradients altitudinaux, interface terre / mer, limites des grandes unités topographiques, corridors associés aux ravines et interfaces entre macrohabitats.

Un des enjeux est la pérennité des corridors par l'évaluation de la minimisation des contraintes présentes (coût d'acquisition du foncier, de gestion et de restauration) et futures (aléas liés aux dynamiques spatiales de l'urbanisation, de l'agriculture et des espèces végétales envahissantes).

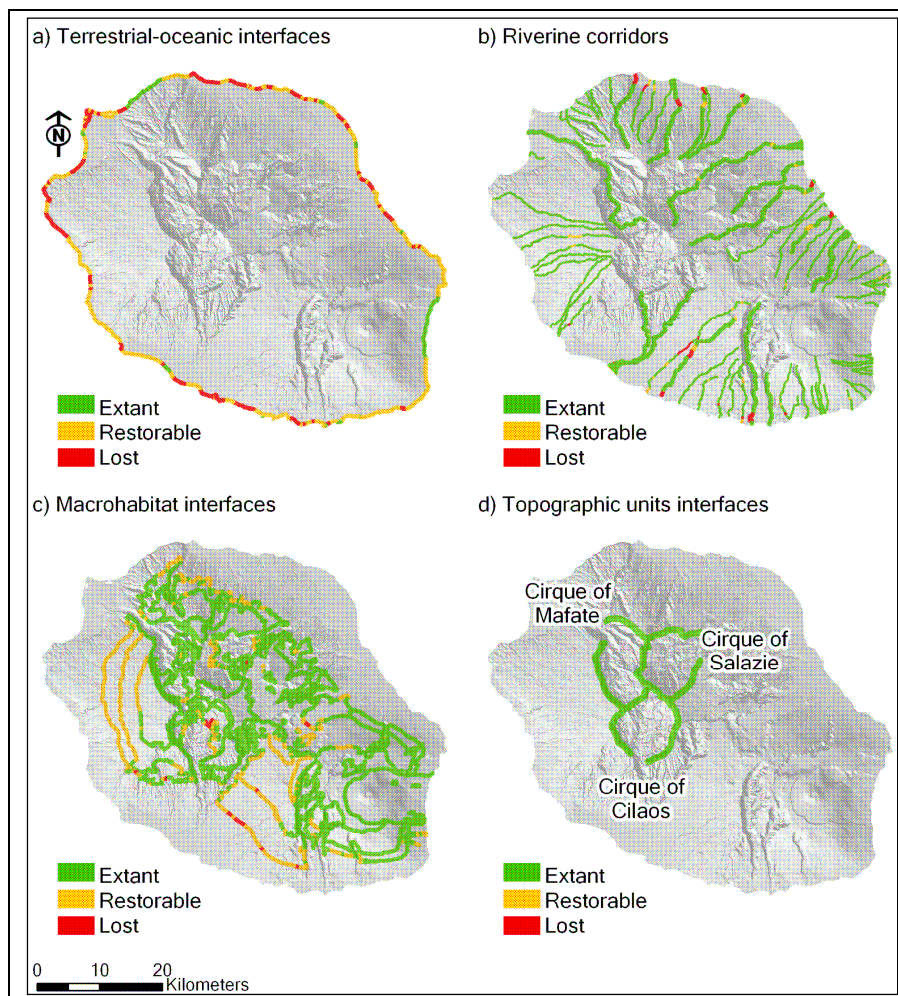


Figure 5 : Exemple de corridors et interfaces (Lagabrielle, 2007)

À retenir pour les continuités écologiques :

- des habitats naturels supports de continuités ;
- l'importance des interfaces dans les continuités écologiques de La Réunion ;
- des continuités Hauts-Bas mais aussi transversales, à une même altitude ;
- des coûts de maintien ou de restauration très différents selon l'état des continuités.

Étude « Approche spatiale des continuités écologiques à La Réunion »

Le travail du CETE Méditerranée a consisté en un travail préliminaire d'agrégation des données géographiques existantes pour identifier les corridors écologiques. Ce travail s'est basé sur l'étude de quatre trames, à savoir la trame verte, la trame bleue, la trame bleue marine et une trame pression. De par les interactions et l'importance des interfaces entre ces sous-trames, la trame verte a été combinée à la trame bleue et la trame bleue a été combinée à la trame bleue marine. Les espèces à enjeux ont été intégrées dans un second temps pour l'étude à l'échelle des SCOT.

Etude préalable d'identification et de cartographie des réseaux écologiques à la Réunion – tome 1

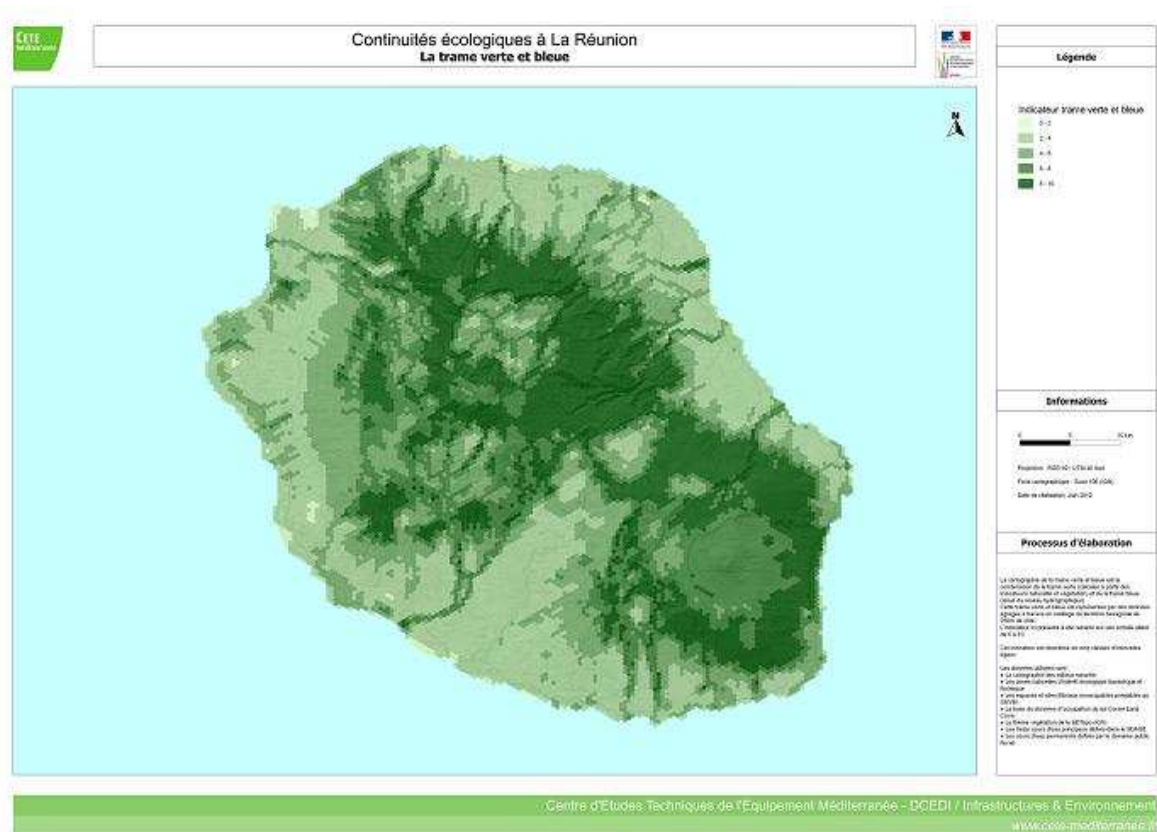


Figure 6 : carte des continuités pour la trame verte et bleue (CETE, 2012)

À retenir pour les continuités écologiques : recommandations pour une étude à plus fine échelle

On constate une continuité Hauts / Bas vitale pour les processus écologiques. Ces continuités s'appuient en premier lieu sur la trame bleue.

Une seconde continuité d'altitude égale (isohypse) s'avère essentielle pour le maintien de milieux naturels menacés de fragmentation.

De par la richesse de la biodiversité marine et aquatique, les continuités terre / mer sont à mettre en avant.

L'espace réunionnais qui concentre à lui seul les trois types de continuités et sur lequel se situent les pressions anthropiques majeures est le **littoral**. C'est donc ce milieu qui doit être principalement observé et approfondi.

L'échelle du 1/100 000 est peu opportune pour un calcul de trame verte et bleue. Aussi, il est préférable de travailler en priorité à l'échelle des Scot puis ensuite à l'échelle des communes et en dernier lieu de mener un travail de synthèse à l'échelle de l'île.

Il paraît peu opportun de calculer la trame bleue de manière autonome comme en métropole. Son association avec la trame verte et la trame marine apparaît pertinente.

Le peu de données environnementales d'inventaires disponibles à l'échelle des communes (1/10 000), devrait orienter les TVB locales à utiliser les documents de planification (PLU / POS) comme socle de constitution des continuités à cette échelle-là.

Rapport « Adaptation de la méthodologie nationale de la Trame Verte et Bleue aux spécificités de l'île de La Réunion »

Un travail de stage de Master 2 a été réalisé à la demande de la DEAL en 2011 sur l'adaptation de la méthodologie nationale de la Trame verte et bleue aux spécificités de La Réunion. Ce travail a notamment permis d'identifier les points méthodologiques à adapter pour La Réunion et de proposer des termes de références de l'étude du CETE. Une étude de cas sur la Plaine des Palmistes, à l'occasion de la révision de son PLU, a servi de test de cartographie à l'échelle communale.

À retenir pour les continuités écologiques :

Ce rapport de stage propose les bases d'une approche méthodologique pour l'identification et la cartographie des continuités écologiques. Elles sont les suivantes :

- Une entrée structurale basée sur le paysage et l'occupation des sols permettrait de pallier en partie aux défauts de connaissances et d'évaluer le potentiel écologique des milieux de façon homogène sur l'ensemble du territoire d'étude ;
- L'adaptation nécessaire des listes d'espèces proposées au niveau national ;
- L'importance de développer la réflexion en matière de trame bleue marine, afin d'assurer une stratégie de gestion des espaces côtiers et maritimes ;
- Prendre en considération les connexions littorales / embouchures ;
- Prendre en compte les espèces exotiques envahissantes dans les connexions ;
- Adapter la réflexion pour les connexions écologiques supra-régionales ;
- Prendre en compte les étages de végétation pour déterminer les sous-trames de la trame verte.

Étude sur la continuité écologique des 13 rivières pérennes de La Réunion

Afin d'évaluer la continuité écologique sur les 13 rivières pérennes de La Réunion, et aboutir à une proposition de plan d'action pour reconquérir cette continuité, la Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DEAL Réunion) a missionné un groupement de bureaux d'études afin d'évaluer les différents aspects de la continuité : hydraulique, morphologique et biologique (Étude sur la continuité écologique des 13 rivières pérennes de La Réunion (Anteagroup - Ocea consult' - Hydretudes - Ecogea, 2011)).

Ce travail vise le rétablissement des possibilités de circulation (montaison et dévalaison) des espèces aquatiques (poissons et macrocrustacés) à des échelles spatiales compatibles avec leur cycle de développement et de survie durable dans l'écosystème.

Cette étude s'est déroulée en trois phases principales dont la première était un diagnostic inhérent à la continuité écologique des cours d'eau de La Réunion comprenant :

- L'inventaire des ouvrages, des aménagements ou activités telles que les pêcheries, ainsi que des obstacles naturels (chutes) et des assecs ;
- La caractérisation de ces obstacles, en particulier : cadrage réglementaire pour les ouvrages, aménagements ou activités ; étude de l'origine des assecs et définition

d'une typologie les caractérisant ; en général, définition des critères permettant de caractériser la franchissabilité des obstacles ;

- La caractérisation de l'état du milieu et la définition des aires potentielles de colonisation par les espèces.
- Une synthèse de ces éléments, superposition de la franchissabilité des obstacles et des aires potentielles de colonisation des espèces piscicoles. Cette phase permet *in fine* de proposer des critères d'évaluation de la continuité écologique.

À retenir pour les continuités écologiques :

- Le diagnostic révèle que la continuité biologique est plus fortement perturbée à la montaison (67% des habitats naturellement colonisables en moyenne) qu'à la dévalaison (20% des habitats en moyenne)

- Parmi les enjeux existants sur les 13 rivières pérennes en termes de continuité écologique (morphologique, hydraulique, biologique), c'est l'enjeu biologique qui a été retenu et a permis d'élaborer, par la suite, le plan d'action.

- Afin de rendre concret le plan d'action proposé, la priorisation biologique des actions pour la restauration des continuités est modulée par le coût, la technicité et la perte d'usage.

Études sur les continuités marines

Il existe peu d'études sur le milieu marin en lien avec les continuités écologiques à l'échelle de La Réunion car la plupart des enjeux sont régionaux, tels que détaillés dans le premier chapitre de ce rapport.

En revanche trois programmes terminés ou encore en cours, ainsi que les études préalables au projet de Nouvelle Route du Littoral devraient apporter des informations de bases pour une étude plus approfondie de la question, notamment sur la répartition des différents habitats :

CARTOMAR :

La cartographie morpho-sédimentologique du domaine côtier de La Réunion (de -20 mètres à -100 mètres de profondeur), réalisée par le BRGM, a permis d'établir une première cartographie de synthèse au 1/25 000^{ème} de la nature des fonds du domaine côtier de La Réunion (BRGM, 2008). Cette cartographie couvre tout le pourtour de l'île, à l'exclusion du secteur sud-est bordant la zone volcanique active de la fournaise.

HYDRORUN

Le développement de la plateforme de modélisation hydrodynamique de La Réunion (**HYDRORUN**) développée par Ifremer permet de réaliser des simulations de courants, de la température, de la salinité à l'échelle de l'ensemble de l'île de La Réunion jusqu'à 50 milles marins au large.

SPECTRHABENT-OI

Les habitats benthiques littoraux et subtidiaux⁵ des îles françaises de l'Océan Indien sont étudiés dans le programme de cartographie **SPECTRHABENT-OI** sous pilotage de l'IFREMER

⁵ Définition www.aquatportail.com: environnement peu profond, marin ou de l'estran, qui se trouve sous le niveau moyen des basses eaux des marées de vives-eaux

en ce qui concerne La Réunion. Basé sur la mutualisation de la logistique de Litto3D, ce projet développe de nouvelles méthodes de cartographie par télédétection. De plus, dans le cadre de Litto3D, une bathymétrie précise a été réalisée sur la bande côtière de 0 à 30 m de profondeur.

La Nouvelle Route du Littoral : études préliminaires réalisées dans le cadre du dossier de police de l'Eau (EGIS, juillet 2012).

L'objectif de cette étude est de définir des mesures compensatoires permettant d'assurer le maintien des corridors transversaux au trait de côte. Les espèces visées sont des espèces coralliennes et de poissons. Les mesures envisagées consistent en des récifs artificiels et des enrochements naturels.

À retenir pour les continuités écologiques :

Les études pré-citées apportent une connaissance supplémentaire des caractères physiques des grands habitats (zones sableuses, à galets, substrats basaltiques et galets). Toutefois, hormis pour les récifs, cette cartographie (étude CARTOMAR) ne débute qu'à partir de la bathymétrie -20/30 m. Par ailleurs, la bonne connaissance des courants dominants autour de l'île (résultats de l'étude Hydrorun) permet une première approche des grands schémas de la circulation larvaire autochtone autour de l'île.

Les études préliminaires de la nouvelle route du littoral constituent le premier travail abordant concrètement les continuités écologiques en milieu marin bien que le modèle présenté reste très théorique.

5.2 Documents de cadrage et de planification

Des études techniques sur les continuités écologiques réunionnaises ont déjà permis d'alimenter certains documents de cadrage et de planification avec lesquels les SCoT doivent être compatibles (SDAGE, charte du Parc National, SAR...). Par le complément d'analyse qu'elle apporte, la présente étude dans sa phase 3 (à venir) doit permettre d'aider les collectivités à faire cette déclinaison locale des continuités écologiques.

Les continuités écologiques dans le SAR

Les espaces dits « de continuité écologique » définis par le Schéma d'Aménagement Régional (SAR) ont vocation à relier les espaces importants pour la préservation de la biodiversité, essentiellement les espaces naturels de protection forte : ils forment des « corridors écologiques » à l'échelle de l'île, facilitant les échanges et déplacements nécessaires à la survie des espèces de la faune et de la flore sauvage, permettant ainsi de diminuer la vulnérabilité de la faune et de la flore qui résulte de la fragmentation des habitats naturels et des habitats d'espèces.

Les espaces ainsi considérés sont, d'une part, **les principales ravines** qui constituent des traits d'union entre le littoral et le centre de La Réunion et, d'autre part, **les abords du Cœur du Parc National**. Ils représentent une superficie de 41 383 hectares et sont matérialisés en vert clair sur la carte présentée ci-dessous. Cette cartographie a été réalisée à l'échelle du 1/100 000 pour l'ensemble de La Réunion et doit être précisée à une échelle plus précise lors des démarches SCoT et PLU.

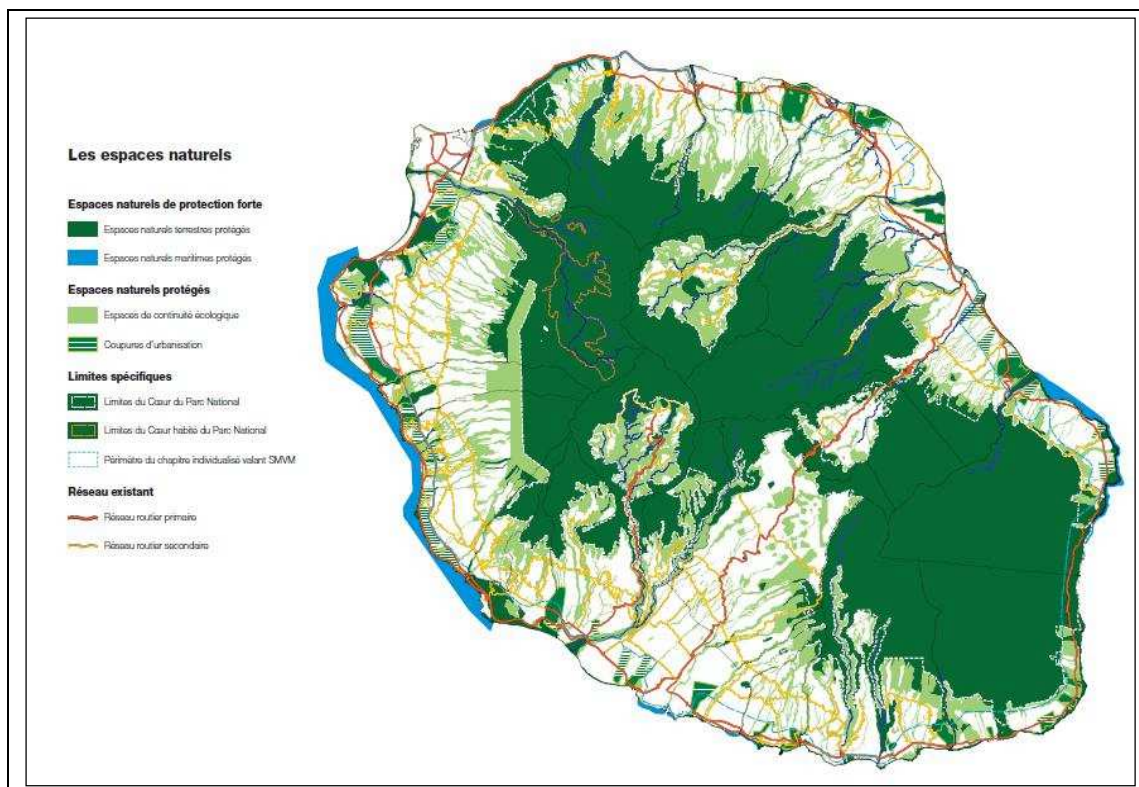


Figure 7 : Les continuités écologiques définies dans le SAR

À retenir pour les continuités écologiques :

Le SAR a mis en avant les continuités les plus évidentes : continuités de milieux ou d'habitats contigus à ceux du Parc National, et continuités topographiques et naturelles des ravines.

Ces espaces s'imposant aux SCoT et au PLU, il sera nécessaire de les intégrer ou de les rajouter aux continuités identifiées dans la présente étude.

Les continuités écologiques dans la Charte du Parc National de La Réunion

La Charte du Parc National identifie des grandes continuités écologiques essentielles à l'échelle régionale. Le document précise notamment : « ... les liens doivent être maintenus entre les deux grands massifs volcaniques (Piton des Neiges et Piton de la Fournaise), entre leurs deux façades « au vent » et « sous-le-vent », entre les différents étages de végétation ou encore entre les eaux marines et continentales. Ces corridors écologiques permettent les flux migratoires tant de la faune que de la flore. Les principaux corridors identifiés illustrent les continuités écologiques transversales et altitudinales. Leur existence évite l'isolement des grandes unités de végétation et permet aux milieux naturels de poursuivre leurs évolutions. Ils sont également indispensables à la survie de certaines espèces, et notamment des pétrels et des poissons amphihalins.

Une attention particulière devra être portée à la continuité écologique entre les deux grands massifs volcaniques, qui est relativement restreinte géographiquement : elle

se limite à deux cordons étroits en cœur de parc, en aval (Pandanaie) et en amont (col de Bellevue) de La Plaine-des-Palmistes... »

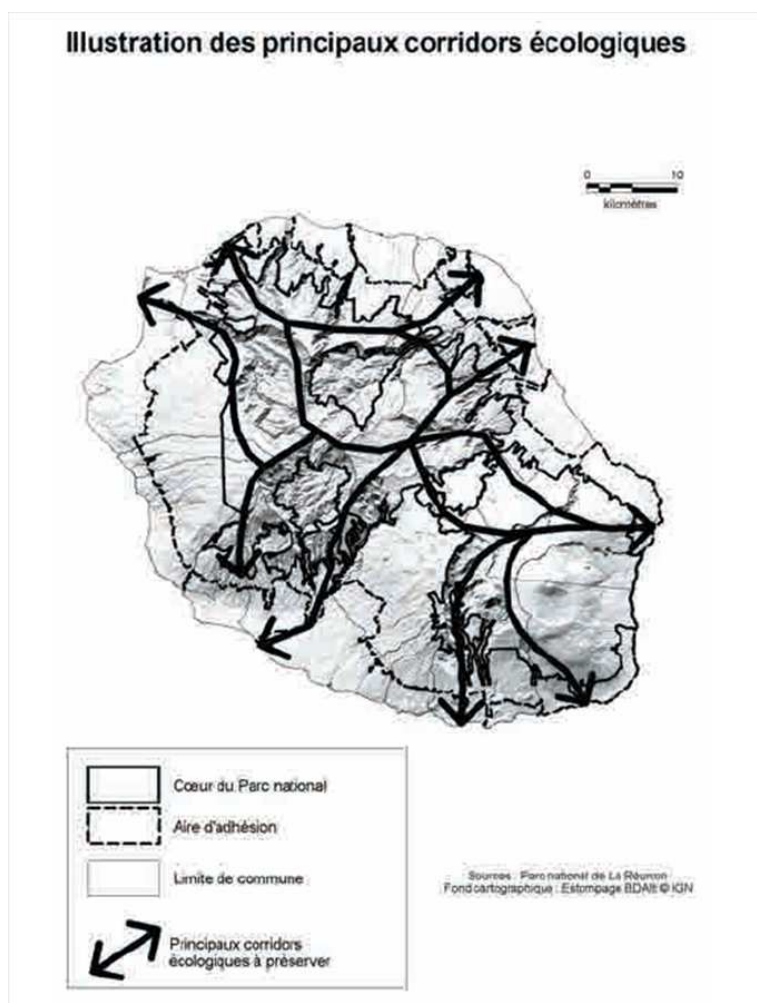


Figure 8 : Les corridors identifiés dans la Charte du Parc National

À retenir pour les continuités écologiques :

L'ensemble du cœur de Parc étant considéré comme un réservoir de biodiversité, la présente étude mettra l'accent sur les continuités en dehors du cœur de Parc, là où se situent également les principaux enjeux d'aménagement du territoire.

Les continuités écologiques dans le SDAGE

Parmi les sept Orientations Fondamentales (OF) définies dans le SDAGE, l'OF 6 « Préserver, restaurer et gérer les milieux aquatiques continentaux et côtiers » décline les différents types d'actions à mettre en œuvre de sorte à préserver les milieux et leur biodiversité :

- Lutter contre les pollutions qui affectent certains milieux aquatiques à préserver ;
- Rétablir la continuité écologique des cours d'eau ;
- Lutter contre les espèces envahissantes ;
- Améliorer la connaissance sur les milieux aquatiques continentaux et marins.

Le SDAGE identifie des réservoirs biologiques, se fixe un objectif de rétablissement de la continuité écologique et de protection de ces cours d'eau.

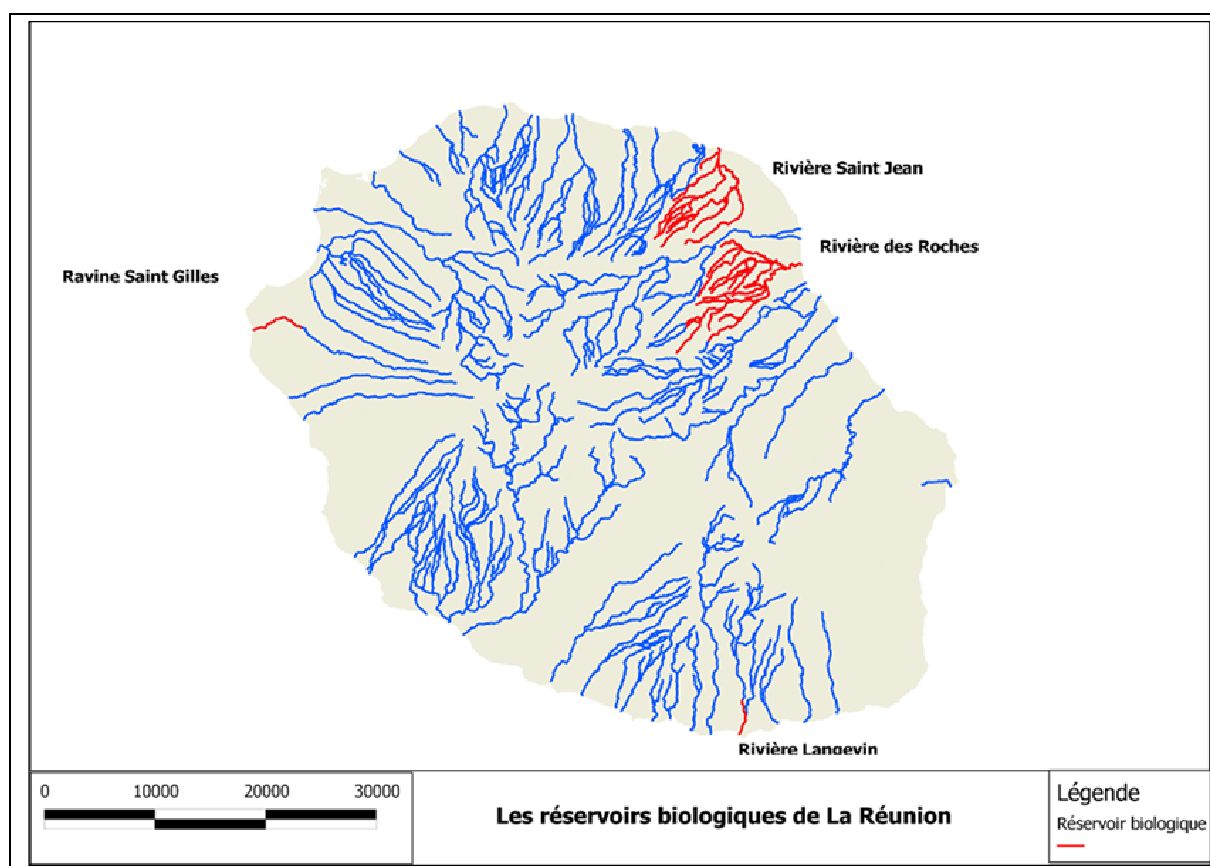


Figure 9 : Les réservoirs biologiques de La Réunion (DEAL, 2011)

Le recensement des obstacles à la continuité prévu dans le SDAGE a été réalisé dans le cadre de l'étude sur la continuité écologique des 13 rivières pérennes de La Réunion (cf. annexe 6 Bibliographie)

À retenir pour les continuités écologiques :

Le SDAGE 2010-2015 a permis de mettre en exergue l'importance du rétablissement de la continuité écologique des cours d'eau via la définition d'orientations et d'actions :

- Protéger certains cours d'eau, en tant que réservoirs biologiques (orientation 6.2) :

Ainsi, la première identification des réservoirs biologiques a été réalisée dans le SDAGE 2010-2015 et leur délimitation amont a été précisée en 2011 (Etude DEAL Réunion).

Quant aux listes 1 et 2 du classement des cours d'eau, elles sont en cours d'établissement à La Réunion.

- Veiller à la conformité des aménagements existants et à venir, et empêcher toute nouvelle dégradation des milieux (orientation 6.3) :

L'étude DEAL Réunion sur la continuité écologique des 13 rivières pérennes réalisée en 2011, découle de cette orientation et a permis d'établir un plan d'actions visant la reconquête de cette continuité.

Concernant les débits réservés, les services de l'État ont également informé les exploitants de l'obligation qui leur est faite de se mettre en conformité vis-à-vis du débit réservé et plusieurs études de suivi du débit réservé et des suivis biologiques ont d'ores et déjà été effectuées.

6. DÉTERMINATION DES HABITATS ET DES ESPÈCES DE CONTINUITÉ ÉCOLOGIQUE

6.1 Références méthodologiques et invariants locaux guidant les choix

6.1.1 Objectifs et cadre de la démarche

La mise en place de la Trame verte et bleue demandée par le Grenelle de l'environnement aux différentes échelles de territoire est désormais cadrée par les Orientations nationales et des guides méthodologiques. Cependant, les méthodes d'identification et d'élaboration de la trame ont été laissés libres, à la condition de respecter cinq critères permettant d'assurer une cohérence nationale. Ces cinq critères, non hiérarchisés et pouvant se recouvrir en partie, sont :

- un critère « zonages existants » ;
- un critère « milieux aquatiques et humides » ;
- un critère de cohérence interrégionale et transfrontalière ;
- un critère « espèces » ;
- un critère « habitats ».

Si la question de la cohérence interrégionale – dans le sens de la nécessité de faire se joindre les trames régionales de part et d'autres de limites administratives - ne se pose pas à La Réunion, il a été décidé de s'inspirer de ces critères pour élaborer et cartographier les continuités écologiques de La Réunion.

- le **critère « zonages existants »** se traduit par la prise en compte *stricto sensu* dans la TVB de zonages de protection forte et l'examen au cas par cas de la participation d'autres zonages. → Ce critère sera appliqué dans la mesure des zonages existants à La Réunion, et adapté au contexte local, pour traiter de la zone du Parc National en particulier ;
- le **critère « milieux aquatiques et humides »** vise à garantir une cohérence entre la démarche Trame Verte et Bleue et les outils actuels de la politique de l'eau vis-à-vis des « espaces déjà identifiés nécessaires pour l'atteinte des objectifs de résultats poursuivis par la directive cadre sur l'eau et traduits dans les Schéma Directeurs d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) »⁶. → Ce critère pourra directement être appliqué à La Réunion.

Les trois autres critères de cohérence ont été développés par le MNHN, en collaboration avec les régions de métropole (conseils scientifiques régionaux pour le patrimoine naturel) pour l'établissement de listes d'espèces et d'habitats de cohérence écologique.

Ce travail n'ayant pas été fait dans les DOM, **il est donc proposé ici d'identifier**, sur la base des méthodes mises en place par le MNHN et adaptées au contexte réunionnais, **des espèces et des habitats à enjeu pour les continuités écologiques locales**.

⁶ MEDDTL, Guide 2 TVB.

Enfin, **le critère de cohérence interrégionale et transfrontalière** sera abordé au travers de l'analyse des enjeux de continuités aux différentes échelles, que ce soit en local (Ile de La Réunion, à l'échelle des Mascareignes ou de l'Océan Indien.

6.1.2 Les guides du MNHN comme documents de référence

Pour aborder la question de la liste d'espèces de continuité écologique, ce travail s'est basé sur les guides méthodologiques réalisés en métropole. Bien que la problématique soit différente pour La Réunion qui est un territoire isolé et pour lequel le principe de cohérence nationale ne s'applique pas, la réflexion reste pertinente.

Notre réflexion fait donc référence aux documents suivants :

- Guide TVB n° 2 du MEEDDM paru en 2010 et intitulé « Guide méthodologique identifiant les enjeux nationaux et transfrontaliers relatifs à la préservation et à la restauration des continuités écologiques et comportant un volet relatif à l'élaboration des schémas régionaux de cohérence écologique »,
- Guide du MNHN paru en 2011 sur la « Trame verte et bleue – Critères nationaux de cohérence - Contribution à la définition du critère sur les espèces »,
- Guide du MNHN paru en 2011 sur la « Trame verte et bleue – Critères nationaux de cohérence - Contribution à la définition du critère sur les habitats »
- Note de la FCBN⁷ parue en 2011 et intitulée « Réflexion et essai méthodologique de définition de listes d'espèces végétales pour la cohérence nationale de la Trame Verte et Bleue ».

Les apports de ces documents sont les suivants.

Les espèces végétales

Les besoins de continuités des **espèces végétales** ne sont pas établis, aucune liste d'espèces végétales n'est envisageable actuellement. En effet, les connaissances actuelles ne permettent pas ou difficilement selon les taxons de se prononcer sur les besoins de la flore en termes de continuités écologiques et l'impact de la fragmentation.

Les espèces végétales ne seront donc pas ici utilisées directement ; elles interviendront plutôt pour étayer l'identification ou la hiérarchisation des continuités d'habitats.

Les espèces animales : critères espèces du MNHN

Le choix des **espèces animales** repose sur plusieurs filtres de sélection.

« Les espèces de cohérence n'ont pas été choisies dans un but de construction mais dans un but de cohérence des régions vis-à-vis du niveau national. Il ne faut pas non plus oublier que le critère « espèces » n'est qu'un critère parmi cinq et qu'il n'existe pas de hiérarchisation entre ces critères. De plus, derrière une espèce TVB se trouve l'habitat de cette espèce TVB. Cela est particulièrement important pour les espèces dites « **parapluies** » car d'autres

⁷ Fédération des Conservatoires Botaniques Nationaux
Etude préalable d'identification et de cartographie
des réseaux écologiques à la Réunion – tome 1

espèces non sélectionnées pourront ainsi bénéficier de la prise en compte de cette espèce parapluie. D'un point de vue scientifique, l'approche « espèces » reste une approche pertinente pour la faune.

Le MNHN propose plusieurs filtres de sélection. Le premier type de filtre fait référence à des critères évaluatifs (ou quantitatifs) alors que le deuxième filtre fait référence à des critères interprétatifs (ou qualitatifs).

Le filtre quantitatif a pour objectif de dégager la **responsabilité nationale** des différentes régions pour chaque espèce sur la base d'un rapport de proportionnalité entre la population relative de la région et la surface relative de la région. Pour les espèces menacées, le ratio des effectifs doit être supérieur ou égal au ratio des surfaces, alors que pour les autres espèces, et ce afin de favoriser celles qui sont menacées, le ratio des effectifs doit être supérieur ou égal à deux fois le ratio des surfaces.

Le filtre qualitatif a pour objectif de prendre en considération, d'une part la **pertinence** des espèces vis-à-vis d'une logique « continuité écologique » et d'autre part, de tenir compte du **niveau de connaissance** et de la facilité à suivre une espèce.

Les habitats d'espèce

Le terme « habitat » au sens « habitat d'espèce » est centré sur une entité biologique. Les échelles habituellement utilisées sont celles des organismes ou des communautés. Un « habitat d'espèce » est donc, de manière simple, le lieu où vit une espèce ou une population donnée.

Pour une espèce végétale, l'habitat d'espèce regroupe alors une zone géographique où l'espèce est présente, caractérisée par ses propriétés physiques et biotiques.

Pour une espèce animale, l'habitat d'espèce regroupe aussi bien les zones de reproduction, les zones d'alimentation ou encore les zones de repos de cette espèce. A titre d'exemple, l'habitat de la Loutre d'Europe sera constitué du cours d'eau, de ses berges, etc.

Le concept d'habitat d'espèce repose ainsi sur une notion écologique et géographique et s'inscrit dans une perspective biologique et fonctionnelle à l'échelle des espèces et de leurs populations. Un habitat d'espèce peut donc couvrir un ou plusieurs habitat(s) naturel(s), simultanément ou selon le stade du cycle biologique (par exemple pour un odonate : habitat larvaire aquatique, habitat adulte de type roselière). D'une manière générale, les vertébrés qui sont placés en sommet de chaîne trophique ont des habitats d'espèce qui combinent de nombreux habitats naturels élémentaires, tout en restant souvent dans une grande entité physiologique. Par exemple : oiseaux de forêt feuillue / oiseaux de forêt résineuse / oiseaux des milieux agropastoraux.

A contrario, la plupart des espèces végétales ont un habitat d'espèce clairement associé à un ou plusieurs type(s) d'habitat(s) naturel(s) élémentaire(s).

Les invertébrés forment une catégorie intermédiaire. Beaucoup sont phytophages (30% à 50% des insectes) et ont donc un habitat d'espèce associé à des espèces végétales, elles-mêmes liées à un ou plusieurs habitats naturels. Cette relation n'est cependant pas si simple, la majorité des espèces étant polyphages ou oligophages. D'autres espèces sont sensibles à la qualité de l'habitat naturel, comme certains organismes saproxyliques qui ont besoin de gros arbres à cavité, sans être très sensibles au type d'habitat forestier naturel.

Le critère « espèces » est donc clairement sous-entendu dans la notion d'habitat d'espèces ; cette dernière viendra donc compléter le cas échéant le critère « espèces ».

L'approche « **habitats** » doit par conséquent se consacrer à la notion d'habitats naturels, qui n'est abordée par aucun autre critère de cohérence. Cette approche est par ailleurs particulièrement opérante pour prendre en compte la flore et une partie des invertébrés.

Il a été proposé que les habitats sélectionnés soient des milieux naturels terrestres, présentant un certain degré de naturalité et considérés comme répandus ou autrefois répandus (cas des landes en régression dans certaines régions, ou des ripisylves), en termes de surface. En favorisant les habitats répandus dans leur zone biogéographique, cette approche est ainsi basée sur la représentativité des formations végétales naturelles et ce choix renforce, pour le critère « habitats », l'intérêt de ne pas se consacrer uniquement aux habitats dits « patrimoniaux ».

Pour chaque région, il était enfin proposé de rattacher les différents habitats retenus aux cinq sous-trames préconisées pour les SRCE dans les guides TVB :

- Milieux aquatiques : correspondent aux cours d'eau ;
- Milieux boisés : correspondent aux forêts et aux boisements ;
 - Milieux ouverts : correspondent aux landes et aux pelouses ainsi qu'aux milieux ouverts plus anthropisés comme les milieux agricoles extensifs (prairies pâturées, ...). Le choix a été fait de ne pas distinguer ces deux types de milieux de toutes les façons marqués par la main de l'Homme ;
- Milieux humides : correspondent aux mégaphorbiaies, aux tourbières et aux pièces d'eau ;
- Milieux littoraux : correspondent aux dunes, aux plages et aux falaises littorales.

Les approches habitats et espèces peuvent donc être considérées comme complémentaires en fonction de l'échelle considérée et des objectifs à atteindre : identifier et cartographier les continuités, les valider ou même communiquer à leur sujet (sensibilisation par le biais d'espèces emblématiques par exemple).

6.1.3 La sélection de continuums de végétation pour les continuités écologiques d'habitats naturels

A La Réunion, qui culmine à plus de 3000 m d'altitude, la notion de gradient altitudinal est primordiale pour appréhender les milieux naturels. D'après les récits des premiers voyageurs, la ceinture forestière allait de la mer jusqu'au sommet de l'Île, ce qui n'est plus le cas aujourd'hui.

Les relevés réalisés sur les coulées de lave (Strasberg, 1994) ont démontré que la recolonisation à 200 m d'altitude pouvait se faire à partir de populations situées à plus de 2000 m d'altitude. Il existe bien des échanges entre les différentes séries de végétation aussi bien qu'au sein de chaque série pour les espèces eurythermes⁸ et dans une moindre mesure pour les espèces matricielles. Par contre, concernant les espèces caractéristiques d'habitats de chaque série de végétation, ces échanges altitudinaux sont très restreints.

⁸ Organismes adaptés à de grandes variations de température (source : Wikipedia)

De la même manière, les espèces et les habitats strictement littoraux (halophiles⁹) n'ont pas de relation directe avec les étages supérieurs.

Les connexions transversales (perpendiculaires à la pente, entre des milieux de même altitude), sont donc importantes pour la conservation des espèces caractéristiques de chaque série de végétation et primordiales pour les habitats littoraux. **Ces sont les habitats par série de végétation qui sont à la base des sous-trames.**

Dans le cadre d'une approche continuité écologique et compte tenu de l'état actuel des connaissances, il paraît ainsi plus pertinent de travailler sur les séries de végétation (selon Cadet, 1980), que sur les habitats cartographiés à partir des niveaux supérieurs de la typologie des milieux naturels de La Réunion.

Les habitats et la flore sont organisés en quatre séries de végétation (Cadet, 1980) réparties selon l'altitude et leur exposition au vent.

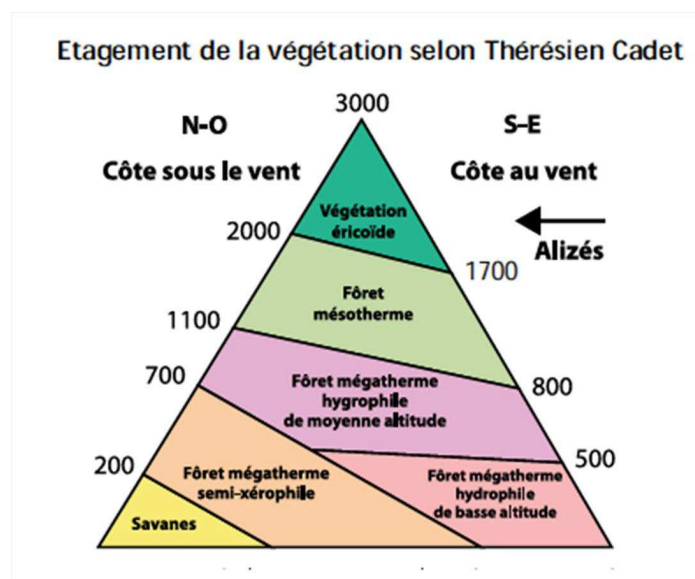


Figure 10 : Étagement de la végétation selon Thérésien Cadet (1980).

Nous proposons de retenir cinq continuums supports des sous-trames terrestres (selon altitude décroissante), basés sur les quatre séries de végétation de Cadet complétée par un continuum pour la végétation littorale :

- **Continuum oligotherme hygrophile** (1700 – 3000 m d'alt.) = Milieux de haute altitude → sous-trame Haute altitude
- **Continuum mésotherme hygrophile** (800 – 2000 m d'alt.) = Milieux de moyenne altitude → sous-trame Moyenne altitude
- **Continuum mégatherme hygrophile** :
 - de **moyenne altitude** = Milieux de moyenne altitude (500 – 800 m d'alt.) → sous-trame moyenne altitude
 - de **basse altitude** (50 – 500 m d'alt.) = Milieux de basse altitude au vent → Sous-trame au vent
- **Continuum mégatherme semi-xérophile** (50 – 700 m d'alt.) = Milieux de basse altitude sous le vent → Sous trame sous le vent
- **Continuum « littoral »** (0 – 50 m d'alt.) correspondant à la partie supralittorale et adlittorale de l'étage mégatherme = Milieux littoraux → Sous-trame Littorale

⁹ Qui pousse naturellement dans les terrains imprégnés de sel (source : www.larousse.fr)

Les milieux naturels littoraux, sont, de par leur interface et « dépendance » avec la mer et les embruns marins, des formations spécifiques et riches en forte régression et gravement menacées car elles concentrent l'ensemble des pressions anthropiques. Un travail conséquent sur les habitats littoraux (CBNM, 2010) permet aujourd'hui d'intégrer ce système tant que continuum.

Ce principe permet donc de travailler par « étage » de végétation, pour laquelle l'entrée continuité écologique est pertinente, sans prendre en compte le type d'habitat ni prendre le risque « d'oublier » certains habitats qui devraient être considérés comme prioritaires. Il permet de sélectionner l'ensemble des habitats naturels (indigènes et endémiques) de La Réunion.

Tous les habitats naturels et semi-naturels existants et connus par série de végétation doivent être pris en compte dans cette approche, quel que soit leur état de conservation.

Il convient donc de regrouper les habitats et reliques d'habitats des cartographies existantes (PNR, 2012 ; EcoDDen, 2013 ; CBNM, 2011) actuellement disponibles en série de végétation.

Les habitats semi naturels et éventuellement des lambeaux de végétation primaire, localisés en dehors des réservoirs de biodiversité, doivent être intégrés en priorité pour la constitution de continuités écologiques potentielles.

En l'absence d'une définition précise à l'échelle régionale des typologies des grandes formations végétales, les définitions ci-dessous sont applicables à l'objet de l'étude et se basent notamment sur les sélections des couches cartographiques réalisées et sur la donnée disponible.

A noter que les cahiers d'habitat naturels et semi-naturels de La Réunion ainsi que la typologie descriptive des habitats naturels et semi-naturels de La Réunion ne proposent aucune définition en ce sens.

Végétation naturelle :

La végétation naturelle correspond aux formations végétales indigènes et endémiques soit la végétation primaire en bon état de conservation.

Végétation semi-naturelle :

La végétation semi-naturelle correspond aux formations végétales primaires (indigènes et endémiques) dégradées par des espèces exotiques bien souvent envahissantes = reliques d'habitats naturels.

Dans le cadre de cette étude sont également considérés comme végétation semi-naturelle, les productions sylvicoles d'essences indigènes ou les forêts cultivées d'essences indigènes et exotiques en mélange.

La végétation secondaire correspond aux formations végétales dominées par des exotiques, il s'agit d'habitats secondarisés. Il peut s'agir de milieux spontanément envahis par des espèces exotiques envahissantes ou de plantations d'espèces exotiques = nature ordinaire.

6.2 Critères de sélection des espèces de continuité écologique à La Réunion

6.2.1 *L'adaptation de ces critères au contexte réunionnais*

Vu le contexte particulier de la faune réunionnaise (absence de grands mammifères indigènes), il est apparu important d'adapter les critères de sélection des espèces de continuité écologique aux espèces présentes et aux informations disponibles. Le principe des trois filtres a été gardé avec les critères précités :

- de responsabilité de La Réunion ;
- de pertinence de la prise en compte de l'espèce dans une approche de continuité écologique ;
- de disponibilité des données et de la connaissance.

Cas de la flore

Les espèces identifiées pour la flore ne seront pas utilisées pour déterminer directement les continuités. Elles seront utilisées a posteriori, après analyse cartographique des continuums d'habitats, afin de valider la pertinence et de hiérarchiser les zones pressenties pour constituer des continuités.

Pour la flore et les habitats, suite aux conclusions de la FCBN et aux constats régionaux, la sélection des espèces est réalisée sur la base de critères simples répondant essentiellement au filtre 1 du MNHN traduisant la responsabilité de La Réunion pour les espèces

- espèces menacées ou rares ;
- espèces caractéristiques d'un habitat ou une série végétale.

Le dire d'expert viendra conforter cette liste à l'aide de critères dit interprétatifs. En effet, les connaissances actuelles ne permettent pas ou difficilement selon les taxons, de se prononcer sur leurs besoins de continuités écologiques et l'impact de la fragmentation (Filtre 2).

A noter qu'une liste réduite relative à l'analyse pour la sous trame des milieux littoraux sera réalisée. Cette liste répondra à un critère complémentaire restrictif, relatif à la tolérance (voire son exigence) de l'espèce aux embruns salins (halophilie), facteur qui caractérise les espèces végétales strictement inféodée au littoral.

6.2.2 Critères évaluatifs (quantitatifs) retenus

Critère 1 : Espèce menacée en raréfaction

La raréfaction peut être de cause naturelle ou anthropique.

- **Faune :**

Les espèces conservées seront celles ayant un statut UICN menacé (CR, EN ou VU). Certaines espèces ayant un statut quasi menacé (NT) pourront être conservées si elles répondent également au critère de responsabilité de La Réunion.

- **Flore :**

Les espèces conservées seront celles ayant un statut UICN menacé (CR, EN ou VU) et rares (AR à RR et E) selon la rareté régionale (CBNM 2012).

Critère 2 : Responsabilité de La Réunion : espèce d'intérêt écorégional (filtre 1 MNHN) :

Il s'agit en priorité des espèces endémiques de La Réunion.

- **Faune :**

Une espèce endémique des Mascareignes ou indigène sera conservée dans le cas où la population de La Réunion est particulièrement importante en se basant sur le premier filtre du MNHN (lorsque l'espèce est devenue rare dans les autres Îles et qu'elle est donc mieux représentée à La Réunion).

- **Flore :**

Espèce endémique de La Réunion ou des Mascareignes (lorsque celles-ci sont devenues rares dans les autres Îles et qu'elles sont donc mieux représentées à La Réunion).

Pour les poissons et macrocrustacés des cours d'eau de La Réunion, toutes les espèces endémiques de La Réunion, Réunion et Maurice ou du Sud-Ouest de l'Océan Indien ont été conservées du fait de leur caractère diadrome et de la place importante de La Réunion dans leur cycle biologique.

Il en est de même pour la faune marine, le critère a été élargi aux espèces pour lesquelles La Réunion héberge une phase clé du cycle de vie.

Critère 3 : Espèce caractéristique d'une série de végétation (spécifique à la flore)

L'approche par série de végétation (alliance mise en évidence par Cadet, 1980) est, en l'état actuel des connaissances, plus pertinente.

En effet, les espèces caractéristiques des séries de végétation seront plus représentatives en matière de continuité écologique pour la série concernée que les espèces rares pour lesquelles, par définition, il sera difficile de mettre en évidence de véritables continuums.

6.2.3 Critères interprétatifs (qualitatifs) retenus

Critère 4 : Espèce en cours de radiation

Il s'agit d'un critère interprétatif à renseigner par le « dire d'experts ».

Les espèces identifiées par ce critère seront surtout utiles dans le cadre de cette démarche *a posteriori*, une fois que les continuités écologiques auront été identifiées en croisant l'ensemble des cibles (habitat, faune, flore). Elles serviront alors à vérifier que ces continuités écologiques ne présentent pas de risque vis-à-vis de la radiation en cours d'une espèce ou du risque d'hybridation et donc vis-à-vis de l'altération potentielle du patrimoine génétique (appauvrissement).

Critère 5 : État de la connaissance de l'espèce et/ou difficulté d'identification :

Il s'agit pour ce critère d'exclure :

- les espèces dont l'état actuel des connaissances est insuffisant dans le cadre de la démarche d'identification des continuités écologiques ;
- les espèces difficiles à identifier, complexifiant la démarche.

Pour la flore, suite aux échanges avec le CBNM, il a notamment été proposé pour certaines familles comme les Poacées et les Cypéracées de ne sélectionner que certains genres (comme les carex pour les Cypéracées par exemple).

Critère 6 : Espèce ayant des besoins en matière de continuité écologique (spécifique à la faune)

Ce critère s'apparente à la pertinence de la prise en compte de l'espèce dans une approche de continuité écologique. Il peut s'agir

- de besoins intrinsèques tels que la **nécessité d'avoir une mosaïque d'habitats** pour répondre aux besoins journaliers ou aux stades du cycle de vie ;
- ou de besoins populationnels, c'est-à-dire la **sensibilité à la fragmentation des populations**.

Dans ce critère devra être intégré le fait que la conservation d'une espèce ayant des besoins en termes de continuités écologiques, peut être ou non influencée par l'aménagement du territoire.

Ce critère sera essentiellement renseigné par le « dire d'experts ».

Ce critère n'a pas été retenu pour la flore bien qu'il soit tout autant pertinent sur le principe. En effet le besoin de continuité pour les plantes est réel et principalement lié à la dissémination du pollen et des fruits. La connaissance de ces distances et donc la structure spatiale de la diversité génétique restent très insuffisamment connues pour que ce facteur puisse être pris en compte de manière globale pour l'ensemble des espèces concernées.

Critère 7 : Espèce ayant conservé toute ou partie de son autonomie dynamique¹⁰ (conservation in situ) (spécifique à la flore)

L'objectif est de savoir si l'espèce conserve ou non une certaine autonomie dynamique : c'est-à-dire si son objectif de conservation est *ex situ* ou *in situ*. Dans ce dernier cas, la continuité écologique a un véritable rôle à jouer pour assurer la viabilité de l'espèce.

Les continuités écologiques favorables aux espèces n'ayant pas conservé toute leur autonomie dynamique seront de toute façon identifiées par la prise en compte d'espèces du même type écologique (espèce parapluie dans ce cadre). C'est le cas par exemple du *Ruizia cordata* nécessitant des opérations de conservation *ex situ* et du *Stillingia lineata* (espèce parapluie) qui est intégré à l'analyse.

Ce critère sera essentiellement renseigné par le « dire d'experts ».

Critère 8 : Espèce végétale d'intérêt majeur pour la faune (invertébrés)

Ce critère vise à « repêcher » les éventuelles espèces végétales indigènes ou endémiques non sélectionnées par les critères évaluatifs et d'intérêt (plante hôte) pour des invertébrés indigènes ou endémiques menacés (CR, VU, EN selon les critères de l'IUCN). Les inventaires de la majorité des espèces d'invertébrées restent incomplets et ne permettent pas d'avoir une vision d'ensemble de leur répartition sur le territoire de La Réunion. Ce constat est d'autant plus vrai pour des espèces pour lesquelles les individus sont très discrets durant certaines phases de leur cycle de vie. Certaines espèces au-delà d'un habitat plus ou moins spécifique, sont inféodées à la présence d'une espèce de flore particulière dite plante hôte. Afin de palier le manque de connaissance sur la répartition de ces invertébrés, il a été décidé de prendre en compte ces espèces à travers la présence de ces plantes hôtes, pour lesquelles les connaissances, bien que non exhaustives sont plus importantes.

6.2.4 Synthèse des critères retenus

Pour la flore

Pour la flore terrestre, les critères les plus importants sont les suivants :

- espèce menacée (critère 1) ;
- responsabilité de La Réunion (critère 2) ;
- caractéristique d'une série de végétation (critère 3).

Pour être sélectionnée, une espèce doit répondre aux critères 1 et 2 ou au critères 3.

Le critère 8 sur les espèces d'intérêt majeur pour la faune, doit permettre, une fois les trois critères précédents appliqués de compléter la liste avec des espèces particulières qui ne seraient pas ressorties des filtres précédents. Cela s'applique principalement aux plantes indispensables aux arthropodes lors de certaines phases de leur développement.

Le critère 5 sur l'état de la connaissance n'est pris en considération qu'*a posteriori*.

¹⁰ Baret *et al.*, 2012

Les critères 4 (espèce en cours de radiation) et 7 (autonomie dynamique) sont secondaire et ne seront appliqués qu'*a posteriori* et au cas par cas.

On se reportera à la Figure 11 : Espèces de continuité : arbre de décision pour la flore ci-dessous.

Pour la faune

Pour la faune terrestre, marine et aquatique, les critères les plus importants sont les suivants :

- espèce menacée (critère 1) ;
- responsabilité de La Réunion (critère 2) ;
- pertinence de l'approche de continuité écologique (critère 6).

Pour être sélectionnée, une espèce doit répondre d'une part au critère 1 et/ou 2 et d'autre part au critère 6.

Le critère 5 sur l'état de la connaissance n'est pris en considération qu'*a posteriori*.

On se reportera à la Figure 12 : Espèces de continuité : arbre de décision pour la faune ci-dessous.

Tableau 3 : Synthèse des critères retenus par groupe taxonomique

	1. Espèce menacée en raréfaction	2. Espèce d'intérêt écorégional	3. Espèce caractéristique d'une série de végétation	4. Espèce en cours de radiation	5. Etat de la connaissance	6. Espèce ayant des besoins en matière de continuité écologique	7. Espèce ayant conservé son autonomie dynamique	8. Espèce d'intérêt majeur pour la faune
Flore	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	Manque de connaissances pour pouvoir le prendre en compte	OUI	OUI
Faune terrestre	OUI	OUI	NON	OUI	OUI	OUI	NON	NON
Faune aquatique	OUI	OUI	NON	OUI	OUI	OUI	NON	NON
Faune marine	OUI	OUI	NON	OUI	OUI	OUI	NON	NON

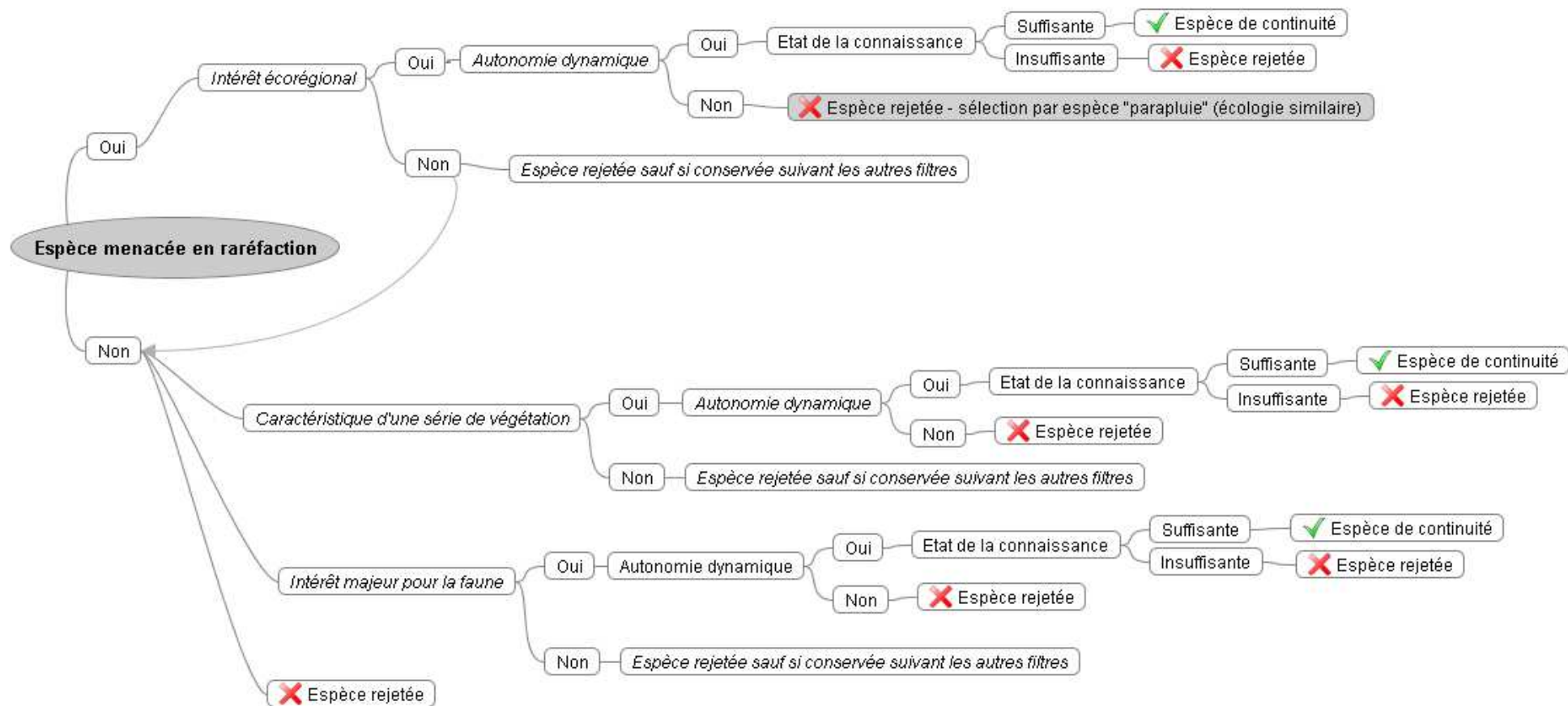


Figure 11 : Espèces de continuité : arbre de décision pour la flore

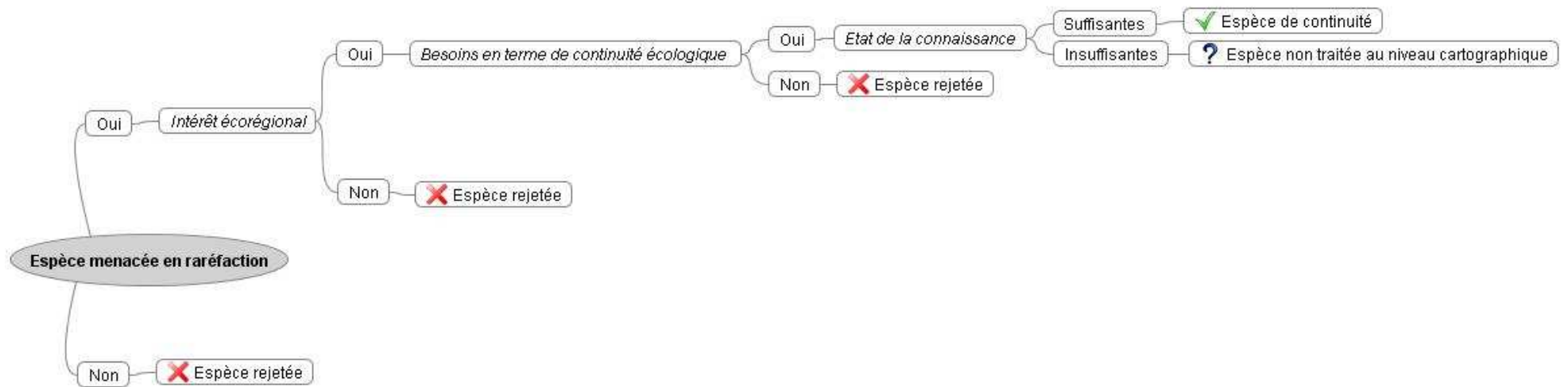


Figure 12 : Espèces de continuité : arbre de décision pour la faune terrestre

NB : le critère « intérêt écorégional » n'est pas valable pour la faune marine, les espèces marines ayant une distribution bien plus large.

6.3 Listes des espèces de continuité écologique à La Réunion

6.3.1 Liste d'espèces proposées pour la flore

En fonction du nombre d'espèces sélectionnées, on pourra éventuellement (si la liste est trop importante) réaliser l'analyse uniquement sur les espèces principalement rencontrées hors des réservoirs de biodiversité (série de végétation de basse et moyenne altitude). Espèces qui nécessitent de ce fait, une réflexion poussée sur les continuités écologiques.

165 espèces sont ainsi sélectionnées sur la base des critères évaluatifs. Elles sont présentées en annexe.

165 espèces dont :

- 127 déterminante de ZNIEFF¹¹ / 376 espèces ;
- 18 complémentaire de ZNIEFF / 227 espèces ;
- 111 REDOM¹² / 334 espèces.

Cette liste n'est pas figée et doit évoluer en fonction de l'acquisition des connaissances sur les espèces et les habitats (espèces caractéristiques).

Tableau 4 : Répartition des espèces et stations par continuum de végétation

Continuums	Nombre d'espèces	Nb de station <i>(extraction base Mascarine hors cœur PNR)</i>
Continuum oligotherme hygrophile	17 (9%)	7
Continuum mésotherme hygrophile	60 (31%)	81
Continuum mégatherme hygrophile	43 (22%)	60
Continuum mégatherme semi-xérophile	60 (31%)	82
Continuum littoral	10 (56%)	41
Tous Continuum (hors littoral) = espèces eurythermes	5 (3%)	

¹¹ Liste des espèces déterminantes de ZNIEFF, DEAL, CBNM, Juillet 2008.

¹² Constitution d'un réseau écologique visant la préservation des habitats et des espèces remarquables dans les DOM, Phase 1, ONF, Juin 2010.
Etude préalable d'indentification et de cartographie des réseaux écologiques à la Réunion – tome 1

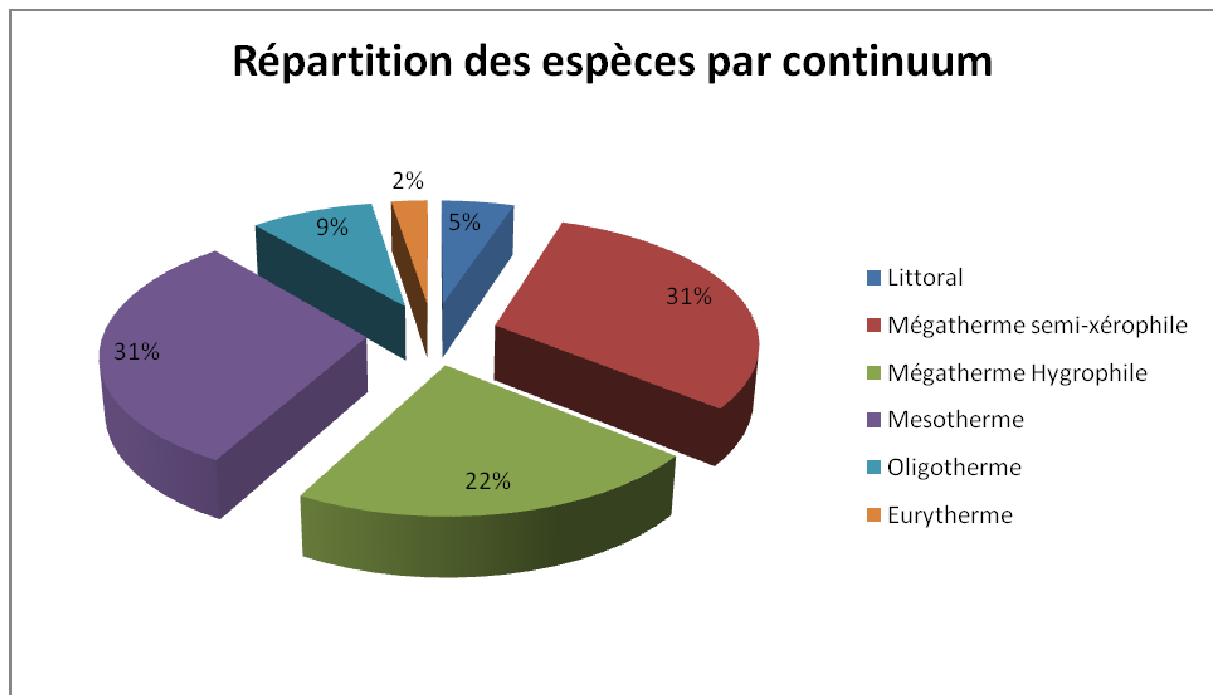


Figure 13 : répartition des espèces par continuum de végétation (graphe)

NB : Certaines espèces étant des espèces de transition elles ont été réparties dans les deux continums concernés. C'est pourquoi le nombre total d'espèces est plus important que le total des espèces sélectionnées en annexe 2.

NB 2 : L'extraction des stations de la base Mascarine a été réalisée en excluant le périmètre du cœur du Parc national qui est considéré comme un réservoir de biodiversité a priori, ce qui explique la sous représentativité des stations de la série oligotherme. Par ailleurs, la répartition des stations végétales au sein de la base Mascarine est directement liée à l'effort de prospection sur certains secteurs et notamment sur certaines séries compte tenu des enjeux en présence. Enfin, toutes les espèces de la liste ne font pas l'objet d'une géolocalisation systématique compte tenu de leur statut non menacée. C'est le cas notamment des espèces caractéristiques d'habitats ou de série de végétation.

6.3.2 Liste d'espèces proposées pour la faune terrestre et l'avifaune

Sur la base des critères UICN (espèce menacée ou quasi menacée), ce sont 50 espèces qui ont été analysées. La liste de l'ensemble des espèces retenues avec les différents critères est en annexe 3 de ce rapport.

Les espèces non évaluées

Toutes les espèces de la liste rouge ont été étudiées sauf trois catégories :

- les espèces disparues de l'île ou considérées comme éteintes ;
- les espèces occasionnelles ou accidentelles dont huit espèces d'oiseaux marins ;

- les espèces considérées comme étant probablement introduites : la Caille de Madagascar (*Turnix nigricollis*) et l'endormi (*Furcifer pardalis*).

Le cas des espèces à enjeu à l'échelle supra régionale

Concernant la faune, le principal enjeu qui mérite d'être pris en compte à une échelle supra régionale est celui des oiseaux marins. Ces espèces se reproduisent à La Réunion et réalisent une partie de leur cycle de vie en mer, sur des durées pouvant atteindre plusieurs mois pour les pétrels. Les principales zones de nourrissage connues sont au sud de Madagascar et à plusieurs milliers de km au nord-est de La Réunion pour le Pétrel de Barau. Ces déplacements saisonniers ou réguliers dépassent largement les limites des eaux territoriales françaises. Cet enjeu doit donc être appréhendé à travers une vision régionale à l'échelle du sud de l'Océan Indien.

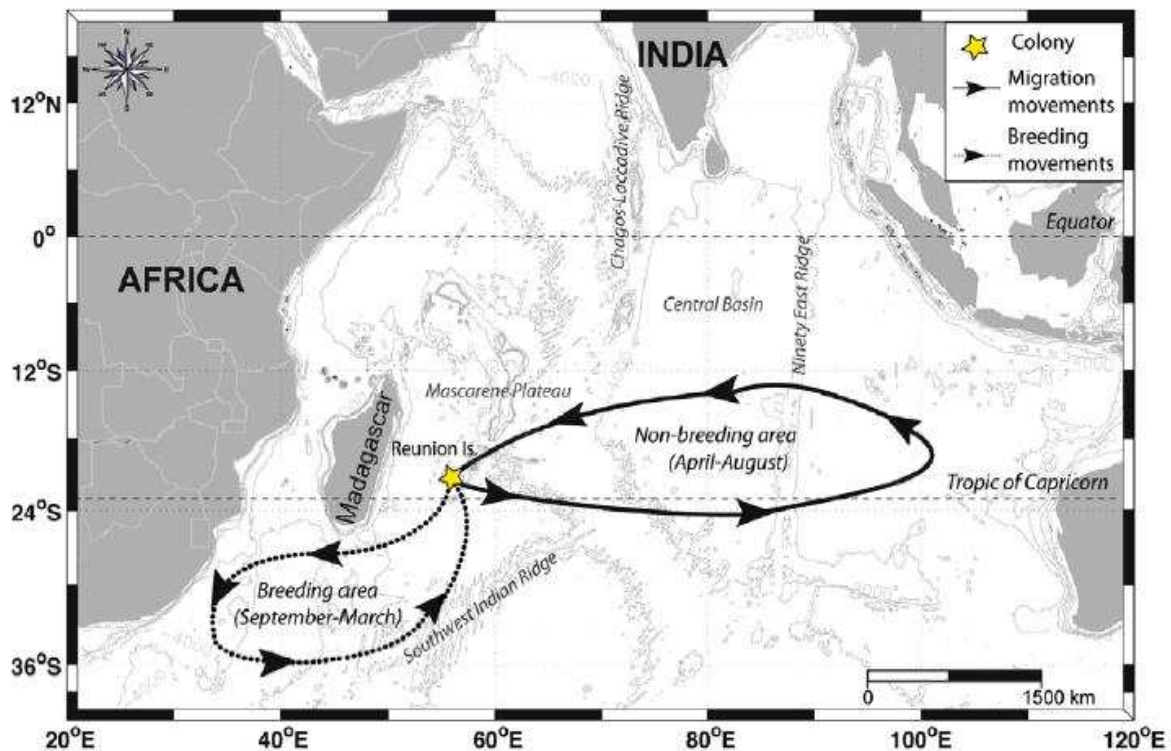


Figure 14 : Déplacements annuels du Pétrel de Barau (Pinet *et al.*, 2011)

Dans une moindre mesure, la conservation des espèces migratrices d'oiseaux limicoles est aussi un enjeu régional qui mérite d'être pris en compte à La Réunion, en complément des pays qui font partie des étapes migratoires principales, comme Madagascar, le Mozambique ou encore Maurice. La principale période de migration pour les limicoles, qui viennent du paléarctique, a lieu entre les mois de septembre et de mars, durant l'été austral. Pour ces espèces, La Réunion ne représente qu'une halte sans reproduction sur une trajectoire secondaire de la migration principale. Cela représente moins d'une centaine d'individus chaque année. Ces espèces non menacées et non endémiques ont cependant été prises en compte en raison de la nécessité de trouver à leur portée un réseau de zones humides.

Le cas particulier du Tuit Tuit

Le Tuit Tuit est une espèce d'oiseau menacée et endémique. Elle n'a pas été gardée à plusieurs titres :

- l'ensemble de la population de l'espèce fait partie intégrante du cœur du Parc National de La Réunion et est donc situé en réservoir de biodiversité ;
- l'étude récente de la génétique de la population (Salmona *et al.*, 2012) révèle des échanges de plus en plus fréquents entre les deux sous populations. Ces populations étaient marquées jusqu'à présent par un isolement dû à la faiblesse de la reproduction entraînant un manque de brassage des gènes. Mais cela était directement lié à la prédation par les rats et non à la topographie ou la géographie du site ;
- l'écologie de l'espèce révèle, comme le confirme le précédent plan de conservation et l'actuel Plan National d'Actions, que l'espèce n'est pas inféodée à un milieu naturel particulier. Sa présence à la réserve de Roche Écrite relève plutôt d'une stratégie de refuge vers un site jusque-là relativement préservé des prédateurs.

Le cas particulier du héron strié

Le héron strié est un cas particulier dans le sens où il ne s'agit pas d'une espèce migratrice mais son habitat recouvre en partie celui des limicoles migrateurs. Cela est plus particulièrement vrai pour les zones humides côtières. En revanche, le héron strié remonte fréquemment en amont le long des ravines et il existe plusieurs populations d'altitude.

La liste des espèces retenues

Six espèces répondant à l'ensemble des critères sont considérées comme prioritaires.

Tableau 5 : espèces de continuité écologique prioritaires pour la faune et l'avifaune

	Espèces	Nom vernaculaire
oiseaux	<i>Circus maillardi</i>	Busard de Maillard / Papangue
	<i>Pseudobulweria aterrima</i>	Pétrel noir
	<i>Pterodroma baraui</i>	Pétrel de Barau
	<i>Puffinus lherminieri bailloni</i>	Puffin de Baillon
Reptiles	<i>Phelsuma inexpectata</i>	Gecko vert de Manapany
	<i>Phelsuma borbonica</i>	Gecko vert de Bourbon / Gecko vert des Hauts

Une deuxième liste de dix espèces d'oiseaux est présentée. Ce sont des oiseaux migrateurs inféodés aux zones humides, ainsi que le héron strié que la plupart des experts consultés souhaitait conserver, malgré un enjeu de conservation non prioritaire. En effet, bien que les populations présentes à La Réunion soient aujourd'hui très limitées, elles ont occupé une place bien plus importante avant l'arrivée de l'homme comme le montre les subfossiles retrouvés récemment à l'Ermitage comme à Étang Salé.

Tableau 6 : autre espèces de continuité écologique pour la faune et l'avifaune

	Espèces	Nom vernaculaire
Avifaune aquatique	<i>Butorides (Ardeola) striatus rutenbergi</i>	Héron strié / Butor
	<i>Arenaria interpres</i>	Tournepièrre à collier
	<i>Calidris alba</i>	Bécasseau sanderling
	<i>Calidris ferruginea</i>	Bécasseau cocorli
	<i>Charadrius hiaticula</i>	Grand gravelot
	<i>Charadrius leschenaultii</i>	Gravelot de Leschenault
	<i>Numenius phaeopus</i>	Courlis corlieu
	<i>Pluvialis squatarola</i>	Pluvier argenté
	<i>Actitis (Tringa) hypoleucos</i>	Chevalier guignette
	<i>Tringa nebularia</i>	Chevalier aboyeur

Les deux derniers tableaux de l'annexe 3 présentent douze espèces qui sont pertinentes mais ne peuvent être traitées faute de connaissances suffisantes. C'est le cas pour les chiroptères qui représentent un enjeu qui n'a pas été conservé du fait du manque d'informations disponibles.

Concernant les arthropodes, pour certaines espèces, travailler à travers une approche habitat semble l'approche la plus pertinente pour palier le manque de connaissances.

6.3.3 Liste d'espèces proposées pour les milieux aquatiques continentaux

Les espèces non évaluées

Dans le cadre de l'évaluation de l'état écologique des eaux de surface au titre de la DCE, trois compartiments bioindicateurs aquatiques sont étudiés et font l'objet d'un suivi régulier:

- les diatomées ;

- les macroinvertébrés ;
- les poissons et macrocrustacés.

Parmi ces compartiments, les **diatomées**, microalgues formant un biofilm sur les substrats du cours d'eau, constituent de bons indicateurs de la qualité physico-chimique des eaux. Les connaissances sur les diatomées de La Réunion étant récentes, aucune des 323 espèces recensées à La Réunion ne fait l'objet d'un classement ou d'un statut particulier.

Certains sites remarquables en terme de biodiversité des diatomées sont connus :

- sur la rivière des Marsouins au niveau de Bébour (site dans le périmètre du Parc), l'intérêt de l'assemblage des diatomées a fait d'ores et déjà l'objet d'attentions particulières. Il s'agit plus particulièrement de diatomées endémiques de La Réunion de milieu acide et exempt de pollution ;
- au niveau du Bras d'Annette, alimentant le Grand Etang, des espèces endémiques ont également été identifiées ;
- au niveau de Cilaos sur le Bras des Etangs.

Ces cortèges floristiques indiquent des milieux avec une chimie de l'eau particulière (conductivité très faible pour Bébour et grand Etang ou au contraire des concentrations en calcium importantes à Cilaos).

Par contre, ces espèces ne sont pas des espèces migratrices actives : elles sont passives c'est-à-dire transportées par le courant, les personnes et les animaux. Elles ont des exigences écologiques et physico-chimiques très spécifiques et ne peuvent se maintenir et se développer dans des milieux différents de ceux décrits précédemment.

Par conséquent, le groupe des diatomées n'est pas retenu dans le cadre de la définition des continuités écologiques mais apportent néanmoins une information complémentaire du fait de leur sensibilité à la fragmentation des milieux (pollution chimique).

Les **macroinvertébrés** intègrent différents embranchements : cnidaires, nématodes, németertiens, plathelminthes, annélides, mollusques et arthropodes. Parmi les arthropodes, la classe des insectes comporte certaines espèces d'odonates inscrites sur la liste rouge des espèces menacées de La Réunion et que l'on retrouve au stade larvaire en milieu aquatique, le stade adulte étant aérien.

Les connaissances sur les espèces aquatiques sont néanmoins limitées en termes de répartition et d'exigences écologiques au niveau larvaire, car ces travaux sont en cours de consolidation.

Certaines espèces doivent faire l'objet d'une attention particulière du fait des impacts possibles de la fragmentation des milieux sur leur répartition : il s'agit plus spécifiquement, comme pris en considération dans la trame terrestre, des espèces listées ci-après, et principalement de deux espèces d'odonates : *Gynacantha bispina* et *Hemicordulia atrovirens*. La localisation très précise de ces taxons, le manque de connaissance actuel sur leurs exigences en termes d'habitats au stade larvaire et la méconnaissance de la faune benthique en milieu lacustre, rendent difficiles l'utilisation des macroinvertébrés dans l'approche des continuités des eaux douces. Ces taxons inscrits dans la liste rouge, ont été pris en considération (cf. annexe 3 tableau « liste d'espèces non prises en compte par manque de connaissance »).

Le cas des espèces à enjeux à l'échelle supra régionale

Pour les espèces aquatiques, il existe des enjeux de connectivité inter-îles (Maurice, Réunion, Madagascar) du fait de leur caractère diadrome. Actuellement des programmes de recherche sont en cours pour définir les migrations avérées d'espèces.

Différents programmes de recherche démontrant les interconnexions entre les îles ont d'ores et déjà été menés¹³ :

- sur les *Macrobrachium* par Zimmermann (2009), sur leur variabilité morphologique et génétique à l'échelle de l'Indo-ouest Pacifique ;
- sur les anguilles par Réveillac (2008), sur la dispersion des anguilles au cours de leur cycle biologique ;
- sur le genre *Kuhlia* par Feutry (2011), sur la phylogéographie des espèces appartenant au genre ;
- sur les bichiques par Hoareau (2005), sur l'absence de connectivité entre les Mascareignes et les Comores (malgré l'absence de divergence génétique), ce qui suppose que les deux archipels sont alimentés indépendamment par une population source unique, très grande ;
- sur les bichiques par Lord (2009), dont les travaux plus récents que la thèse de Hoareau, confirmeraient l'hypothèse d'un auto-recrutement majoritaire à l'échelle des Mascareignes (Lord 2009).

Il est de fait obligatoire d'intégrer cette approche suprarégionale dans la notion de continuité écologique aquatique.

Les espèces évaluées

Il s'agit des poissons et macrocrustacés dulçaquicoles, indigènes de La Réunion. Parmi les espèces classées dans la liste rouge France en catégories CR, EN, VU ou NT (IUCN - cf. tableau ci-après), seules deux espèces n'ont pas été prises en compte :

- L'écrevisse *M. hirtimanus*. Cette espèce n'a plus été observée à La Réunion depuis 1982 ;
- Le Syngnathe à queue courte. La distribution de cette espèce se limite aux zones très aval. Très peu observée, l'écologie et les capacités de franchissement de cette espèce sont inconnues.

¹³ Réveillac E. (2008) *Histoires de vie larvaire et dispersion des Anguillidae : vers une approche bio-évolutive*. Thèse de doctorat, Université de La Rochelle.

Feutry P. (2011) *Evolution du comportement diadrome, phylogénie et phylogéographie du genre Kuhlia, Téléostéen, Perciformes*. Thèse de doctorat, Paris, Muséum national d'histoire naturelle.

Zimmermann G. (2009) *Variabilité morphologique et génétique des Macrobrachium (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) de l'Indo-ouest Pacifique : évolution des peuplements et applications à la gestion*. Thèse de doctorat, Paris, Muséum national d'histoire naturelle.

Hoareau T. (2005) *Dynamique structurale des populations de bichiques (Sicyopterus lagocephalus), Gobiidae amphidromes des rivières de La Réunion*. Thèse de doctorat, Université de La Réunion, France.

Lord C (2009) *Amphidromie, endémisme et dispersion : traits d'histoire de vie et histoire évolutive du genre Sicyopterus (Teleostei : Gobioidi : Sicydiinae)*. Thèse de doctorat. Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, France.

La liste des espèces retenues

Concernant les milieux aquatiques continentaux et les rivières en particulier, la sélection des espèces de continuité écologique parmi les poissons et les macrocrustacés est issue du travail réalisé dans le cadre de l'étude continuité des 13 rivières (Antea Group, 2011). Elles sont présentées en annexe 4.

Cette liste regroupe les Eléotridés comme le cabot noir et certains gobiidés comme la loche et le cabot rayé ; le Chitte ; le Kuhlia ; les cabots bouche-ronde (bichiques au stade juvénile) ; les anguilles ; la Chevaquine ainsi que les autres macrocrustacés comme les chevrettes, camarons et écrevisses ou encore les crabes.

Les espèces exotiques (ex. écrevisse australienne, tilapia...) ont également été considérées au niveau des zones humides et lenticues, le développement anarchique des populations étant susceptible d'impacter les populations indigènes.

6.4 Méthode et critères spécifiques au milieu marin

Une méthode différente a été développée pour la partie marine, celle-ci n'étant pas traitée dans les guides sur les critères nationaux de cohérence. « Les habitats marins ont été retirés d'emblée, la Trame verte et bleue s'inscrivant sur le domaine terrestre ».

6.4.1 Analyse préliminaire des grands enjeux pour le milieu marin

Milieu marin : un continuum à l'échelle du Sud-Ouest de l'Océan Indien

Dans le cadre de la définition d'une trame marine à La Réunion, il est nécessaire de garder à l'esprit la notion d'emboîtement d'échelles. En effet, même si la trame marine ne concerne formellement que les eaux réunionnaises, de nombreux processus du milieu marin (en particulier la connectivité, et donc les corridors écologiques, d'une grande partie des organismes marins) se jouent au niveau des Mascareignes voire au niveau du Sud-Ouest de l'Océan Indien, et même, pour la baleine à bosse, au niveau, de l'Antarctique / Océan Indien.

Ainsi, au niveau du Sud-Ouest de l'Océan Indien, plusieurs processus entre en jeu dans le cadre de continuités écologiques :

- les transports larvaires ;
- les déplacements de mammifères marins (notamment des baleines à bosses) ;
- les déplacements de tortues marines ;
- les déplacements de poissons du large (thons, espadons,).

Les travaux de Graham et Kool (2011) ont permis de mettre en évidence au sein de l’Océan Indien une forte barrière (pour les poissons et coraux) entre l’ouest de l’Océan Indien et l’est de l’océan Indien. Cette barrière est matérialisée par l’archipel des Chagos. Au sein de l’Océan Indien Ouest, les échanges inter-îles sont forts, et notamment pour La Réunion dont les échanges sont marqués avec Maurice. Cette connectivité permet des échanges génétiques entre les différentes îles. Elle est surtout fonction des courants et de la durée de vie larvaire des organismes.

Cette connectivité concerne la majorité des organismes marins présents à La Réunion (poissons, coraux, mollusques, crustacés, algues, éponges, etc.). Une étude en cours (IRD) permettra de clarifier **les zones sources (émettrices de larves) et les zones puits (réceptrices des larves)** au sein de l’Océan Indien et devrait notamment permettre d’identifier le rôle de La Réunion en tant que réservoir de biodiversité pour le Sud-Ouest de l’Océan Indien.

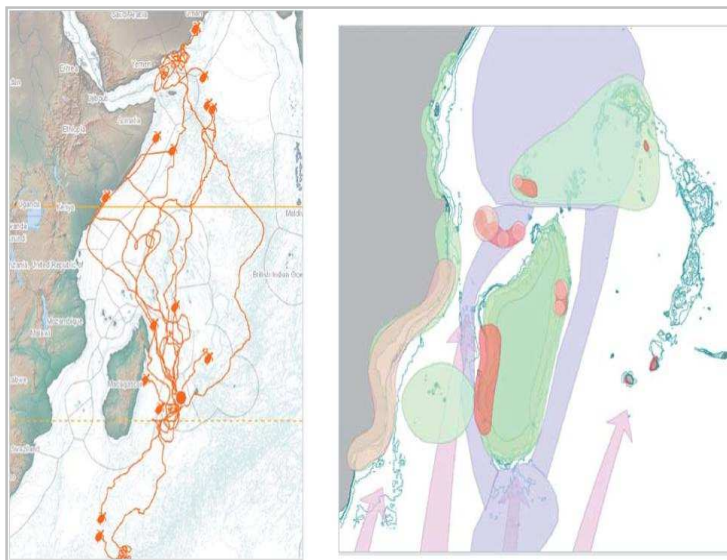
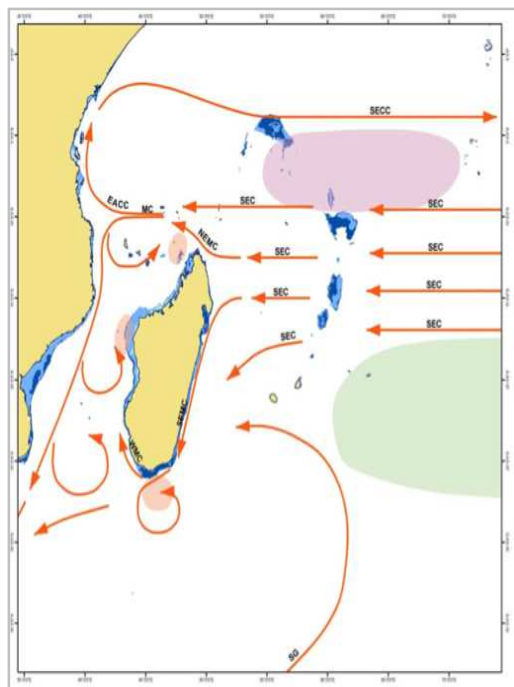


Figure 15 Modèle de la circulation hydrodynamique dans la zone Sud-Ouest de l’Océan Indien (pour le mois d’août).



En vert zone de convergence, en violet zone de divergence et en rose pâle zone d’upwelling (petites zones autour de Madagascar) (Desruisseaux, 2004¹⁴)

Figure 16 : déplacement des tortues caouanes (g) et des cétacés (d) (Obura *et al.*, 2012)¹⁵

¹⁴ Desruisseaux M. (2004). Pertinence des données altimétriques en halieutique appliquées à la pêche thonière. UQAR : Rimouski

¹⁵ RAMP COI in Obura *et al.*, 2012 (cétacés) et Kélonia in Obura *et al.*, 2012 (tortues)

Ci-contre, les différentes routes migratoires des tortues marines et des baleines à bosses démontrent bien l'aspect supra régional (Sud-Ouest de l'océan Indien) des corridors écologiques marins.

À gauche, migration des tortues caouannes au départ de La Réunion. À droite, principales zones d'observation des cétacés (vert), zone d'observation des baleines bleues (bleue), zone de nourrissage (rose), zone d'hivernage des baleines à bosse (rouge) et routes de migrations (flèche)

Un autre type de corridor écologique, cette fois directement relié à la courantologie de la zone, le transport de larves de poissons entre Maurice et La Réunion lors d'un événement cyclonique est illustré ci-dessous.

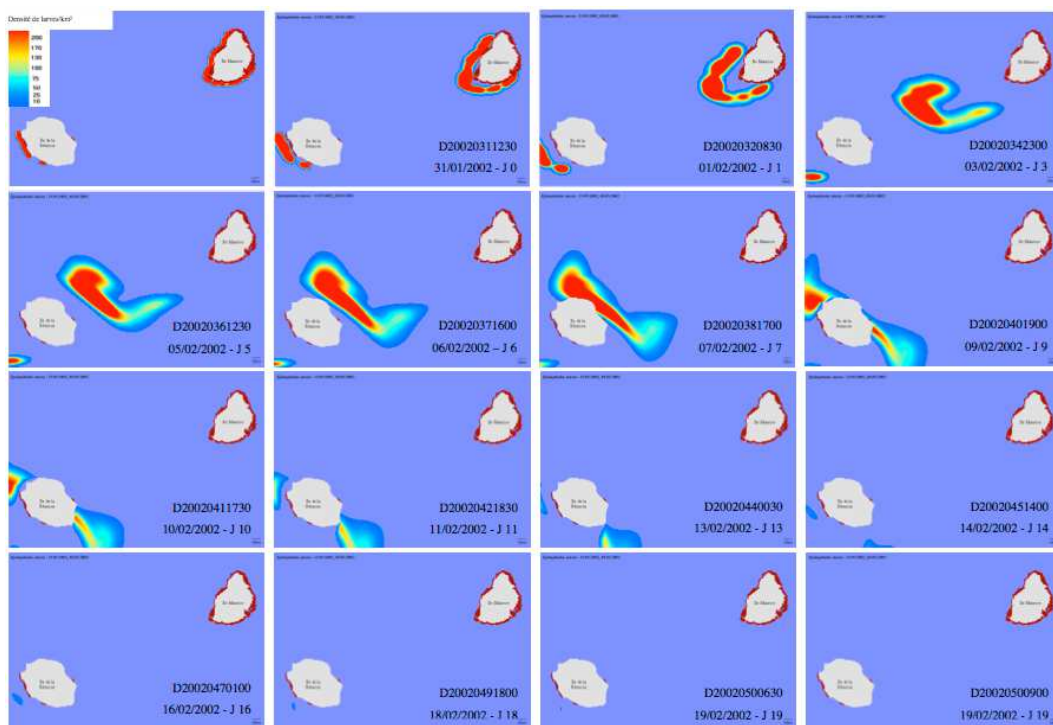


Figure 17 : Transport des larves de *E. merra* entre l'île de La Réunion et Maurice extrait de Crochelet, 2010¹⁶

Que ce soit à cause de l'influence des courants ou à cause des différents types d'habitats nécessaires à l'accomplissement du cycle de vie (zones de ponte/mise bas, alimentation, reproduction, zone de repos), l'enjeu des continuités écologiques pour la plupart des organismes marins se joue bien au-delà des eaux territoriales de La Réunion, et concerne ainsi toute la zone Sud-Ouest de l'Océan Indien (avec un zoom sur les Mascareignes pour les espèces inféodées aux récifs).

¹⁶ Entre le 31/01/2002 et le 19/02/2002. Les images sont identifiées comme suit : Year-Day-Hour-Min)
 Etude préalable d'identification et de cartographie
 des réseaux écologiques à la Réunion – tome 1

Si l'approche par sous-trame reste valable, les caractéristiques présentées ci-avant montrent l'importance d'aborder les réseaux écologiques de l'île à différentes échelles et avec des méthodes propres à chaque sous-trame.

Le milieu marin est particulier à plusieurs titres :

- le nombre d'espèces très important ;
- l'absence de liste UICN officielle pour les espèces marines autres que les cétacés et les tortues ;
- le fait que la richesse en termes d'espèces endémiques se situe à l'échelle du Sud-Ouest de l'Océan Indien et non de La Réunion.

Il a donc été décidé de procéder à une analyse préliminaire des grands enjeux pertinents en termes de continuité écologique avant d'utiliser le filtre des critères préalablement identifiés.

Les grands enjeux de continuité identifiés pour le milieu marin

Cette première analyse est basée sur les six principaux enjeux en termes de continuité écologique en milieu marin :

- **Enjeu 1 : Rôle de réservoir de biodiversité et recrutement larvaire autochtone des espèces inféodées aux récifs, substrats basaltiques et zone à galets** (zone côtière et hauturière). Plus de 99 % des espèces marines récifales (au sens large) passent par deux phases fondamentalement différentes : une phase larvaire océanique et pélagique de quelques semaines à quelques mois, suivie d'une phase benthique où juvéniles et adultes sont associés au récif corallien. Chez les poissons récifaux, comme pour la plupart des espèces marines récifales, la reproduction se passe en milieu benthique, les œufs tout juste fécondés sont expulsés vers l'océan; ils se développent alors en larves pélagiques. Ces dernières s'éloignent plus ou moins loin de leur récif natal (zone hauturière) et de manière quasiment passive au gré des courants bien qu'elles aient une certaine capacité à se mouvoir et à s'orienter par rapport aux récifs. Si, pour chaque espèce, le stock se renouvelle à partir de ses propres populations (auto-recrutement), les stocks doivent être gérés à l'échelle de l'île pour maintenir le pool génétique. En revanche, s'il existe des échanges significatifs entre les récifs des différentes îles (allo-recrutement), il faut envisager de protéger la zone géographique dans son ensemble. Bien que l'impact des activités humaines sur ce phénomène soit difficile à appréhender et plutôt du type « pression » que constituant un réel obstacle, cet enjeu est prioritaire ;
- **Enjeu 2 : Déplacements bathymétriques des poissons et déplacement entre les habitats de récifs, substrats durs et galets sur la bande côtière** (les réservoirs de biodiversité sont identiques à l'enjeu 1). Les déplacements bathymétriques sont corrélés à la croissance des poissons juvéniles qui au fur et à mesure occupent des habitats de plus en plus profonds. Ce phénomène intéresse principalement la zone bathymétrique de 0 à -100 m. Les déplacements entre les différents habitats (exemple : déplacement entre deux affleurements basaltiques distants de quelques centaines de mètres) sont liés aux traits de vie de certaines espèces de poissons (zone de reproduction, d'alimentation, de repos, ...) ;
- **Enjeu 3 : Grands déplacements des grands poissons pélagiques océaniques** (thon, espadons, ...) dans le Sud-Ouest de l'Océan Indien ;
- **Enjeu 4 : Rôle de réservoirs de biodiversité et déplacement des mammifères marins** à l'échelle de La Réunion (zone côtière) ;

- **Enjeu 5 : Rôle de réservoirs de biodiversité et déplacement des tortues marines** à l'échelle de La Réunion (zone côtière) ;
- **Enjeu 6 : Déplacements des grands requins côtiers** (zone côtière).

Les critères utilisés pour cette analyse préliminaire

Ces enjeux ont été analysés suivant trois critères, à savoir :

- la vulnérabilité à la fragmentation d'origine anthropique ;
- la pertinence de la zone côtière comme échelle d'étude ;
- la disponibilité des connaissances.

Les enjeux non retenus pour la présente étude (enjeux 3 et 6)

Enjeu 3 : Déplacements des grands poissons pélagiques océaniques (thons, espadons, ...). Les déplacements de ces poissons dépassent largement le cadre des eaux territoriales de La Réunion ; ils concernent plutôt le Sud-Ouest de l'Océan Indien. Ils sont liés notamment à la température, la teneur en oxygène dissous et la salinité des eaux. Ces grands poissons pélagiques océaniques affectionnent en particulier les fronts thermiques. Des modèles de présence de ces grands pélagiques prenant en compte différents facteurs environnementaux existent et/ou sont en cours de développement. Les corridors associés ne sont à l'heure actuelle pas connus (et probablement fluctuants), les travaux s'orientant plutôt sur les zones de présence/absence.

Enjeu 6 : Déplacements des grands requins côtiers (requin tigre et requin bouledogue). Bien que très peu connus jusqu'à présent, les déplacements de ces requins devraient être beaucoup mieux appréhendés grâce au programme CHARC (pilote par l'IRD Réunion). Ainsi, les résultats de ce programme (notamment le lien entre les déplacements et présence/absence des requins et les conditions environnementales) pourront venir compléter efficacement la trame bleue marine sur ce taxon.

Les enjeux retenus (enjeux 1, 2, 4 et 5)

Les quatre principaux enjeux identifiés pour le milieu marin et répondant aux trois critères précédemment cités sont :

- le recrutement larvaire autochtone des espèces inféodées aux récifs, substrats basaltiques et zones à galets (enjeu 1) ;
- les migrations bathymétriques côtières et entre habitats de récifs, substrats durs et galets des poissons (enjeu 2) ;
- les mammifères marins (enjeu 4) et les tortues marines (enjeu 5).

Les deux premiers enjeux regroupent un cortège d'espèces très important : 99% des espèces inféodées aux récifs, substrats durs et galets pour l'enjeu 1 et de nombreuses espèces de poissons pour l'enjeu 2 (piscivores et carnivores benthiques de substrat meuble notamment). C'est pourquoi, pour ces deux enjeux, il n'est pas fait de distinction au niveau spécifique. Il faut ainsi retenir que :

- l'enjeu 1 regroupe la majeure partie des espèces inféodées aux récifs, substrats basaltiques et zones à galets de La Réunion ;

- l'enjeu 2 regroupe les poissons (notamment piscivores et carnivores benthiques) de substrat meuble inféodés aux récifs, substrats basaltiques et zones à galets de La Réunion.

Les enjeux 4 et 5, liés à des espèces, seront appréhendés par la cartographie de leurs habitats et la spatialisation des corridors de migration entre ces habitats.

La sélection des espèces de continuité écologique s'est donc effectuée sur les deux derniers enjeux retenus.

Tableau 7 : Pertinence des enjeux du milieu marin pour les continuités écologique de La Réunion

Enjeux	Vulnérabilité à la fragmentation d'origine anthropique	Pertinence de la ZEE Réunion ou de la bande côtière 0 -100 m comme échelle d'étude	Données disponibles
Enjeu 1 : recrutement larvaire autochtone des espèces inféodées aux récifs	A l'heure actuelle, peu de menaces sur les corridors. En revanche, menaces fortes sur les réservoirs de biodiversité.	Très pertinent à l'échelle de la ZEE pour l'auto-recrutement. Échelle des Mascareignes, voire du Sud-Ouest de l'océan Indien pour le recrutement inter-îles.	Satisfaisant pour qualifier les réservoirs de biodiversité mais en revanche assez peu de données (même si beaucoup d'effort ces 10 dernières années) sur l'auto-recrutement <i>versus</i> le recrutement inter-île. Pas de données sur les zones sources et puits à l'intérieur de la zone côtière réunionnaise.
Enjeu 2 : déplacements bathymétriques et déplacements entre habitats de récifs, substrats durs et galets des poissons sur la bande côtière	A l'heure actuelle, peu de menaces sur les corridors. En revanche, menaces fortes sur les réservoirs de biodiversité et les stocks des populations.	Très pertinent à l'échelle de la bande côtière"	Très peu de données disponibles sur ce phénomène (mortalité induite par ces migrations, corridors préférentiels, ...) mais données sur la spatialisation des habitats disponibles (CARTOMAR notamment) permettant un premier traitement de cet enjeu
Enjeu 3 : déplacements des grands poissons pélagiques océaniques	A l'heure actuelle, peu de menaces sur les corridors. En revanche, menaces fortes sur les réservoirs de biodiversité et les stocks des populations. Mais ces menaces sont déjà appréhendées aux travers de réglementations et stratégies régionales	Peu pertinent. Appréhender ce phénomène à l'échelle de l'Océan Indien.	Données disponibles sur les pêcheries essentiellement et évaluation des stocks par la CTOI. Pas de données sur les corridors (mais travaux en cours sur les probabilités de présence/absence en fonction des paramètres environnementaux)
Enjeu 4 : Réservoirs de biodiversité et déplacement des mammifères marins à l'échelle de la Réunion	A l'heure actuelle, menaces moyennes sur les corridors et les réservoirs de biodiversité.	Pour une compréhension globale et optimale des corridors et réservoirs de biodiversité, il est impératif de travailler à l'échelle du Sud-Ouest de l'océan Indien (et même d'inclure l'Antarctique dans le cas de la baleine à bosse). Toutefois, il est possible d'analyser les zones de fréquentation et les corridors reliant ces dernières à une échelle plus fine (bande côtière de la Réunion).	Satisfaisant notamment pour spatialiser les zones les plus fréquentées, mais reste encore un travail d'acquisition à fournir pour évaluer la fréquentation tout autour de La Réunion.
Enjeu 5 : Réservoirs de biodiversité et déplacement des tortues marines à l'échelle de la Réunion	A l'heure actuelle, menaces moyennes à fortes (plages) sur les corridors et les réservoirs de biodiversité.	Pour une compréhension globale et optimale des corridors et réservoirs de biodiversité, il est impératif de travailler à l'échelle du Sud-Ouest de l'océan Indien. Toutefois, il est possible d'analyser les zones de fréquentation (et notamment de ponte) et les corridors reliant ces dernières à une échelle plus fine (bande côtière de la Réunion).	Satisfaisant notamment pour spatialiser les zones les plus fréquentées, mais reste encore un travail d'acquisition à fournir pour évaluer la fréquentation tout autour de La Réunion.
Enjeu 6 : Déplacements des grands requins côtiers	Données insuffisantes pour évaluer la vulnérabilité à la fragmentation et les menaces sur les stocks.	Le programme CHARC permettra d'affiner l'échelle optimale de la zone d'étude pour appréhender les déplacements de ces grands requins	Données parcellaires, mais programme CHARC en cours

Bleu : enjeu pertinent, orange : enjeu non pertinent, blanc : manque de données.

6.4.2 Liste d'espèces proposées pour le milieu marin

Les espèces évaluées

Trente espèces de mammifères marins sont connues dans le Sud-Ouest de l'Océan Indien (Kiska *et al.*, 2007), dont 10 ont été observées dans les eaux réunionnaises (Dulau Drouot *et al.*, 2008). Trois espèces sont observées toute l'année : le grand dauphin de l'indo-pacifique (*Tursiops aduncus*), le grand dauphin commun (*Tursiops truncatus*) et le dauphin à long bec (*Stenella longirostris*). Une espèce est également observée de façon saisonnière : la Baleine à bosse (*Megaptera novaeangliae*). Les deux espèces pour lesquelles l'habitat est situé dans la tranche 0-100 m et pour lesquelles le plus de données sont disponibles pour pouvoir faire un traitement des données en termes de continuités sont le Grand Dauphin de l'Indo-pacifique et la baleine à bosse.

La population de Grand Dauphin de l'Indo-pacifique semble constituée de petites populations résidentes plus ou moins isolées géographiquement (Wang and Yang, 2009). L'espèce est présente toute l'année dans les eaux côtières de La Réunion, et ne montre pas de variation saisonnière significative (Dulau *et al.*, 2008).

La baleine à bosse (*Megaptera novaeangliae*) est présente dans les eaux réunionnaises de façon saisonnière, durant l'hiver austral de début juin à fin octobre. La Réunion constitue l'une des zones de reproduction pour l'espèce. La présence simultanée de femelles accompagnées de nouveau-nés, de groupes actifs et de mâles émettant leurs chants pré-nuptiaux indique que La Réunion représente à la fois une zone de mise bas et d'accouplement pour l'espèce.

Sur les sept **espèces de tortues marines**, cinq fréquentent les eaux de l'Océan Indien. Les deux espèces de tortues observées fréquemment autour de La Réunion sont la tortue verte (*Chelonia mydas*) et la tortue imbriquée (*Eretmochelys imbricata*). L'activité de reproduction des tortues marines à La Réunion reste très faible au regard des autres sites de la région. Plusieurs facteurs peuvent expliquer cette situation. Parmi eux, le principal est la diminution du nombre de sites (plages) favorables à la reproduction des tortues en raison de l'urbanisation côtière (constructions d'habitations ou de murs, éclairages artificiels, dégradation de la végétation).

La liste d'espèces retenues

Hors espèces récifales traitées dans leur ensemble, les espèces de continuité écologique retenues sont donc au nombre de quatre (deux cétacés et deux tortues marines). Elles sont présentées en annexe 5.

- La baleine à bosse (*Megaptera novaeangliae*) ;
- Le grand dauphin de l'Indopacifique (*Tursiops aduncus*) ;
- La tortue verte (*Chelonia midas*) ;
- La tortue imbriquée (*Eretmochelys imbricata*).

6.5 Synthèse des habitats et espèces de continuité écologique

Tableau 8 : Habitats et espèces de continuité écologique pour La Réunion

Trame	Sous-trame	Principaux habitats à enjeux de continuité	Principales espèces à enjeux de continuité <i>(espèce pas étudiée / prise en compte) - Espèce faisant l'objet d'une fiche méthodologique</i>
Terrestre	Haute altitude 1700 – 3000 m d'alt.	Etage altimontain (végétation oligotherme d'altitude, 9,1 % de la surface originelle ¹⁷) Prairie altimontaine Fourré montagnard et subalpin à Sophora	Pétrels noirs et de Barau 156 espèces végétales menacées
	Moyenne altitude 500 – 2000 m d'alt.	Etage mésotherme = 70 % surface originelle : Fourré perhumide de montagne à Pandanus Végétation éricoïde sur planèze de type avoune Forêt tropicale humide des montagnes Forêt à <i>Acacia heterophylla</i> Etage mégatherme hygrophile de moyenne altitude (33,5 % de la surface originelle : Forêt de Bois de couleur de moyenne altitude)	Pétrels noirs et de Barau Puffin de Baillon (Merle de Bourbon) Busard de Maillard Gecko vert des Hauts (de Bourbon) (Odonates)
	Au vent 50 – 500 m d'alt.	Etage mégatherme hygrophile de basse altitude (7 % de la surface originelle : Forêt de Bois de couleur des Bas) Etage mégatherme hygrophile de moyenne altitude (10 % de la surface originelle : Forêt de Bois de couleur de moyenne altitude)	Puffin de Baillon Busard de Maillard Gecko vert des Hauts (de Bourbon) (Merle de Bourbon) Limicoles et héron strié (Odonates)
	Sous le vent 50 – 700 m d'alt.	Etage mégatherme semi-xérophile (1 % de la surface originelle : forêt semi-sèche) Etage mégatherme hygrophile de moyenne altitude (3,5 % de la surface originelle : Forêt de Bois de couleur de moyenne altitude)	Puffin de Baillon Busard de Maillard Gecko vert des Hauts (de Bourbon) Gecko vert de Manapany (Merle de Bourbon) Limicoles et héron strié (Odonates)
	Littorale 0 – 50 m d'alt.	Etage littoral : Végétation halophile des falaises et trottoirs rocheux Végétation halophile des plages de sable blanc Végétation des plages de galets	Gecko vert de Manapany Limicoles et héron strié Tortues marines
Eaux douces et saumâtres	Rivières et ravines	Cours d'eau du DPF (rivières pérennes, ravines pérennes, ravines intermittentes) Ravines du DPE	Poissons (28 espèces) Macrocrustacés (9 espèces) Limicoles et héron strié <i>(Diatomées)</i> <i>(Macroinvertébrés)</i>
	Zones humides liées au réseau hydrographique ou connectées de façon permanente ou sporadique à l'Océan	Deltas / Embouchures Méandres / ripisylve Étangs littoraux et complexes marécageux liés aux étangs littoraux Mares d'altitude reliées au DPF	Poissons (28 espèces) Macrocrustacés (9 espèces) Limicoles et héron strié <i>(Diatomées)</i> <i>(Macroinvertébrés)</i>
Marine	Zone côtière	Récifs, zones à galets, substrats basaltiques	Poissons côtiers Coraux, mollusques, algues, éponges...
		Bande côtière 0 à -100 m Bande côtière 0 à -60 m	Baleine à bosse Grand dauphin
		Plages de sable Récifs et substrats basaltiques de 0 à -50 m	Tortues marines

¹⁷ E. Lagabriele 2007, (complété d'après Strasberg et al., 2005)
Etude préalable d'indentification et de cartographie des réseaux écologiques à la Réunion – tome 1

	Domaine hauturier	Haute mer (au-delà de la bathymétrie -100 m)	<i>(Grands poissons pélagiques océaniques : thon, espadon)</i> <i>(Grands requins côtiers : requin tigre et requin bouledogue)</i>
Aérienne	Diurne	/	Busard de Maillard
	Nocturne	/	Pétrels noirs et de Barau Puffin de Baillon <i>(Chiroptères)</i>

7. DÉTERMINATION DES COMPOSANTES DES CONTINUITÉS : RÉSERVOIRS ET CORRIDORS

7.1 Identification des réservoirs de biodiversité

L'identification des réservoirs de biodiversité des différentes sous-trames s'appuie à la fois sur les orientations nationales pour la préservation des continuités écologiques (zonages obligatoires à prendre en compte, zonages à examiner au cas par cas...) mais également sur les données écologiques et les besoins de continuités analysés à La Réunion, à la fois pour les habitats et pour la faune. On peut ainsi proposer pour chaque sous-trame, selon la pertinence des zonages, la disponibilité des données, des réservoirs qui s'appuient sur :

- zonages réglementaires / obligatoires / demandés par les orientations nationales ;
- autres zonages de gestion et de connaissance qui seraient pertinents pour la sous-trame ;
- Habitats jouant un rôle de réservoir ;
- Espaces directement liés aux espèces jouant un rôle de réservoir.

L'ensemble des sites bénéficiant à ce jour d'une protection réglementaire en lien avec la conservation de la biodiversité tels que les arrêtés préfectoraux de protection de biotope, les réserves naturelles et le cœur du Parc National, est donc pris en compte.

À cela peuvent s'ajouter des sites particuliers de fort enjeu patrimonial tels que certains sites classés, des sites acquis par le Conservatoire du Littoral ou par le Conseil Général (espaces naturels sensibles), les zonages du Plan national d'action pour le Gecko, certaines ZNIEFF... ou encore certains zonages réglementaires : zonages du schéma de mise en valeur de la mer du SAR, DPM, arrêtés préfectoraux...

Enfin, des espaces directement issus de données ou d'inventaire faune ou habitat sont également utilisés pour la définition de réservoirs en dehors des zonages réglementaires.

La synthèse des réservoirs de biodiversité de chaque sous-trame est présentée dans les tableaux ci-après.

Le cas du cœur du Parc National de La Réunion

A La Réunion, l'ensemble du cœur du Parc National, espace soumis à une réglementation de protection forte, est considéré, selon les Orientations nationales, comme réservoir de biodiversité. Cela correspond en effet à la réalité d'un espace à très fort enjeu de biodiversité.

Les pressions actuelles (de fragmentation, d'artificialisation des milieux) sont en dehors du cœur de Parc, tout comme les principaux enjeux en termes de continuités. C'est pourquoi la présente étude s'attachera à préciser de manière préférentielle ce qui se passe en dehors du Parc national.

Cependant, dans le cadre de l'étude des continuités à l'échelle de l'île, au vu de l'emprise spatiale du Parc, et dans le but de valoriser toute l'information disponible, il a été décidé de ne pas faire apparaître systématiquement le cœur de Parc en réservoir de biodiversité. Les données existantes permettent en effet d'affiner l'analyse des continuités espèce par espèce, en identifiant des réservoirs et des corridors au sein du Parc, continuités nécessaires à la survie des espèces.

C'est le cas notamment des zones de nidification des pétrels, dont les arrêtés de protection de biotope ont été abrogés suite à leur intégration au cœur du Parc National. En revanche, cartographier les réservoirs de biodiversité au sein du cœur du Parc National ne doit pas remettre en cause le fait que cet espace est déjà soumis à une protection réglementaire forte.

Tableau 9 : Synthèse de la composition des réservoirs de biodiversité par sous-trame

Trame	Sous-trame	réservoirs de biodiversité obligatoires (zonages de protection)	Autres zonages de gestion ou d'inventaire	Habitats naturels	Habitats d'espèces
Terrestre	Haute altitude 1700 – 3000 m d'alt.	PNR (100 % de la surface) Ancien arrêté de protection de Biotope du Massif du Piton des Neiges (pétrels de Barau)			Cartographie des sites de nidification des oiseaux marins (PNR).
	Moyenne altitude 500 – 2000 m d'alt.	PNR (40 % de la surface) APPB Plaine des palmistes et Bras de la Plaine (Pétrel Noir) Ancien arrêté de protection de Biotope du Massif du Piton des Neiges (pétrels de Barau)	ZNIEFF /ENS du CG974 (Zonages de préemption) / REDOM	Cartographie des milieux naturels de La Réunion (PNR, 2012) / Cartographie des habitats naturels ZH (CBNM, 2011)	Cartographie des sites de nidification des oiseaux marins (PNR). Atlas de répartition du Gecko vert des Hauts
	Au vent 50 – 500 m d'alt.	PNR (90 % de la surface) Réserve Biologique de l'ONF	ZNIEFF /ENS du CG974 (Zonages de préemption) / REDOM	Cartographie des milieux naturels de La Réunion (PNR, 2012) / Cartographie l'ABC de la Plaine des Palmistes / Cartographie des habitats naturels ZH (CBNM, 2011)	Cartographie des sites de nidification des oiseaux marins (PNR). Atlas de répartition du Gecko vert des Hauts Inventaire de l'ABC de la plaine des Palmistes (Puffin de Baillon).
	Sous le vent 50 – 700 m d'alt.	PNR (85 % de la surface) Réserve Biologique de l'ONF Espaces du Conservatoire du Littoral (Montagne et Grande Ravine notamment)	ZNIEFF / ENS du CG974 (Zonages de préemption) REDOM / Approche des espaces littoraux - Biodiversité - Contribution à la révision du SAR – SMVM ¹⁸	Cartographie des milieux naturels de La Réunion (PNR, 2012) /Cartographie des habitats naturels ZH (CBNM, 2011)	Cartographie des sites de nidification des oiseaux marins (PNR). Atlas de répartition du Gecko vert des Hauts
	Littorale 0 – 50 m d'alt.	Espaces du Conservatoire du Littoral Réserve Biologique de l'ONF	ZNIEFF REDOM Limite du PNA (Gecko vert de Manapany) Approche des espaces littoraux - Biodiversité - Contribution à la révision du SAR – SMVM	Cartographie des Habitats Littoraux de l'Ouest de La Réunion (Sud, Est et Nord pour mi 2014) / Cartographie des habitats naturels ZH (CBNM, 2011)	Sites de pontes des tortues marines

¹⁸ (Cyathea / Biotope, 2008)

Trame	Sous-trame	réservoirs de biodiversité obligatoires (zonages de protection)	Autres zonages de gestion ou d'inventaire	Habitats naturels	Espaces directement liés aux espèces
Aérienne	Diurne	voir trame terrestre (Busard de Maillard)			
	Nocturne	Ancien arrêté de protection de Biotope du Massif du Piton des Neiges (pétrels de Barau) APPB Bras de la Plaine (Pétrel Noir)	Cartographie du PNR des sites de nidification des oiseaux marins (présent aussi à travers la trame terrestre)		

Trame	Sous-trame	réservoirs de biodiversité obligatoires (zonages de protection)	Autres zonages de gestion ou d'inventaire	Habitats naturels	Habitats d'espèces
Eaux douces et saumâtres	Rivières	Classement des cours d'eau (listes 1 et 2)	Réservoirs biologiques (SDAGE 2010-2015, DEAL 2011) ENS (Ravine de la Grande Chaloupe)		Identification des réservoirs de biodiversité avérés ou potentiels (réservoirs biologiques, inventaires ravines en eau, autres rivières d'importance à considérer...) en fonction des inventaires disponibles, de l'état des milieux et/ou dires d'experts.
	Zones humides	Réserve naturelle de l'Etang de St Paul (hérons striés, limicoles et Busards de Maillard et diversité piscicole) Réserve Naturelle Volontaire de Bois-Rouge Espaces du Conservatoire du Littoral	ENS du CG974 de l'Etang du Gol ZNIEFF Ancienne Réserve Naturelle Volontaire de Bois-Rouge	Cartographie des zones humides de la Réunion (CBNM, 2009) Réservoirs de biodiversité : zones humides (étangs littoraux, méandres, delta / embouchure) reliées de façon sporadique ou permanente au milieu marin et d'intérêt pour la faune aquatique.	Zones humides connues pour abriter des hérons striés (inventaires de 2003 et 2009) et présentant des habitats favorables aux espèces piscicoles et macrocrustacés indigènes (Inventaires piscicoles ARDA de ZH de 2011, 2010 - BRL, 2003)

Trame	Sous-trame	Réservoirs de biodiversité obligatoires (zonages de protection)	Autres zonages de gestion ou d'inventaire	Habitats naturels	Habitats d'espèces
Marine	Zone côtière (bathymétrie 0 à 100 m): mammifères marins et tortues	Réserve Naturelle Marine de La Réunion Réserve de pêche de Ste Rose	ZNIEFF Mer (en cours d'élaboration)		<u>Baleine à bosse</u> : maillage d'observation de GLOBICE, méthode d'interpolation par les voisins naturels <u>Grand dauphin</u> : maillage d'observation de GLOBICE, méthode d'interpolation par les voisins naturels <u>Tortues</u> : - RB observés : à partir des données d'observations de Kélonia, de la bathymétrie 0 à 50 m, du substrat basaltique et des récifs. - RB potentiels (pontes) : à partir des pontes observées, de la nature du trait de côte, de la végétation d'arrière plage et de l'urbanisation de la frange littorale.
	Zone côtière (bathymétrie 0 à 100 m): récifs, zones à galets et substrats basaltiques	Arrêté préfectoral n°1919 (pêche traditionnelle dans la Réserve) Espace du Conservatoire du Littoral	Zonages du SMVM du SAR	<u>Zones récifales</u> : issue de la cartographie réalisée par ARVAM/CAREX en 2005. La pente externe est prolongée jusqu'à la bathymétrie 20 m. <u>Substrats basaltiques</u> : issus de la cartographie CARTOMAR pour les zones comprises entre la bathymétrie 20 à 100 m. Pour la bathymétrie 0 à 20 m, extrapolation à partir de la nature du trait de côte avec sélection des falaises et côtes rocheuses. <u>Zones à galets</u> : extrapolation à partir de la nature du trait de côte avec sélection des côtes à galets jusqu'à la bathymétrie 10 m.	
	Domaine hauturier : au-delà de la bathymétrie 100 m		Domaine Public Maritime Arrêté préfectoral n°002 (pêche maritime professionnelle)		

7.2 Méthodes d'identification et de cartographie des continuités et des corridors écologiques

Cette partie présente dans le détail les deux principales méthodes proposées pour l'identification des continuités écologiques, à savoir :

- * la méthode dilatation érosion ;
- * la méthode de l'algorithme distance coût.

7.2.1 Dilatation érosion

La méthode de dilatation érosion (cf. figure ci-dessous) permet de mettre en évidence des continuités potentielles, correspondant à des corridors entre deux sites considérés comme des réservoirs de biodiversité.

Cette technique comporte deux phases :

- dans la première phase chaque élément (ou tache ou patch) de la sous-trame est « dilatée », ce qui entraîne la création d'une auréole. Cette dilatation permet de regrouper certains éléments initialement séparés qui entrent en contact et forment des « agrégats ». Ces agrégats correspondent alors à des zones potentiellement connectées. La dilatation permet ainsi de distinguer les zones potentiellement bien connectées des zones potentiellement peu ou pas connectées. Cette distinction reste « théorique » car elle ne repose que sur le seul critère de distance et ne prend pas en compte la nature des milieux présents dans le corridor potentiel identifié et l'éventuelle fragmentation due aux infrastructures présentes sur la zone ;
- Cette dilatation est complétée par une étape d'érosion (ou de contraction) d'une épaisseur identique à la dilatation, ce qui va permettre de mettre en évidence les zones de connections potentielles entre les taches (ou patchs). Ainsi toutes les zones de l'auréole de dilatation qui ne permettaient pas de fusionner deux taches (ou patch) sont « supprimées ». Seules les zones ayant permis de fusionner deux taches sont conservées, correspondant alors aux zones de connexions potentielles les plus « directes » de la sous-trame étudiée. Ces corridors permettent de commencer à visualiser les continuités écologiques, sachant qu'à cette étape, ils sont tracés selon le chemin le plus direct reliant les espaces de la sous-trame.

De ce fait, une fois que les continuités potentielles sont identifiées, il convient de coupler l'analyse avec les données d'occupation du sol et d'obstacles pour affiner l'analyse de la fonctionnalité écologique des corridors.

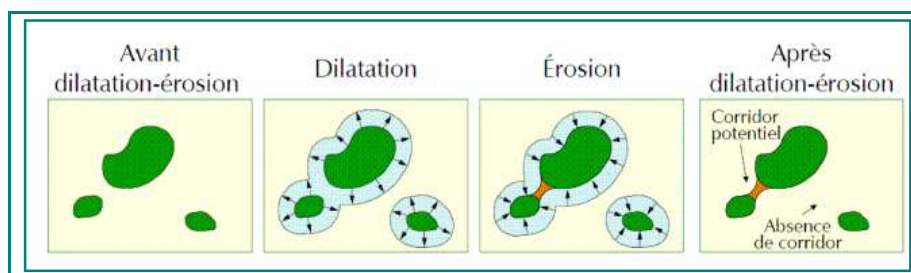


Figure 18 : Mise en évidence de corridors potentiels à l'issue d'une opération de dilatation-érosion (Cemagref)

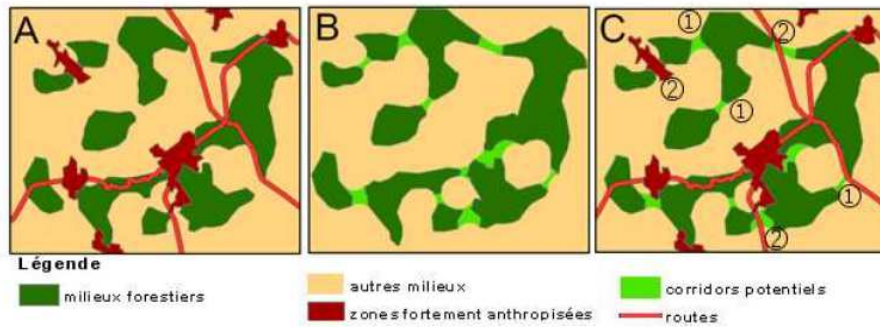


Figure 11. Analyse de l'occupation du sol dans les corridors écologiques potentiels (source : Cemagref)
 A. Territoire et réservoirs de biodiversité (milieux forestiers) ;
 B. Corridors potentiels générés par opération SIG de dilatation-érosion ;
 C. Analyse de l'occupation du sol dans les corridors écologiques potentiels :
 ① corridors sans conflit dû à la présence de zones fortement anthropisées ;
 ② corridors avec conflit dû à la présence de zones fortement anthropisées

Figure 19 : Analyse de l'occupation du sol dans les corridors écologiques potentiels (source : Cemagref)

7.2.2 Algorithme distance coût

Cette méthode propose, sur la base d'une approche éco-paysagère, l'application d'un algorithme distance-coût pour construire des corridors potentiels ou continuités de milieux. Préalablement à l'application de l'algorithme distance-coût, il convient de procéder, à une mise en classes des milieux selon quatre types : zone nodale, zone d'extension, zone complémentaire, zone peu fréquentée voire répulsive. Ces milieux seront par la suite attribués d'un coefficient de rugosité selon leur capacité à laisser passer l'espèce.

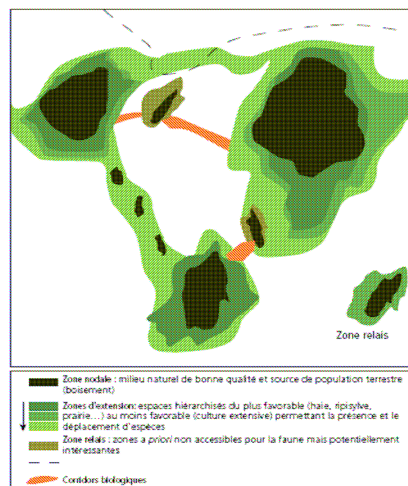
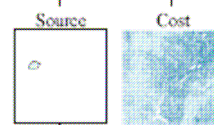
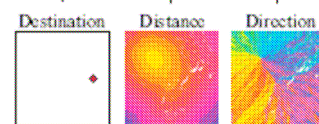


Figure 20 : Schéma d'un réseau écologique (Région Rhône-Alpes)

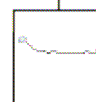
Step 1: Create Source and Cost Datasets



Step 2: Cost Weighted Distance



Step 3: Shortest Path



D'un point de vue technique, cette méthodologie est développée sous le logiciel Arcgis 9.3 de la société ESRI qui offre l'avantage de posséder des modules d'analyse spatiale en mode raster très performants (c'est le cas notamment du module Spatial Analyst) et évolutifs, ainsi que des passerelles vecteur / raster aisées et efficaces. Cette méthode repose sur des traitements en mode raster, ce mode de représentation des données étant le plus adapté pour traduire la propagation d'un phénomène et donc la cartographie des corridors écologiques. En effet, le mode vectoriel présente rapidement des limites en termes de traitement d'objet et d'analyse spatiale - critère important à prendre en compte au vu de l'importance de l'aire d'étude. Le mode raster s'affranchit de plus de la question des limites des composantes de la TVB, qu'il est parfois difficile de tracer précisément.

La cartographie est réalisée en plusieurs étapes :

- **Les zones sources** – point de départ de l'algorithme – sont les réservoirs de biodiversité, c'est-à-dire les zones de présence avérées de l'espèce ;
- **La matrice** à travers laquelle va se propager l'algorithme distance coût est l'occupation du sol. En fonction des données disponibles, un coefficient de rugosité sera attribué à chaque pixel selon sa capacité à laisser passer l'espèce. Les différents milieux de l'occupation du sol seront classés selon leur perméabilité, leur capacité à laisser passer l'espèce ;
- **L'algorithme** distance coût sera lancé « à l'infini » selon une méthode développée par le laboratoire ISTHME (ex CRENAM) de Saint-Étienne, partenaire régulier. Cette méthode permet de s'affranchir ainsi des distances théoriques (sujettes à discussion) que les espèces sont susceptibles de parcourir. Une mise en classe cartographique (méthode des seuils naturels par exemple) fera ressortir l'éloignement des réservoirs de biodiversité. La propagation et l'aire de dispersion ainsi esquissée seront en échange bloquées par des obstacles infranchissables cités précédemment.

La cartographie obtenue représentera donc des corridors ou continuités permettant le passage et les échanges entre des réservoirs de biodiversité de même nature.

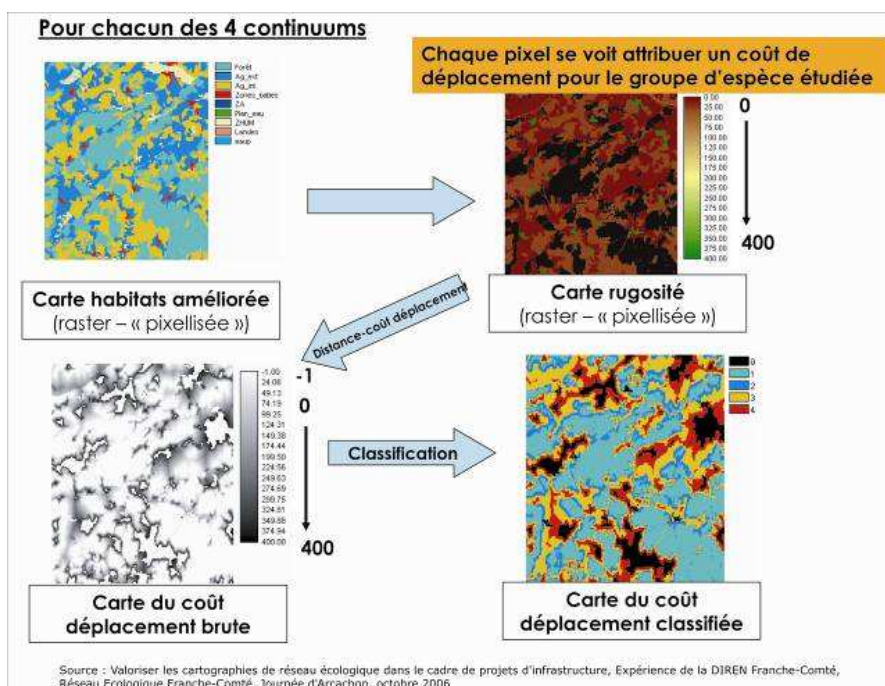


Figure 21 : Principe de la méthode distance-coût

Ces méthodes ont été adaptées et personnalisées à chaque sous-trame. Les méthodes sont bien sûr liées à la définition des réservoirs de biodiversité présentés ci-avant.

Selon les données disponibles et les avis d'experts, les méthodologies initialement proposées ont pu évoluer. On trouvera trace de ces évolutions et la description complète pour chacune des sous-trames dans la partie suivante, et une synthèse des choix faits dans le tableau ci-dessous.

8. LES TRAMES ÉCOLOGIQUES DE LA RÉUNION : SYNTHÈSE DES ENJEUX, DES SOUS-TRAMES ET DES METHODES PROPOSÉES

8.1 Synthèse des enjeux faune et habitats par sous-trame

Les sous-trames choisies pour représenter les continuités écologiques de La Réunion s'appuient autant sur des enjeux faunistiques que des enjeux de continuités de milieux.

Ainsi, par sous-trame, les continuités peuvent être constituées à la fois de continuums d'habitats et de réservoirs et corridors pour la faune.

Le schéma suivant présente la déclinaison des quatre trames en sous-trames, avec les principaux habitats à enjeux de continuité pour chaque sous-trame.

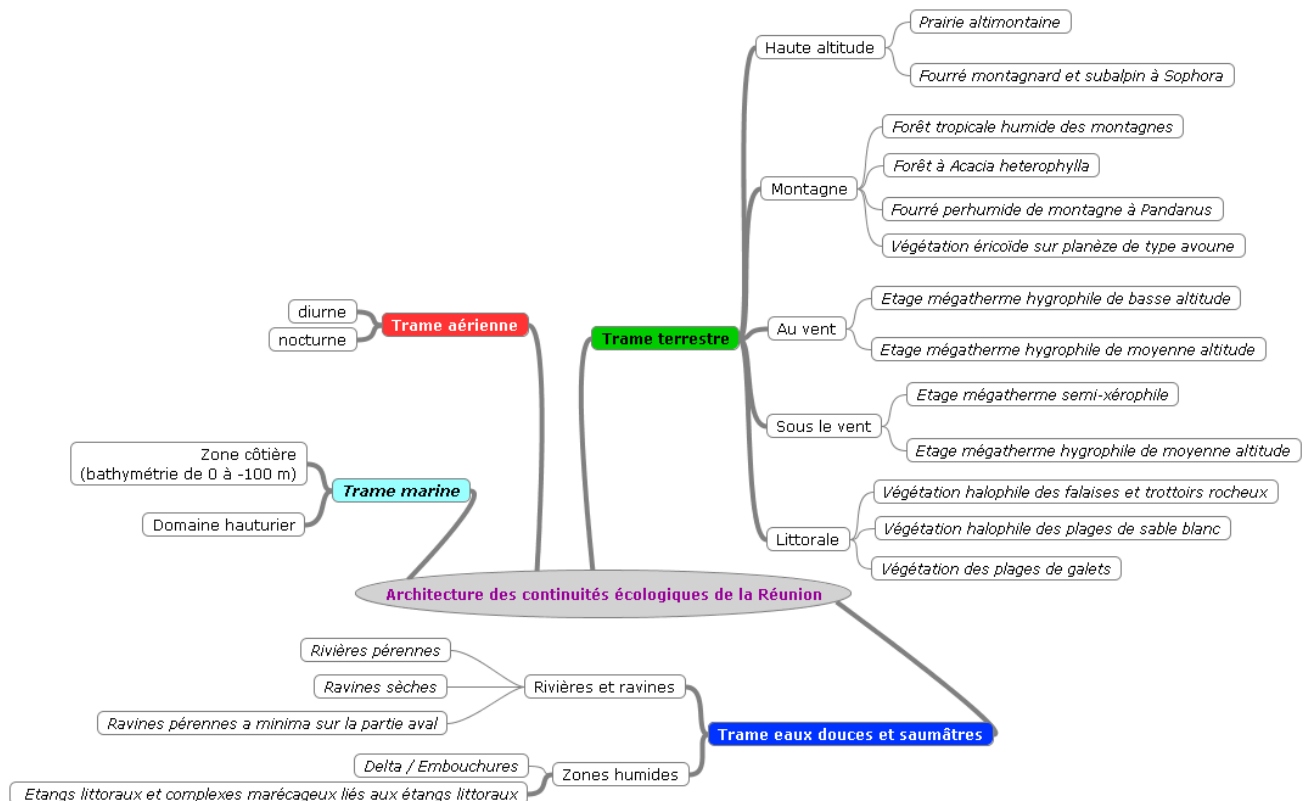


Figure 22 : Présentation des trames et de leurs déclinaisons en sous-trames, selon les enjeux d'habitat

Le schéma suivant présente la répartition des enjeux faunistiques par trame. Bien que certains enjeux faune soient liés à des trames différentes selon qu'on s'intéresse aux

réservoirs de biodiversité ou aux corridors, il a été décidé de les rattacher à la trame concernée par leur déplacement.

L'objectif est de simplifier la représentation graphique des enjeux. Cela ne signifie pas, pour autant, que ces éventuelles interactions entre les trames ne sont pas prises en compte dans la méthodologie (cf. deuxième figure ci-dessous).

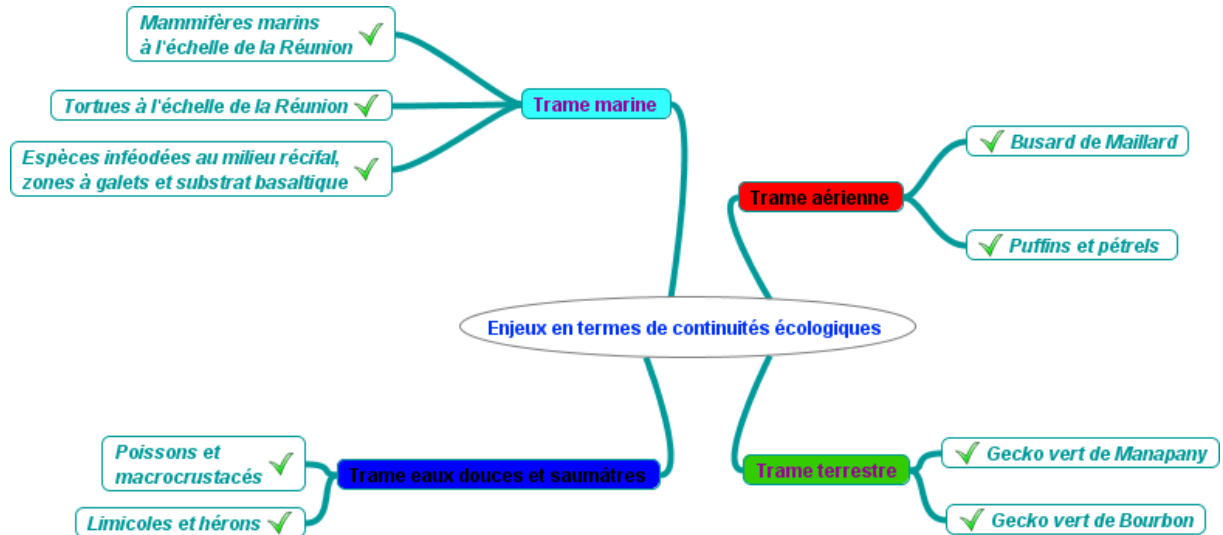


Figure 23 : Présentation des trames et des enjeux faunistiques correspondants.

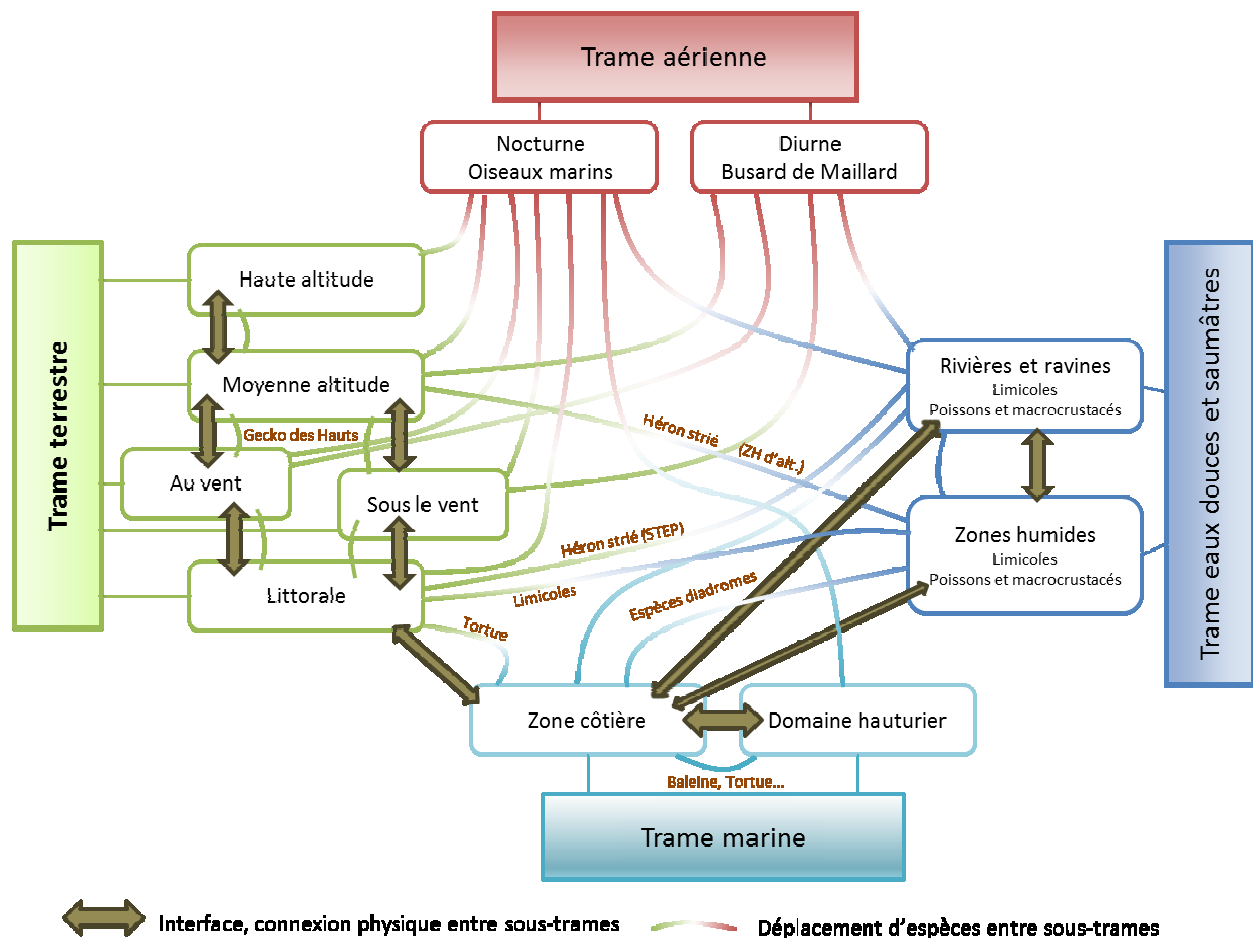


Figure 24 : Interfaces et déplacements d'espèces entre sous-trames

Le schéma ci-dessus cherche à montrer la complexité des échanges biologiques et écologiques qu'il existe entre les différentes sous-trames.

On a ainsi fait apparaître les interfaces ou connexions physiques entre les différents milieux supports des sous-trames (les plages sont le parfait exemple de l'interface entre la sous-trame terrestre littorale et la sous-trame marine côtière).

Sont également représentés les déplacements d'espèces entre sous-trames, une espèce pouvant utiliser plusieurs types de milieux, donc plusieurs sous-trames, lors de son cycle de vie.

8.2 Synthèse des méthodes de cartographie des corridors par sous-trame

Les choix effectués dans le traitement des trames et sous-trames sont explicités dans les fiches méthodologiques de la partie 4 ci-après.

Tableau 10 : synthèse des méthodes de cartographie des corridors écologiques par sous-trame

Trame	Sous-trame	Méthode de cartographie des corridors
Terrestre	Haute altitude 1700 – 3000 m d'alt.	<u>Oiseaux marins</u> : identification des zones de survol prioritaires
	Moyenne altitude 500 – 2000 m d'alt.	<u>Oiseaux marins</u> : identification des zones de survol prioritaires. <u>Gecko vert des Hauts</u> : identification des réservoirs de biodiversité potentiels et des habitats favorables. <u>Busard de Maillard</u> : identification des réservoirs de biodiversité potentiels et des zones de survol prioritaire <u>Habitat / flore</u> : Identification des réservoirs de biodiversité potentiels et des continuités potentielles par dilatation érosion
	Au vent 50 – 500 m d'alt.	<u>Oiseaux marins</u> : identification des zones de survol prioritaires. <u>Gecko vert des Hauts</u> : identification des réservoirs de biodiversité potentiels et des habitats favorables. <u>Busard de Maillard</u> : identification des réservoirs de biodiversité potentiels et des zones de survol prioritaire <u>Habitat / flore</u> : Identification des réservoirs de biodiversité potentiels et des continuités potentielles par dilatation érosion
	Sous le vent 50 – 700 m d'alt.	<u>Oiseaux marins</u> : identification des zones de survol prioritaires. <u>Gecko vert des Hauts</u> : identification des réservoirs de biodiversité potentiels et des habitats favorables. <u>Busard de Maillard</u> : identification des réservoirs de biodiversité potentiels et des zones de survol prioritaire <u>Habitat / flore</u> : Identification des réservoirs de biodiversité potentiels et des continuités potentielles par dilatation érosion
	Littorale 0 – 50 m d'alt.	<u>Gecko vert de Manapany</u> : Cartographie des zones prioritaires du PNA <u>Habitat / flore</u> : Identification des réservoirs de biodiversité potentiels et des continuités potentielles par dilatation érosion
Eaux douces et saumâtres	Rivières et ravines	<u>Corridors avérés</u> : les 13 rivières pérennes et leurs principaux affluents (étude continuité) + les ravines en eau sur lesquelles des inventaires ont été effectués <u>Corridors potentiels</u> : les ravines du DPF pour lesquels aucune donnée n'est à ce jour disponible <u>Poissons et macrocrustacés</u> : Identification des obstacles à la continuité sur les 13 rivières pérennes et leurs affluents pour la montaison et la dévalaison des espèces
	Zones humides	<u>Poissons et macrocrustacés</u> : les zones humides sont intégrées au corridor via les connections au réseau hydrologique mais elles ne constituent pas à elles seules des corridors. <u>Limicoles</u> : cartographie de la densité de sites favorables sur le littoral et des principales ravines utilisées comme corridors vers les zones humides d'altitude

Trame	Sous-trame	Méthode de cartographie des corridors
Marine	Zone côtière (bathymétrie 0 à 100 m): mammifères marins et tortues	<p><u>Baleine à bosse</u> : corridors entre les RB dans la zone bathymétrique 10 à 100 m</p> <p><u>Grand dauphin</u> : Corridors entre les RB dans la zone bathymétrique 0 à 60 m</p> <p><u>Tortues</u> : corridors dans la zone bathymétrique 0 à 50 m entre les RB observés.</p>
	Zone côtière (bathymétrie 0 à 100 m): récifs, zones à galets et substrats basaltiques	<p><u>Corridors pour les poissons</u> : RB reliés entre eux par des corridors si leurs espacements est inférieur à 1 km (distance maximale d'échange entre les habitats de ces espèces de poisson).</p> <p><u>Corridors correspondant aux échanges bathymétriques</u> intervenant au cours de leurs vies : représentés entre les zones à galets/basaltiques peu profondes vers les zones plus profondes.</p>
	Domaine hauturier : au-delà de la bathymétrie 100 m	Pas de corridor clairement défini mais l'ensemble de la zone hauturière (ZEE) est représentée dans le cadre du transport larvaire autochtone des espèces inféodées aux récifs, zones à galets et substrats durs, ce transport larvaire dépendra notamment des courants autour de l'île de La Réunion.
Aérienne	Diurne	voir trame terrestre (Busard de Maillard)
	Nocturne	<u>Oiseaux marins</u> : identification des zones de survol prioritaires



**Direction de l'Environnement
de l'Aménagement et du Logement
REUNION**
2 rue Juliette Dodu
97706 Saint-Denis messag cedex 9
Tél : 02 62 40 26 26
Fax : 02 62 40 27 27


 <p>Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement</p> <p>RÉUNION</p>

www.reunion.developpement-durable.gouv.fr