



**Conservatoire Botanique National de Mascarin**

**Université de la Réunion**  
UMR C\_53, Peuplements végétaux et bioagresseurs en  
Milieu tropical

# **Géomatique appliquée à l'analyse de la distribution des bryophytes de l'île de la Réunion.**

*Exploitation des collections d'herbiers*

**Mémoire de Master II « Biodiversité et EcoSystème Tropicaux »  
Présenté le 28 Juin 2007**

**par M. Pierre STAMENOFF**

Encadrants professionnels : Messieurs. **Frédéric PICOT** et **Vincent BOULLET** (CBNM)  
Encadrants universitaires : Melle **Claudine AH-PENG** et M. **Dominique STRASBERG**  
Responsable pédagogique : M. **Henrich BRUGGEMANN**

## **Remerciements**

Je tiens tout d'abord à remercier par ce présent mémoire mes différents encadrants qui m'ont permis d'accomplir ce stage dans les meilleures conditions :

Messieurs Boulet Vincent et Strasberg Dominique, respectivement directeur scientifique du Conservatoire Botanique et Directeur Adjoint de l'UMR C\_53.

Monsieur Picot Frédéric, responsable des connaissances de la flore, des habitats et de l'aménagement : merci pour ta patience et tes corrections très justes.

Enfin, Melle Claudine Ah-Peng sans qui je n'aurai jamais pu arriver là....merci pour ta confiance, ta patience et ta bonne humeur mais surtout pour m'avoir fait découvrir cet immense et tellement extraordinaire monde des Bryophytes.

Un grand merci aussi particulier à Monsieur Jacques Bardat, du Muséum d'Histoire Naturelle de Paris, pour ses conseils et corrections.

Je tiens aussi à remercier Monsieur Stiperaere et toute l'équipe du Jardin Botanique National de Belgique, Monsieur Een de l'Herbier de Stockholm, Monsieur Fournel de l'Herbier Universitaire de la Réunion et Mademoiselle Allard du Muséum d'Histoire Naturelle de Paris pour leur collaboration.

Monsieur Erwann Lagabrielle, doctorant en Biogéographie, pour son aide sur les statuts écologiques.

Merci aussi à tous ceux qui ont participé de près ou de loin à ce mémoire....en vrac : Yann, Tiana, Jean Marie, Johnny, Jacques, Miguel et Allison, l'association Bois de Corail, Vincent et ses pailles en feu, Jean, Christian, Valérie, Bernard, Andreas, Vince et Kristel, Stéphane, Laurence, Claire, Blandine, Nelly et la case stagiaire et tous les autres dont je n'ai pas cité le nom mais à qui je pense très fort.

Enfin une énorme pensée à toute ma famille qui m'a fait confiance depuis tout ce temps....vous me manquez énormément.

Et je terminerai par toi mon ti cœur...Christina d'avoir été aussi patiente avec moi lors de cette année très vive en émotion.

**Merci à zot'toute**

## Table des matières

<b>Tables des Graphiques.....</b>	<b>4</b>
<b>Tables des Tableaux.....</b>	<b>4</b>
<b>Table des Figures.....</b>	<b>4</b>
<b>Introduction.....</b>	<b>5</b>
<b>A. Synthèse bibliographique.....</b>	<b>6</b>
<b>I. Les outils de la conservation.....</b>	<b>6</b>
I.1. Au niveau international.....	6
I.1.1. La Convention de la Diversité Biologique.....	6
I.1.2. L'Union internationale pour la Conservation de la Nature.....	6
I.2. Au niveau national.....	7
I.3. Au niveau régional.....	7
I.3.1. Stratégie Réunionnaise pour la Biodiversité.....	7
I.3.1.1. ZNIEFF.....	8
I.3.1.2. Le Conservatoire Botanique National de Mascarin.....	8
I.3.1.3. Le Parc National des Hauts.....	8
<b>II. Système d'Information Géographique (SIG).....</b>	<b>9</b>
II.1. Généralités.....	9
<b>III. Les bryophytes, un groupe taxonomique original et méconnu.....</b>	<b>10</b>
III.1. Présentation.....	10
III.2. Ecologie.....	11
III.3. Biogéographie.....	12
III.4. Menaces.....	12
III.5. Etat de connaissance actuel en milieu tropical (Afrique Sub-saharienne).....	13
<b>IV. Utilisation d'un SIG pour la conservation des bryophytes.....</b>	<b>13</b>
<b>B. Matériels et méthodes.....</b>	<b>15</b>
<b>I. Le référentiel taxonomique des Bryophytes.....</b>	<b>15</b>
<b>II. Une base de connaissances géolocalisée sur les bryophytes.....</b>	<b>16</b>
II.1. Description des sources de données.....	16
II.2. Description des champs d'applications nécessaire à l'application de la base.....	16
II.3. Exploitations des données.....	19
<b>C Résultats et Discussion.....</b>	<b>24</b>
<b>I Exploitation statistique de l'index des bryophytes.....</b>	<b>24</b>
I.1. L'index des bryophytes.....	24
<b>II. Utilisation des données issues de spécimens d'herbiers de bryophytes.....</b>	<b>26</b>
II.1. Comparaison des données récentes et historiques.....	26
II.2. Avantages et inconvénients de l'utilisation des données de collections.....	27
<b>III. Diversité et distribution des bryophytes de la Réunion.....</b>	<b>29</b>
III.1. Diversité spécifique des bryophytes.....	29
III.2. Distribution des bryophytes de l'île de la Réunion.....	34
<b>IV. Utilisation de la couche bryophytique pour la conservation.....</b>	<b>41</b>
IV.1. Croisement de la couche bryophytique avec la couche environnementale des habitats de l'île de la Réunion.....	41
<b>Conclusions et perspectives.....</b>	<b>46</b>
<b>ANNEXE I.....</b>	<b>52</b>
<b>ANNEXE II.....</b>	<b>54</b>
<b>ANNEXE III.....</b>	<b>56</b>
<b>ANNEXE IV.....</b>	<b>58</b>
<b>ANNEXE V.....</b>	<b>60</b>
<b>ANNEXE VI.....</b>	<b>84</b>
<b>ANNEXE VII.....</b>	<b>86</b>

## **Tables des Graphiques**

Graphique 1 : Systématique et indigénat des Bryophytes, des spermatophytes et plantes vasculaires de la Réunion. ....	25
Graphique 2 : Répartition des bryophytes dans l'index.....	25
Graphique 3 : Répartition des spécimens historiques/récents pour chaque institution concernée, le nombre d'observations est indiqué.....	26
Graphique 4: Variation de la diversité moyenne des bryophytes selon les différents types d'habitats à la Réunion. ....	42
Graphique 5 : Richesse spécifique des bryophytes selon l'état écologique du milieu. Données états écologiques : E. Lagabriele.....	43
Graphique 6 : Pourcentage de l'aire totale protégée et non protégée en fonction de la richesse spécifique des bryophytes. Données aire totale protégée fournies par E. Lagabriele.....	44

## **Tables des Tableaux**

Tableau 1: Distinction entre les Bryophytes et les Trachéophytes (Glime 2006).....	11
Tableau 2 : Répartition par grands groupe d'exciccata et grands herbiers concernés (BR, PC, REU, S). ....	16
Tableau 3 : Nombre total de spécimens historiques et récents traités pour chaque herbier.....	18
Tableau 4 : Nombre de spécimens localisables et non localisables par herbier / Nombre de spécimens post géoréférencés ainsi que le nombre de spécimens dont aucune exploitation géographique n'est possible. ....	20
Tableau 5 : Total de la répartition taxonomique de la table de données Bryos.xls.....	28
Tableau 6: Caractéristiques des mailles dont la richesse spécifique bryophytique est élevée. 33	
Tableau 7 : Synopsis des familles et genres des bryophytes endémiques contenus dans le jeu de données ..... 37	
Tableau 8 : Principales zones prospectées de l'île de la Réunion pour les bryophytes par intensité d'observations..... 39	
Tableau 9 : Catégories d'aires protégées (Lagabriele, Metzger et al. 2007) ..... 43	

## **Table des Figures**

Figure 1: Schéma conceptuel d'un Système d'Information Géographique.....	9
Figure 2 : Nombre de spécimens localisable et non localisable par herbier, de spécimens post géoréférencés et nombre de spécimens dont aucune exploitation géographique n'est possible.....	27
Figure 3 : Répartition de la richesse spécifique en bryophytes par OGU UTM 1X1 Km. ....	30
Figure 4: Répartition des classe de richesse spécifique pour l'ensemble des Mousses.....	31
Figure 5 : Répartition des classe de richesse spécifique pour l'ensemble des Hépatiques.....	32

## Introduction

Une approche coordonnée pour la conservation des espèces requiert des données de distribution géographique, d'habitat et d'abondance des espèces pour une large gamme de taxa incluant les invertébrés, les lichens et les bryophytes ainsi que d'autres groupes peu connus (Hunter et Webb 2002).

Les études sur ces groupes peu connus doivent être favorisées afin d'obtenir des informations sur ces groupes, permettant aux biologistes de la conservation d'affiner ou de redéfinir l'approche de la conservation de la biodiversité, présentement basée sur les écosystèmes (Hunter et Webb 2002).

A l'échelle de l'habitat, la richesse spécifique et la rareté des espèces sont les critères les plus communément utilisés dans les mesures de conservation (Funk 2006). De ce fait, connaître la diversité spécifique d'une zone permet de contribuer à la connaissance du site et ainsi d'y appliquer des mesures de préservation des habitats. C'est ce qu'impliquent les différents Systèmes d'Informations via les outils de la géomatique.

Aucun statut de rareté n'existe à ce jour pour les bryophytes au niveau des Mascareignes du fait du manque de données existantes sur la distribution et la diversité des espèces. Les bryophytes représentent un groupe méconnu et original représentant le deuxième plus grand phylum de plantes terrestres au monde après les angiospermes. A ce jour, aucune flore n'est encore disponible pour l'île de la Réunion et l'écologie des espèces a été très peu étudiée en raison du manque de littérature et d'experts en milieu tropical.

Les connaissances que peuvent apporter les bases de données dérivées des étiquettes de spécimens déposés dans les musées et herbiers constituent un outil puissant pour la gestion et la conservation de la biodiversité (Raharimampionona, Andriambololona *et al.* 2005).

Notre travail s'inscrit totalement dans cette optique d'amélioration des connaissances et s'articule selon les objectifs suivants :

- Intégration des données d'herbiers dans un Système d'Information.
- Estimation de la fréquence et la répartition des espèces à l'aide d'un système d'information géographique :
  - Distributions géographiques des espèces.
  - Identification des zones à hautes valeurs de conservation.
  - Proposition des sites où un effort de prospection doit être fait.
- proposition de mesures de conservation et de gestion appropriées à la préservation des ensembles biologiques les plus intéressants.

Dans cette optique, la mise à jour d'un cadre nomenclatural de référence pour les bryophytes de la Réunion a été réalisée, et une analyse de la diversité et distribution des bryophytes sur l'île a été initiée.

Les outils de la géomatique nous permettent donc de répondre à ces différents objectifs de distribution, répartition et de conservation des espèces.

## **A. Synthèse bibliographique**

La diversité biologique se trouve sérieusement menacée par une série de facteurs d'origine humaine. Si l'on s'en tient aux tendances actuelles, environ 34.000 espèces végétales et 5.200 espèces animales sont menacées d'extinction (Williams, Davis *et al.* 2006).

Parmi ces menaces pesant sur la biodiversité, la prolifération d'espèces exotiques envahissantes, la surexploitation d'espèces, la pollution et le changement climatique ainsi que la perte, la fragmentation et la dégradation des habitats représentent les causes majeures de l'érosion de la biodiversité. La plus grande menace sur les organismes vivants, à l'heure actuelle, est la dégradation des habitats, qui affecte 90% des espèces les plus sensibles (cf. U.I.C.N. : Union Internationale pour la Conservation de la Nature). La mise en place d'outils pertinents pour la conservation permet d'en évaluer l'ampleur et tenter de freiner ces menaces.

### **I. Les outils de la conservation**

#### ***I.1. Au niveau international***

##### **I.1.1. La Convention de la Diversité Biologique**

A l'échelle internationale, la Convention de la Diversité Biologique (CDB), signée en 1992 par 150 états au sommet de la Terre à Rio de Janeiro a pour but de :

- conserver la diversité biologique (ou biodiversité)
- utiliser durablement ses éléments
- partager justement et équitablement les bénéfices des ressources génétiques.

Il s'agit d'une « **approche par écosystème** » qui soutient une gestion intégrée des ressources du sol, de l'eau et des ressources vivantes, afin d'encourager la conservation de la biodiversité et l'utilisation durable de ses éléments réalisées d'une manière équitable (Williams, Davis *et al.* 2006).

Par conséquent, la CDB se concentre sur la conservation *in situ* c'est-à-dire la conservation de gènes, d'espèces et d'écosystèmes dans leur milieu naturel. Quelques exemples de mesures de conservation *in situ* sont la création d'espaces protégés ou la mise en place de législation visant à protéger les habitats (directive Habitats, réseau NATURA 2000...).

De plus, la CDB encourage la conservation *ex situ* qui concerne la conservation de gènes et d'espèces en dehors de leurs habitats naturels, dans des collections telles que des jardins zoologiques, des jardins botaniques et des banques de gènes.

Plus de 150 états ont ratifié cette convention qui est à l'origine de l'élaboration de stratégies pour la biodiversité au niveau pan européen, communautaire et national.

##### **I.1.2. L'Union internationale pour la Conservation de la Nature**

Fondée en 1948, l'UICN (Union internationale pour la conservation de la nature) rassemble des États, des organismes gouvernementaux et un large éventail d'organisations non gouvernementales au sein d'une alliance unique: plus de 1000 membres dans 139 pays. L'UICN regroupe également un réseau de plus de 10 000 experts bénévoles qui apportent

leurs connaissances à travers six commissions spécialisées. Le secrétariat de l'UICN est composé d'un siège mondial en Suisse et de 42 bureaux régionaux et nationaux.

Cette organisation a pour vision « *Un monde juste qui valorise et conserve la nature* ».

Sa mission : « Influencer sur les sociétés du monde entier, les encourager et les aider pour qu'elles conservent l'intégrité et la diversité de la nature et veillent à ce que toute utilisation des ressources naturelles soit équitable et écologiquement durable ».

## ***1.2. Au niveau national***

Le réseau d'espaces protégés français, avec ses 7 parcs nationaux, ses 156 réserves naturelles, ses 600 arrêtés préfectoraux de protection de biotope (APPB) et plus de 70 000 ha de terrains du conservatoire du littoral représente 1,5% de la superficie de la France. A ce réseau d'espaces dotés d'une protection réglementaire forte, s'ajoute le réseau des 44 parcs naturels régionaux qui couvrent 12% du territoire national et dont la philosophie s'appuie sur la notion de contrat et de libre adhésion, chaque parc étant régi par une charte (Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable).

On peut ajouter à ce réseau les 12,5 millions d'hectares de forêts publiques que gère l'Office National des Forêts en Métropole et dans les DOM. L'ONF a pour mission de gérer les réserves naturelles dans le but de renforcer leur statut de protection et ainsi de se focaliser sur les actions de conservation.

## ***1.3. Au niveau régional***

Madagascar et les îles de l'Océan Indien, dont la Réunion, représente un « **hot spot** » de biodiversité, zone géographique présentant à la fois une biodiversité et une richesse en espèces faunistiques et floristiques élevées, et qui encourent des risques d'extinction importants à court terme. On dénombre actuellement 34 « hot spots » à travers le monde (Mittermeier, Da Fonseca *et al.* 2005).

### **1.3.1. Stratégie Réunionnaise pour la Biodiversité**

Dans le cadre de son engagement dans la Convention de Rio (2002) sur la Diversité Biologique, la France a souhaité se doter d'une stratégie nationale pour la biodiversité. Celle-ci a été arrêtée par le gouvernement en février 2004. L'objectif principal est de parvenir à stopper d'ici 2010 le rythme actuel d'appauvrissement de la diversité biologique.

Ce document se décline en 5 axes, chacun des axes étant détaillé en une dizaine d'actions environ. Au sein de chaque axe, ces actions ont été classées en trois catégories de priorité.

Parmi ceux-ci, l'axe V a pour but de « **développer la connaissance et les réseaux d'observations** ». A la Réunion, des actions intéressantes sont d'ores et déjà menées, mais de nombreuses difficultés méritent d'être relevées et tout particulièrement un retard certain par rapport au niveau souhaitable des connaissances scientifiques. En effet, le manque de connaissances spécifiques et écologiques est un frein à l'amélioration de la gestion et la conservation de la biodiversité. Ce manque de connaissance est flagrant, en particulier pour certains groupes systématiques. En outre, pour pouvoir proposer de nouvelles pratiques de gestion durable de la biodiversité, les recherches doivent mener à une connaissance des interactions entre le fonctionnement des écosystèmes et les activités humaines (DIREN et ONCFS 2005). Ainsi, c'est 37 organismes qui contribuent à mettre en œuvre cette stratégie locale, fédératrice de toutes les actions futures en matière de protection et de valorisation de la nature.

Conjointement à l'amélioration des connaissances, il est nécessaire de centraliser et optimiser les données existantes et d'améliorer ainsi les échanges de savoirs (échanges d'expériences, réseaux d'informations...), afin de faire progresser le niveau des connaissances.

### **I.3.1.1. ZNIEFF**

Les **Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique** sont des inventaires du milieu naturel initié en 1982 au niveau national. C'est un outil de connaissance et d'information qui a une valeur réglementaire liée à la jurisprudence car prise en compte dans les documents de planification et les études d'impact (DIREN 2006). Les **ZNIEFF** couvrent à la Réunion une surface totale de **155 847** ha.

Ces inventaires des milieux naturels de la Réunion ont été validés en 2002 et sont depuis en cours de modernisation. La Société Réunionnaise pour l'Etude et à la Protection de l'Environnement (SREPEN) est en charge de cette modernisation des ZNIEFF.

### **I.3.1.2. Le Conservatoire Botanique National de Mascarin.**

Les Conservatoires Botaniques Nationaux sont un autre moyen de protection des habitats. Leur but est de s'ouvrir à la **connaissance** et à la **conservation de la flore et de la végétation** ainsi qu'à la diffusion de **l'information** et **l'éducation** des publics ; de jouer un rôle important dans la **coordination** et **l'animation** de **réseaux d'observateurs** et de **banques de données** sur la flore.

Créé en 1988, ayant pour statut « Association loi 1901 », et regroupé au sein d'une Fédération, le Conservatoire Botanique de Mascarin a pour missions :

- Connaissance et inventaire du patrimoine floristique en voie de disparition à La Réunion,
- Conservation *in situ* et *ex situ* des espèces les plus menacées,
- Information du public.

Depuis Octobre 2004, le Conservatoire Botanique de Mascarin conçoit un Atlas de la flore vasculaire de la Réunion (AFLORUN). Il a pour ambition de fournir un état actualisé et homogène de la diversité floristique de l'île et ainsi, de combler les lacunes existantes de distribution des espèces sur le territoire.

### **I.3.1.3. Le Parc National des Hauts**

Le Parc National des Hauts, créé en mars 2007 (Décret n°2007-296, JO n°55) aura pour objectif premier de garantir la protection d'un trésor commun, grâce au classement au cœur de Parc National d'un territoire que la majorité des Réunionnais veulent voir mieux reconnu, préservé et mis en valeur.

En résumé, depuis les années 1950, il existe une réelle prise en compte de la biodiversité comme valeur sociale. La conservation de la nature est un mouvement moderne qui a émergé à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, en réponse aux changements fondamentaux de la vision du monde, concernant la relation entre l'homme et la nature, émanant de l'élite des sociétés, de la Côte Est des Etats-Unis et de l'Europe de l'ouest (Jepson et Whittaker 2002).

Ceci à eu comme conséquence l'apparition d'une nouvelle discipline comme la Biologie de la conservation : motivé par le mouvement de conservation, c'est le nom donné aux recherches appliquées ayant pour but d'informer les décisions concernant la conservation de la biodiversité. Elle implique de larges champs allant des théories conceptuelles en écologie, en passant par l'étude des « process » à l'échelle du paysage aux applications par la cartographie et la modélisation de la distribution de la biodiversité (Whittaker, Araujo *et al.* 2005).

Les Systèmes d'Informations Géographiques (S.I.G.) en sont une des principales applications.

## II. Système d'Information Géographique (SIG)

### II.1. Généralités

#### II.1.1. Définition

Un SIG est un ensemble coordonné d'opérations généralement informatisées destinées à produire et à utiliser une information géographique sur un même territoire. Ce dispositif vise particulièrement à combiner au mieux les différentes ressources accessibles : bases de données, savoir-faire, capacité de traitement qui lui sont demandées. Il apporte ainsi un appui essentiel dans la connaissance, la communication et la prise de décision (AFNOR 1992)

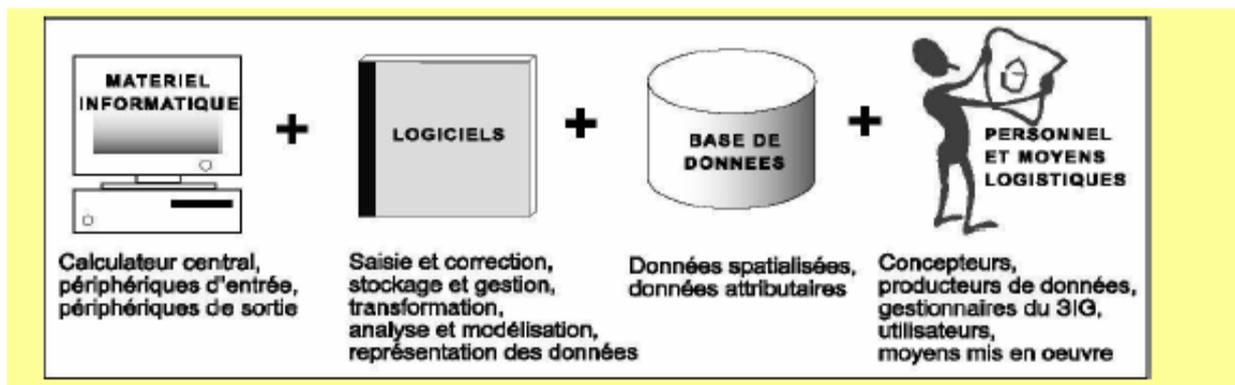


Figure 1: Schéma conceptuel d'un Système d'Information Géographique

#### II.1.2. Les SIG pour quoi faire ?

Les SIG sont utilisés, d'une part pour traiter ensemble plusieurs aspects d'un même espace, abordés antérieurement à l'aide de sources incompatibles et, d'autre part pour expliciter les relations et les organisations spatiales quelque soient les objets impliqués (Cheylan et Lardon 1993).

Ainsi l'information géographique, outre le fait qu'elle permette de caractériser un lieu par rapport à un autre et ainsi de le localiser dans un espace donné et donc de contribuer à enrichir et partager la connaissance sur un espace géographique, constitue un outil stratégique d'aide à la décision en matière de gestion du territoire et de l'environnement.

Le croisement de cette information ne peut se faire qu'avec une bonne connaissance du terrain et des données brutes ; Le Système d'Information (SI) sert au stockage des données, à l'exploration, à la cartographie, à la modification et à l'analyse des données.

C'est également en tant qu'aide à la décision que le SI est mis à contribution. La vue globale permise à l'échelle du paysage aide le chercheur à identifier des zones d'intérêt. La localisation des sites de comptages, de transects, d'études socio-économiques est choisie avec l'aide du SIG.

Dufy et al. (2004), ont permis grâce au SIG de concevoir une analyse spatiale de leur site d'étude (ghâts, Indes Occidentales). Cet outil a permis d'étudier en détail une unité paysagère complexe et de proposer un plan de gestion qu'il leur faudra ensuite appliquer à d'autres unités. Cet outil allie à la fois intégration et stockage des données. Toutes les informations recueillies sur le terrain sont localisées dans l'espace, grâce à un système de positionnement par satellites (GPS : Global Positioning System), et sont intégrées au SIG. Données physiques et humaines sont réunies au sein d'un seul système qui contrôle les

différentes bases de données. Les données cartographiques (topographie, images satellites, limites administratives) sont également affinées à cette échelle (Dufy, Lo Seen *et al.* 2004).

### ***II.1.3. Le SIG, aussi une aide à la communication***

L'interactivité permise par le logiciel facilite les échanges avec les commanditaires, qui peuvent visualiser en direct l'information. La navigation à travers différentes cartes, le passage d'une échelle à l'autre, d'une discrétisation à une autre, aide à une meilleure appréhension des données. A chaque échelle, les données les plus pertinentes peuvent être affichées. De même que le chercheur utilise le logiciel pour une meilleure vue d'ensemble, le commanditaire a la possibilité de multiplier les angles de vue sur ses données.

L'écologie paysagère, vue comme l'alliance de la géographie et de l'écologie, se base sur des principes où l'espace est lui-même objet de recherches. Par l'analyse de ses structures et des dynamiques, l'écologue élargit son point de vue, en passant de l'écosystème au paysage. Ce changement est toutefois coûteux, en terme de temps et d'énergie passés à collecter l'information. Aux débuts de cette discipline (1980), les outils permettaient difficilement de travailler à l'échelle requise du paysage. L'étude des données, et leur intégration à d'autres données, étaient un challenge. L'essor des Systèmes d'Information Géographique a remédié en grande partie à ce problème. Aujourd'hui, les données localisées dans l'espace, mais également d'autres données non géoréférencées, peuvent être intégrées au SIG (Dufy, Lo Seen *et al.* 2004).

Les outils de la géomatique sont donc pertinents pour représenter, stocker et analyser dans un référentiel commun les informations sur les enjeux de conservation et les pressions sur la biodiversité. Ces informations peuvent être issues directement du terrain, aux « dires d'expert » ou extraites d'images de télédétection (satellites ou aériennes).

Les SIG offrent également la possibilité de combiner des approches spatialisées et modélisatrices (couplage avec un Système Multi Agents) afin de simuler l'évolution des interactions entre écosystèmes et socio systèmes (Lagabrielle, Durieux *et al.* 2006).

Nombreuses sont les études intégrant le SIG dans leurs réalisations et ceci pour de nombreux types d'organismes. Parmi eux, on peut citer autant les organismes marins (Stanbury et Starr 1999; Pittman, Christensen *et al.* 2007), les grands mammifères comme les gorilles (Dieter Steklis 2005) ou encore les lézards (Stoms, Davis *et al.* 1996).

Mais les Systèmes d'Informations ne couvrent pas tous les groupes taxonomiques. Ainsi des groupes composés d'organismes de petites tailles comme par exemple au niveau végétal (algues, bryophytes, champignons), au niveau animal, (chiroptères, amphibiens, chauve-souris) ne sont pas ou peu étudiés via les outils de la géomatique.

Cela est dû à un manque de connaissance adéquat de leurs distributions globales, régionales et même locales (Whittaker, Araujo *et al.* 2005), mais aussi par les difficultés taxonomiques que peuvent engendrer l'identification de ces différents groupes, encore plus en milieu tropical où peu de clés d'identification existent.

## **III. Les bryophytes, un groupe taxonomique original et méconnu**

### ***III.1. Présentation***

Parmi le règne végétal, les Bryophytes représentent le second groupe le plus large après les plantes à fleurs (350 000 espèces). Comprenant entre 15 000 espèces (Gradstein, Churchill *et al.* 2001) et 25 000 espèces (Crum 2001), elles se situent sur tous les continents et dans toutes les localités habitables par des plantes photosynthétiques.

Des analyses génétiques récentes ont permis de reclasser les bryophytes (Glime 2006) :

- Les Anthocérotes sont considérées comme étant un phylum (=division) à part entière (**Anthocerophyta**).
- Les Hépatiques occupent un phylum différent, **Marchantiophyta** divisées en hépatiques à thalle différencié les *Jungermaniideae*, comprenant les Metzgériales, en hépatiques à thalle peu différencié et les Jungermanniales, hépatiques à feuilles, ces dernières représentant 85% des hépatiques (Crandall-Stotler et Stotler 2000).
- Les Mousses forme le phylum **Bryophyta**, phylum où l'on retrouve les Sphaignes.

Ensemble, les Anthocérotes, Hépatiques et Mousses sont plus traditionnellement appelés sous le terme anglais « Bryophytes » (du grec *bruos* : mousse et *phuton* : plante) qui n'a pas un réel sens taxonomique, il a été suggéré comme nom de sous règne **Bryobiotina**. Selon (Crum 2001), les Sphaignes constituent un phylum distinct les **Sphagnophyta**.

Le tableau ci-dessous regroupe les caractères qui distinguent les bryophytes des trachéophytes (plantes vasculaires) :

<b>Caractéristiques communes Bryophytes / Trachéophytes</b>	<b>Caractéristiques différentes Bryophytes / Trachéophytes</b>
- développement d'un embryon à l'intérieur d'un organe de reproduction multicellulaire	- dominance de la phase gamétophytique (haploïde) portant un sporophyte parasite <sup>1</sup>
- recouvrement de sporopollenine sur les spores	- ne possèdent pas de tissu méristématique, lignine, trachéides <sup>2</sup> , et de cellules cribles
- présence de flavonoïdes, chlorophylles <b>a</b> & <b>b</b>	
- corps spermatique spiralé et biflagellé.	

**Tableau 1: Distinction entre les Bryophytes et les Trachéophytes (Glime 2006)**

Le principal résultat de l'absence de trachéides est leur petite taille. Ainsi, les feuilles ou les thalles des bryophytes sont principalement composés d'une seule couche de cellules permettant des échanges directs avec le milieu atmosphérique ou aquatique. Sans racine, ni vaisseau conducteur, ce sont des organismes plus ou moins poïkiloïdriques (plante qui ne peuvent maintenir leur niveau d'hydratation constant). Ainsi, leur état d'hydratation est contrôlé par l'environnement. Mais malgré leur taille réduite, les bryophytes, peuvent occuper de larges surfaces sur les rochers, le sol, les arbres, les mares, les tourbières... De plus elles peuvent se disperser par voie végétative pour occuper de larges régions, à partir de propagules générées directement sur les tiges, les feuilles mais aussi sur les rhizoïdes voire sur les pièces sexuelles (périanthe propagulifère sur certaines jungermanniales).

### **III.2. Ecologie**

Les bryophytes vivent dans beaucoup de biotopes mais elles sont surtout abondantes dans des milieux à forte humidité, que ce soit en domaine tropical ou tempéré. Elles peuvent jouer un rôle important dans la régulation de l'eau, servant d'abris pour les plantes notamment

<sup>1</sup> Parasite apparent car la capsule est chlorophyllienne durant toute sa phase de croissance

<sup>2</sup> Il existe des formes mal développées de trachéides (hydroïdes et leptoides) (notamment chez les Polytrichaceae)

pour les graines d'orchidées et les Hyménophyllacées ainsi que pour les micros invertébrés (rotifères, copépodes...). Etant sensibles aux fluctuations naturelles, elles peuvent être utilisées comme indicateurs écologiques de changement d'état des écosystèmes d'accueil (Hallingbäck et Hodgetts 2000).

Par ailleurs, sur le sol et substrats nus, les bryophytes ont souvent le rôle de plantes pionnières à l'origine des premières phases de la pédogenèse. De nombreuses espèces, très sensibles aux conditions environnementales, sont de bons bio-indicateurs de pollutions de l'atmosphère et des eaux douces (Lecointre et Le Guyader 2001) ou de changements dans l'évolution des écosystèmes qu'elle soit naturelle ou artificielle (Ah-Peng, Chuah-Petiot *et al.* 2007). Par leur résistance à de fortes concentrations en polluants métalliques, organiques et pour les radionucléides, les bryophytes aquatiques peuvent également servir de bio-indicateurs de l'état de santé des écosystèmes aquatiques. Elles sont notamment utilisées par les agences françaises de l'eau pour le contrôle des eaux de surface naturelles (Ah-Peng et Rausch de Trautenberg 2005).

### **III.3. Biogéographie**

Les bryophytes sont présentes dans l'ensemble des régions du globe, de l'équateur aux terres arctiques et du littoral aux systèmes montagneux. Elles restent par contre très marginalement représentées dans les milieux salés. Les espèces ayant des exigences strictes occupent des stations particulières dans des régions bien circonscrites du globe. Mais on peut noter la présence de quelques espèces dites cosmopolites comme *Funaria hygrometrica* (Hedw.) ou bien *Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid. Malheureusement, un grand nombre de régions extrêmement riches en espèces de mousses et d'hépatiques sont lourdement menacées par la destruction des habitats; c'est le cas par exemple dans les régions à faible altitude en Asie de l'est et du sud-est (Hallingbäck et Hodgetts 2000) ou encore, plus proche de nous à Madagascar.

Du fait de leur taille réduite et de leur capacité à occuper et à exploiter d'innombrables micros stations, les aires de répartition des bryophytes sont beaucoup moins précises et pertinentes que celle des végétaux supérieurs. Par contre, elles offrent une très bonne pertinence à moyenne échelle pour rendre compte des conditions édaphiques et climatiques locales, et sont plus sensibles que les végétaux supérieurs pour réagir à de faibles variations des caractéristiques stationnelles (Ah-Peng 2003).

### **III.4. Menaces**

La réduction, la fragmentation, et la dégradation des habitats importants pour les bryophytes au niveau mondial contribuent fortement en la diminution du nombre d'espèces et de la diversité génétique. Les bryophytes sont menacées par les activités telles que la déforestation, l'accroissement des terrains agricoles, l'urbanisation, la construction de routes et de barrages hydroélectriques, les exploitations minières, l'assèchement des marais, et le surpâturage. L'envahissement par des espèces introduites de plantes vasculaires peut dévaster l'ensemble de la flore bryophytique d'une région. Les bryophytes sont menacées en partie du fait de leur morphologie particulière et de leur taux et mode de reproduction. Certaines espèces de bryophytes sont fragiles, sensibles à la sécheresse; elles se déshydratent par conséquent rapidement lors des périodes sèches provoquées par la déforestation des milieux par exemple. D'autres sont sensibles aux perturbations environnementales et deviennent donc vulnérables.

Les bryophytes sont aussi menacées du fait de leur manque "d'image de marque", connues sous le nom de « végétaux inférieurs » au sein des milieux de protection de l'environnement; ceci, combiné à l'incompréhension de leur rôle dans le fonctionnement des

écosystèmes, font qu'elles sont souvent ignorées par le public et les organismes de protection de la nature (Hallingbäck et Hodgetts 2000). Il est donc nécessaire de prendre en compte leur statut, de mener des recherches sur leur écologie, de les faire connaître aux acteurs de l'environnement afin de les intégrer dans les différentes mesures de protection et de conservation des habitats.

### ***III.5. Etat de connaissance actuel en milieu tropical (Afrique Sub-saharienne)***

Les « Check-lists » des mousses et des Hépatiques de l'Afrique Sub-saharienne, n'ont été dressées que très récemment (Kis 1985; Grolle 1995; Wigginton et Grolle 1996; Tixier et Guého 1997; Ah-Peng et Bardat 2005; O'Shea 2006).

Cependant une mise à jour active de ces listes est régulièrement réalisée ce qui aide fortement à la documentation et à la localisation de la flore indigène. Ces « check-lists » fournissent donc aux gestionnaires de la conservation et aux prospecteurs un outil de travail de référence. Tandis que la flore des Bryophytes a été relativement bien étudiée dans certains pays comme le Kenya ou l'Afrique du Sud où des bryoflores existent déjà ou sont en cours d'élaboration, néanmoins des « check-lists » existent pour certains autres pays individuels (République de Maurice, Ile de Réunion...) mais actuellement il n'existe pas de « Liste Rouge » pour les Bryophytes Africaines (Hallingbäck et Hodgetts 2000).

A la Réunion, une « check-list » des mousses et hépatiques est publiée depuis 2005 et est soumise régulièrement à de nouvelles additions d'espèces (Ah-Peng, Bardat *et al.* 2005). Elle regroupe 404 espèces de mousses pour 148 genres et 241 espèces d'hépatiques pour 87 genres. Cela fait un total de 645 espèces de bryophytes pour la Réunion comportant environ 13% de taxons endémiques (Ah-Peng et Bardat 2005). Depuis, une cinquantaine d'espèces récemment découvertes sur l'île a été ajoutée à ce bilan (C. Ah-Peng et J. Bardat, Com. Pers.), ce qui porterait le chiffre à près de 700 espèces.

Peu d'études ont été menées sur ces organismes et un manque de connaissance sur leur distribution spatiale est certain. Il n'existe pas de flore pour les bryophytes de l'île de la Réunion (projet en cours pour les Hépatiques de la Réunion, Bardat & Ah-Peng Com. pers.).

## **IV. Utilisation d'un SIG pour la conservation des bryophytes**

Les travaux réalisés à ce jour sur l'utilisation d'un Système d'Information appliqué aux Bryophytes sont à notre connaissance peu nombreux. Ils portent principalement sur la bryoflore en milieu tempéré (Vanderpoorten, Sotiaux *et al.* 2005; Vanderpoorten, Sotiaux *et al.* 2006). Des équipes belges et portugaises ont commencé à mener des études, englobant les bryophytes dans les stratégies de conservation à des échelles différentes. En Autriche, l'acquisition de tels outils a même permis l'étude d'une espèce supposée invasive de bryophyte (Zechmeister, Moser *et al.* 2007)

Par contre, en milieu tropical, l'absence de liste Rouge UICN pour les bryophytes Africaines, le manque de flores ainsi que le faible nombre de bryologues actifs et résidents sur le continent Africain font qu'il y a un manque certain des connaissances sur ces organismes. Il est donc difficile, voire limité, par exemple, d'évaluer le degré de rareté d'une espèce de bryophyte dans un espace localisé.

Or actuellement, les outils de la géomatique peuvent nous permettre d'intégrer un grand nombre d'informations complexes tirées de jeux de données différents afin d'examiner par exemple l'impact des conditions écologiques et les utilisations des sols sur la diversité bryophytique ou les schémas de rareté (Draper, Rossello-Graell *et al.* 2003; Vanderpoorten, Sotiaux *et al.* 2005; Vanderpoorten, Sotiaux *et al.* 2006). De même prédire la distribution des espèces est de plus en plus intégrée dans les SIG actuels. Leur utilisation pour

modéliser la distribution des plantes dans les actions de conservation a augmenté ces dernières années mais selon les caractéristiques de chacun ce qui rend chaque étude unique (Draper, Rossello-Graell *et al.* 2003). Augmenter les sources géographiques montrant la distribution d'espèces particulières et à haute valeur de conservation permettrait de déterminer des zones de « hot spot » de biodiversité, et serait un outil en plus pour les gestionnaires de la conservation.

Une autre application exemplaire du SIG des bryophytes est la conception d'un Atlas des Bryophytes. Des pays tels que les Pays Bas (van Tooren et Sparrius 2007), la Belgique (Schumacker 1985), l'Allemagne (Schulz et Dengler 2006), la Suisse (disponible « en ligne ») ou bien encore la Grande Bretagne ont désormais leur propre atlas bryophytique. Ces atlas permettent principalement de donner des informations sur la distribution des espèces mais aussi de voir les zones où un effort de prospection est nécessaire, et ainsi produire de nouvelles cartes plus complètes dans le futur. C'est un outil puissant pour la connaissance scientifique offrant des champs d'applications énormes (chorologie, phytogéographie ou bioévaluation de la bryoflore par exemple).

Cette approche interdisciplinaire permet donc de lier étroitement des disciplines comme la taxonomie, la biogéographie et la gestion de la conservation.

## **B. Matériels et méthodes.**

La conception méthodologique de cette étude s'organise sur 2 axes principaux :

- un axe taxonomique et nomenclatural, élément essentiel dans l'apport des connaissances,
- un axe de gestion de données utile à la caractérisation de la biodiversité.

*Localisation du site d'étude : l'île de la Réunion.*

L'île de la Réunion (latitude sud 21°07, longitude est 55°32) se situe dans l'Océan Indien, à 700 Km de Madagascar, et constitue avec l'île Maurice et l'île Rodrigues l'archipel des Mascareignes. D'une superficie de 2510 km<sup>2</sup>, elle est apparue par le fonctionnement intermittent d'un point chaud d'activité magmatique au dessus duquel se déplace la plaque océanique, donnant naissance à d'imposants reliefs, en majorité volcanique. Ainsi l'émission, il y a trois millions d'années, de plusieurs millions de mètres cube de lave a permis l'émergence de l'île de la Réunion, il y a 2,1 millions d'années (Blanchard 2000).

*Description de l'objet étudié.*

Les bryophytes, végétaux non vasculaires, représentent 15 000 espèces dans plus de 1200 genres à travers le monde (Gradstein et al. 2001). Ce groupe est encore peu étudié à la Réunion, donc implicitement la connaissance de leur distribution et de leur diversité reste extrêmement fragmentaire au niveau du territoire réunionnais.

## **I. Le référentiel taxonomique des Bryophytes**

La première étape dans la méthodologie de cette étude est constituée par la mise à jour d'un cadre taxonomique. Le Conservatoire Botanique National de Mascarin, en partenariat avec l'Université de la Réunion, a ainsi mis en place un index commenté des bryophytes de la Réunion dont les principaux collaborateurs sont Melle Ah-Peng (UMR C\_53), M. Bardat (MNHN), M. Boulet (CBNM) et M. Staménoff. (Version 2007.1 // mise à jour mai 2007).

Il suit la même procédure que l'index de la flore vasculaire de la Réunion dont la notice est disponible sur Internet<sup>3</sup> (Conservatoire Botanique de Mascarin. Coord. V. Boulet 2007).

N'ayant aucune flore des bryophytes existante, plusieurs documents essentiels ont été utilisés, servant d'outil nomenclatural de base pour l'Afrique Sub-saharienne :

- La liste des Musci Sub-Saharienne (O'Shea 2003; O'Shea 2006) ainsi que l'Index Muscorum (Wijk, Margadant *et al.* 1959-69) ont servi de référence pour la partie Mousses et Sphaignes.

- La liste des Hepaticae Sub-Saharienne (Wigginton 2002; Wigginton 2004) et le Catalogue annoté des Hépatiques et Anthocérotes des îles de l'Afrique de l'Est (Grolle 1995) ont eux servi de références pour la partie Hépatiques et Anthocérotes.

---

<sup>3</sup> <http://flore.cbnm.org>

L'ensemble du travail effectué a donc été de compiler l'ensemble des données existantes et de leur octroyer une harmonisation nomenclatural et taxonomique structurée.

## II. Une base de connaissances géolocalisée sur les bryophytes

Les données systématiques incluant les données sur les collections, données phylogénétiques, classifications et données d'observations sur le terrain peuvent et doivent jouer un rôle important dans les études de la biodiversité et de la conservation biologique (Funk 2006).

Il est donc communément admis que les connaissances sur la diversité biologique proviennent pour une part importante de l'étude des collections par les taxonomistes et notamment sur la définition et la délimitation (« circonscription ») des espèces, qui constituent l'unité de base de la biodiversité.

Les données primaires sont donc un indicateur du cadre taxonomique indiquant ainsi la **distribution géographique**. Ces données, dérivées principalement d'étiquettes d'herbiers sont compilées dans de larges bases de données confectionnées par de nombreux musées et herbiers. Ces bases de données fournissent un accès rapide à une inestimable quantité d'information qui intéressent aussi bien les taxonomistes, systématiciens que les acteurs de la conservation (Jorge, Soberon *et al.* 2000).

### II.1. Description des sources de données.

Pour déterminer la distribution des bryophytes à la Réunion, un peu plus de 8000 spécimens connus ont été recensés, données provenant essentiellement de base de données dérivées d'étiquettes d'herbiers. Les herbiers considérés sont :

- Jardin Botanique National de Belgique (code herbier: BR) à Meise
- Muséum National d'Histoire Naturelle (code herbier: PC) à Paris
- L'Herbier Universitaire de la Réunion (code herbier: REU) à Saint Denis
- Swedish Museum of Natural History (code herbier: S) à Stockholm

Types biologiques	Nombre d' <i>exciccata</i> répertoriés	Institution
Mousses	3639	BR, PC, REU, S
Hépatiques	4283	BR, PC, REU, S
Sphaignes	46	BR, PC, REU, S
Anthocérotes	51	BR, PC, REU, S
Total	<b>8019</b>	

Tableau 2 : Répartition par grands groupe d'*exciccata* et grands herbiers concernés (BR, PC, REU, S).

### II.2. Description des champs d'applications nécessaire à l'application de la base.

Une **donnée biogéographique** est l'unité de base d'information qui décrit l'observation d'un taxon dans un endroit et à un moment donné. Elle est composée de quatre éléments essentiels répondant aux questions principales relatives pour caractériser la biodiversité. Elle est donc un moyen simple de valider des schémas de distributions des taxons considérés, approche commune dans la compréhension de la biodiversité.

### *II.2.1. Description taxonomique.*

Le recensement des données des différents herbiers pris en compte a permis de mettre en évidence une liste de 8019 références de spécimens. Ces données ont pu être obtenues grâce à l'étroite collaboration avec les différents gestionnaires de ces collections, Amandine Allard (PC), Gillis Een (S), Herman Stiperaere (BR) et Jacques Fournel (REU).

### *II.2.2. Auteurs et périodes de l'observation.*

Ces deux questions sont logiquement corrélées entre-elles. Elles fournissent des renseignements majeurs sur les conditions et la période de récolte.

#### \* Cadre historique

La période de récolte concernant les bryophytes s'étend de l'époque de Commerson (1771) jusqu'à très récemment (Ah-Peng & Bardat en 2006). Les premières « Mousses » proviennent donc des récoltes de Philibert Commerson, accompagnant M. de Bougainville dans son voyage autour du monde et qui resta quelques mois sur l'île de la Réunion. Il y établit les premières observations et récoltes bryophytiques conservées au Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris. D'autres explorateurs, botanistes vinrent sur l'île mais c'est Bory de Saint Vincent qui, entre 1801 et 1802, récolta un grand nombre de « Mousses », dont la plupart d'entre-elles sont disponibles dans l'Herbier Cosson (Muséum National d'Histoire Naturelle).

Quelques années plus tard, c'est au tour de M. Georges de l'Isle de s'arrêter sur l'île sous les conseils du Professeur Bureau, et de consacrer la plus grande partie de son temps à la recherche des Mousses. Il y ramena un nombre considérable d'échantillons qui augmentèrent le nombre d'espèces nouvelles par rapport aux espèces anciennes. Le nombre des espèces constatées à la fin du XIX<sup>e</sup> siècles étant de 209, loin des 25 « Mousses » citées en 1805 dans le *Prodrome* de Palisot de Beauvois.

Puis il y eut un détachement pour l'étude des bryophytes dans la première partie du XX<sup>e</sup> siècles et c'est à partir du milieu du XX<sup>e</sup> siècle que l'on trouve un regain d'intérêt à la bryoflore avec les observations et récoltes de grand botanistes locaux tels que Thérésien Cadet (1937-1987), ou encore des Frères ecclésiastiques : les frères Albert Gimalac (1910-2001) et Maurice Onraedt (1904-1998) dont les échantillons ont été principalement conservés à Meise, au Jardin National Botanique de Belgique.

Dans les années 1990, des équipes des chercheurs hongrois (sous la direction de Pr. T. Pócs), un chercheur belge (J.L. de Sloover), ainsi qu'un chercheur suédois (G. Een) ont pu récolter un assez grand nombre de bryophytes à travers l'île.

Entre 1997 et 2000, le belge M. Theo Arts de Belgique, constitua une importante collection d'échantillons de bryophytes (~5000) à la Réunion dans le but de préparer une Flore des Musci de la Réunion. Hélas, avec sa disparition prématurée, ce projet n'a pas pu voir le jour.

Ainsi depuis plus de 200 ans, nous comptons un peu plus d'une soixantaine de récolteurs pour une période d'un peu plus de deux siècles de prospections.

Il est donc évident de considérer deux types distinct de spécimens : les spécimens dits historiques et les spécimens dits récents. Pour définir une limite à ses deux types de données,

la littérature incombe une durée de vie de 40 ans pour la validité d'une flore. Nous prendrons ainsi la date de 1960 pour séparer les données historiques et les données récentes.

	Historiques	Récents	Non datés
Stockholm (S)	122	864	167
Paris (PC)	56	552	735
Meise (BR)	13	5243	11
Réunion (REU)	0	256	0
TOTAL	191	6915	913

**Tableau 3 : Nombre total de spécimens historiques et récents traités pour chaque herbier.**

Il est à noter que les données sans date ont été placées par défaut dans la période avant 1960.

### **II.2.3. Localisation de l'observation.**

L'étiquette d'herbier détient généralement l'information géographique situant la localisation de l'observation. Elle est souvent basée sur le toponyme accompagné et quand cela a été possible des coordonnées géographiques et/ou de données textuelles précisant la localisation. L'apparition du GPS à la Réunion n'a été qu'effective qu'à partir des années 1970 selon les moyens des différents récolteurs.

La difficulté majeure est de traiter des données qui ne sont pas toutes géoréférencées.

Ainsi beaucoup de spécimens ne sont pas géoréférencés. Il est pris en considération dans la base de données l'attribution *post facto* de représentation cartographique des spécimens non géoréférencés parmi les échantillons historiques et récents afin qu'ils puissent rentrer dans l'analyse spatiale.

A noter que la Réunion utilise le système de projection UTM (Universal Transverse Mercator), fuseau 40, hémisphère Sud associé à l'ellipsoïde de référence WGS84<sup>4</sup>.

Les différents types de localisation effectuées sont représentés par :

- 3368 observations localisées par des coordonnées « points ».
- 4651 observations non géoréférencées dont les localisations présentes (ou absentes) sur l'étiquette d'herbier sont très hétérogènes. En effet, une information textuelle situant notre observation de manière précise (sur *Acacia heterophylla*, à l'entrée de la Plaine des Tamarins, intersection La Nouvelle-Marla, Mafate) est interprétée différemment vis-à-vis d'une information de localisation textuelle telle que « la Nouvelle » d'un point de vue cartographique.

**Remarque:** Les spécimens dont aucune localisation n'est indiquée sur l'étiquette (absence d'information de localisation, de latitude et longitude...) ne pourront pas être traités pour l'analyse cartographique mais serviront à la confection de listes taxonomiques utiles soit 1277 spécimens.

A partir des réponses à ces quatre indications précédemment énoncées, une donnée biogéographique peut être élaborée puis ensuite associée à de nombreuses autres observations formant ainsi des bases de données de répartition. Les **bases de données de répartition** sont composées par l'agrégation de toutes ces données ponctuelles de répartition. Ainsi, on introduit dans ces bases de données des variables principales suivantes :

<sup>4</sup> World Geodetic System, créé en 1984

- le code et le nom du taxon observé, en tenant compte de la hiérarchie systématique, de manière à pouvoir par exemple étudier la distribution d'une espèce en rassemblant les données de distribution des différentes variétés, formes, sous-espèces qui en sont des sous-unités;
- le toponyme ou de la localité où l'observation a eu lieu, ainsi que ses coordonnées géographiques (Gauss-Laborde anciennement et WGS84 actuellement pour l'île de la Réunion)
- les dates identifiant la période ou la date de l'observation;
- l'auteur, le récolteur ou le contributeur qui ont fourni l'observation afin de pouvoir contrôler la source de l'information.

De nombreuses autres variables (appelées variables secondaires) peuvent être ajoutées pour décrire les stations (altitude, type de milieux, substrat, exposition versant), les conditions d'observation (Nom de l'Herbier, la localisation de celui-ci...), la flore (remarque originelle sur le taxon, fertilité, déterminateur...), la localisation (localité principale, lieu-dit originelle...). Les différents champs utilisés ont été regroupés dans l'annexe I.

### ***II.3. Exploitations des données.***

L'objectif est de restituer de façon homogène, sous forme de maille UTM de 1 X 1 Km, des cartes de distribution de la bryoflore réunionnaise, à partir du jeu de données préalablement décrit. Ces cartes de distribution sont ensuite exploitées en fonction des données attributaires du système d'information des bryophytes et des couches environnementales existantes.

#### ***II.3.1 Traitement attributaire***

L'ensemble des données ont été saisies sur une feuille Microsoft® Excel 2003 et constitue donc la table Bryophytique nommée ***Bryos.xls*** regroupant les informations biogéographiques propres des différents taxons considérés.

Cette table est ensuite exploitée sous la forme d'un ensemble de tables relationnelles inspiré du Système d'Information MASCARINE. Ce système, élaboré par le Conservatoire Botanique National de Mascarin, repose sur une base de données relationnelle couplée à un Système d'Information Géographique permettant ainsi de structurer, standardiser, d'exploiter et de restituer les informations sur la flore et les habitats de la Réunion. Toutes les données gérées par le Conservatoire sont ainsi structurées dans ce système d'information. Ce système d'information se compose de 3 entités : des données d'observations, un référentiel taxonomique (l'index) et des données cartographiques (points, polygones<sup>5</sup>, polygones). Elles forment le coeur du système. Les données d'inventaires décrivant soit les conditions d'observations, les stations, la localisation où bien encore la flore, sont stockées dans 4 groupes de tables, contenant elles même des informations spécifiques.

#### ***II.3.2 L'expression cartographique.***

L'analyse basée sur des récoltes géoréférencées requiert que la référence géographique doit se faire à une échelle significative pour la conservation. L'utilité des échantillons historiques et voire même récents, dans la détermination de la distribution d'une espèce est

---

<sup>5</sup> Les polygones sont l'intermédiaire entre un point et un polygone (surface). Elles représentent d'une manière générale les objets non fermés.

souvent entravée par l'absence de coordonnées géographiques comme on peut le voir dans la littérature (Raharimampionona, Andriambololona *et al.* 2005).

Traiter des données dites primaires implique des difficultés pour établir la restitution cartographique, la principale étant la non géolocalisation des différentes observations.

L'attribution *post facto* a donc été effectuée et facilitée par l'utilisation du logiciel SIG MapInfo Professionnel® 7.5. Les objets géographiques ont été placés manuellement sous forme de polygones en s'appuyant sur le Référentiel Grande Echelle (RGE) et plus particulièrement sur le SCAN IGN au 1/25000<sup>ème</sup> (toponymie, altimétrie, réseaux routiers, hydrographie) et les informations textuelles de localisation. Ainsi des objets géographiques (polygone) sont créés, objets plus ou moins grands suivant la précision des données de localisation. Par exemple, une information textuelle situant notre observation de manière précise (sur *Acacia heterophylla*, « à l'entrée de la Plaine des Tamarins, intersection La Nouvelle-Marla », Mafate) est représentée par un polygone de petite taille, englobant de manière la plus réelle possible la localisation de l'observation. De même, une information de localisation comme « la Nouvelle » est représenté par un polygone beaucoup plus grand.

À la vue des données biogéographiques exploitées et de leur restitution cartographique, il a été décidé de regrouper tous les résultats sous formes de mailles UTM WGS 84 1 X 1 Km, représentation précise reflétant au maximum la réalité des observations.

L'ensemble des mailles 1 X 1 Km recouvrant l'île de la Réunion est de 2641 mailles.

Une fois la maille choisie, elle pourra être désignée par la suite par l'acronyme **OGU**, c'est-à-dire l'unité géographique opérationnelle ("Operational Geographical Unit").

Le croisement des données attributaires de la table *Bryos.xls* avec les mailles UTM 1 X 1 Km permet d'obtenir ainsi la première cartographie de distribution de la bryoflore de l'île de la Réunion.

Il est à noter que l'Atlas de la Flore vasculaire de la Réunion en cours de réalisation (Conservatoire Botanique National des Mascariens) utilise déjà ces mailles suivant une méthodologie précise et drastique d'échantillonnage dans chacune des 2641 mailles.

	Spécimens non géoréférencés initialement	Spécimens géoréférencés initialement	Spécimens géoréférencés <i>post facto</i>	Spécimens non géoréférencés
Stockholm (S)	1145	8	897	248
Paris (PC)	1327	16	724	603
Meise (BR)	2114	3153	2016	98
Réunion (REU)	65	191	46	19
Sous-Total	4651	3368	<b>3683</b>	<b>968</b>
Total	<b>8019</b>			

**Tableau 4 : Nombre de spécimens localisables et non localisables par herbier / Nombre de spécimens post géoréférencés ainsi que le nombre de spécimens dont aucune exploitation géographique n'est possible.**

A la vue des données primaires disponibles, nous avons pu avoir accès à un grand nombre d'informations (identification, localisation, écologique). Mais ces données sont aussi très hétérogènes. Il arrive parfois (suivant la date de récolte ou les conditions de récoltes) que les différentes informations soient absentes de l'étiquette d'herbier. Les données géo-référencées ont été aussi traitées de manière brute, sans aucune correction de notre part ce qui peut mener à des erreurs de localisation.

Enfin il a fallu post-géoréférencer plus de 3683 données, ce qui représente un peu plus de 569 polygones ou objet géographiques.

Au final, ceux sont 6742 spécimens qui ont été traités lors de l'analyse et de l'exploitation géographiques des données.

### II.3.3. Exploitations des données

L'ensemble des tables (« *Bryos.xls* », «*Index\_Bryo\_Réunion*», OGU UTM 1 X 1 Km) vont être mis en relation par l'intermédiaire du logiciel Microsoft® Access 2003 permettant une extraction de nouvelles tables des données biogéographiques.

Un couplage avec le logiciel SIG MapInfo Professionnal® version 7.5 permet une restitution cartographique (**production de documents**) et une analyse statistique des données géographiques. Les différents croisements de la couche bryophytique avec les autres couches environnementales se sont effectués sous forme de requête spatiale.

La restitution cartographique s'élabore de la façon suivante

- 1) Une carte de précision restituant la moyenne des surfaces des polygones inclus dans une OGU.

En effet, cette carte permet de mesurer l'imprécision de la localisation. Il est nécessaire de connaître quelles sortes d'informations géographiques figurent dans la base de données et ainsi de déterminer avec quelle précision géographique doivent être placées les données.

Le degré de précision se fait donc en organisant des classes de superficie des polygones. Plus le polygone est petit en superficie, plus la donnée post géoréférencée est précise.

Or, l'information, regroupée dans l'OGU peut potentiellement détenir plusieurs polygones plus ou moins précis, biaisant ainsi l'information de localisation. Par conséquent une carte de précision a été élaborée en calculant la moyenne surfacique des polygones inclus dans une OGU :

$$\text{Moyenne surfacique des polygones inclus dans une OGU} = \frac{\sum \text{moyenne de la surface des polygones}}{\text{Nombre de polygones concernés}}$$

Ainsi, nous aurons un gradient de précision qui reflète la réalité des observations de localisation tirées d'étiquettes d'herbiers.

L'insertion des données de BR, principalement représentées sous forme de coordonnées « points » montre une imprécision due sûrement à un pointage manuel des données primaires sur une carte préalablement référencée (H. Stiperaere, Comm. Pers.). Ces données regroupent 3063 observations.

- 2) Des cartes de distributions obtenues à partir des données d'herbiers rassemblées pour :
  - L'ensemble des Bryophytes de la Réunion.
  - L'ensemble des Hépatiques et des Mousses par une requête du groupe biologique informé dans l'index.
  - Les espèces de mousse et hépatique les plus communément récoltées sur l'île.
- 3) Des cartes de richesse spécifique obtenues à partir des données d'herbiers rassemblées pour :

→ L'ensemble des Bryophytes en comptant le nombre de taxon dans une OGU UTM 1 X1 Km.

→ Carte de diversité spécifique pour l'ensemble des Hépatiques et des Mousses en utilisant la même méthode que précédemment.

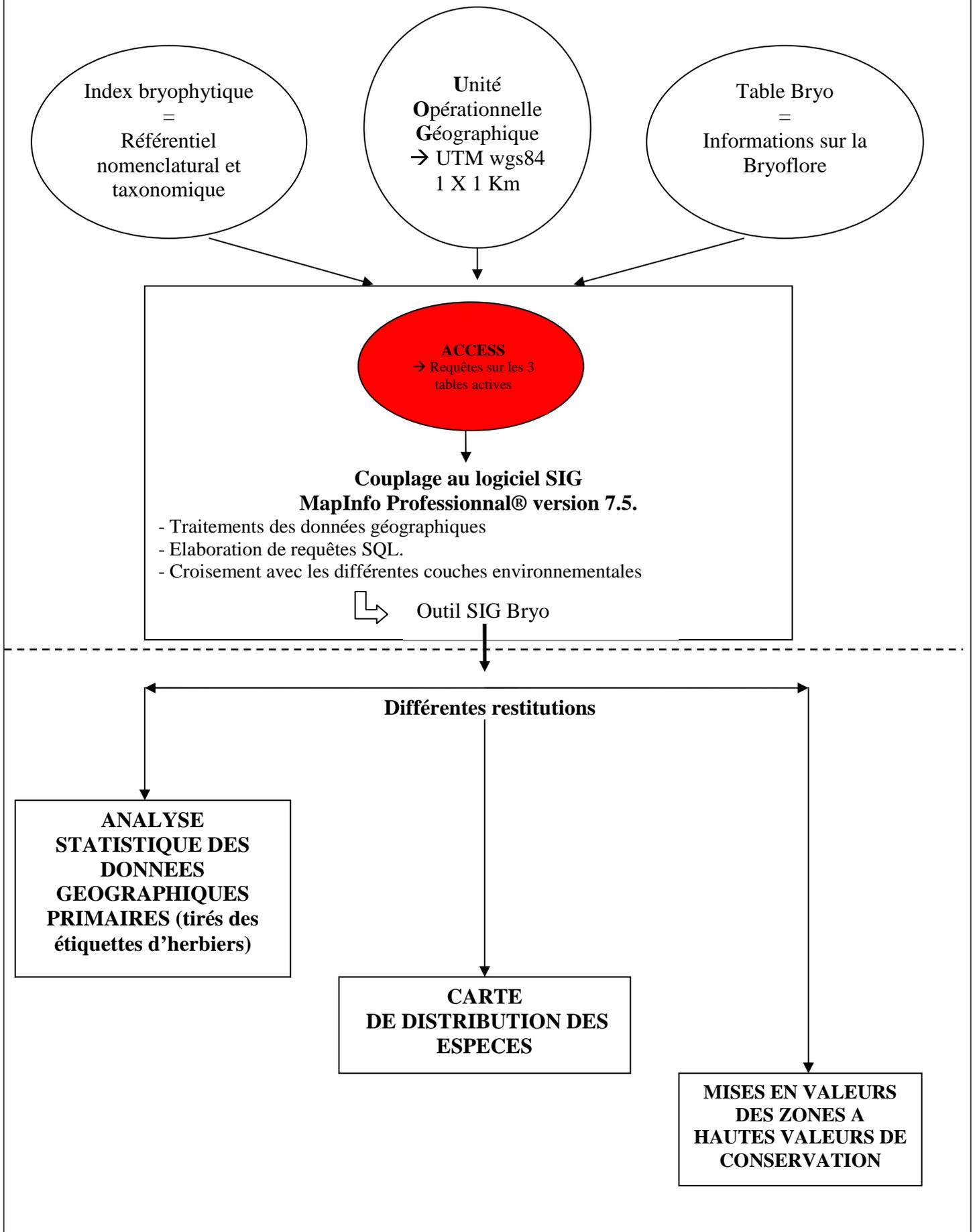
Une analyse spatiale est effectuée pour chaque type de carte, incluant aussi une analyse statistique attributaire, mais aussi des analyses thématiques et cela pour les deux grands groupes biologiques des bryophytes : les *Musci* et les *Hepaticae* ainsi que les espèces actuellement considérées comme endémiques strictes codifiées **B** dans la notice de l'index. (L'index est ainsi utilisé comme référentiel taxonomique et est mis directement en relation avec la base de données primaires d'occurrences *Bryos.xls* via le logiciel Microsoft® Access 2003. Les requêtes nomenclatural et taxonomiques y sont donc plus faciles et plus élaborées).

Des croisements avec des couches environnementales ainsi que l'état écologique des habitats de la Réunion, sont effectués et permettent d'augmenter les connaissances sur les bryophytes pouvant permettre des objectifs de conservation.

Les fonds cartographique utilisés sont :

- BD TOPO (Isométrie, limite communale)
- Météo-France pluviométrique et thermométrique
- Carte des Habitats (Université de la Réunion)
- Carte des domaines forestiers ONF
- ZNIEFF (DIREN)

## Système d'Information relatif aux Bryophytes



## **C Résultats et Discussion**

### **I Exploitation statistique de l'index des bryophytes**

#### ***I.1. L'index des bryophytes***

L'index des bryophytes constitue le référentiel de la bryoflore de la Réunion. Cette base d'information comporte actuellement **1545** noms scientifiques représentant ainsi **678** espèces.

Autour d'un corps taxonomique et nomenclatural, l'index comprend donc des informations sur la chorologie de la plante (distribution générale, Mascareignes, Réunion), son statut (indigénat, endémicité...) et autres informations diverses (publication originale, iconographie existante, synonymie etc.).

Depuis 2005, en collaboration avec l'Université de la Réunion et le Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris, ce travail a abouti à un apport de connaissances. En particulier, l'ensemble des corps taxonomiques, de codification et de gestion sont désormais complets, ce qui clôture la première phase de construction de l'Index des Bryophytes (V. Boulet, Com.pers).

Pour le futur, le travail devra en priorité :

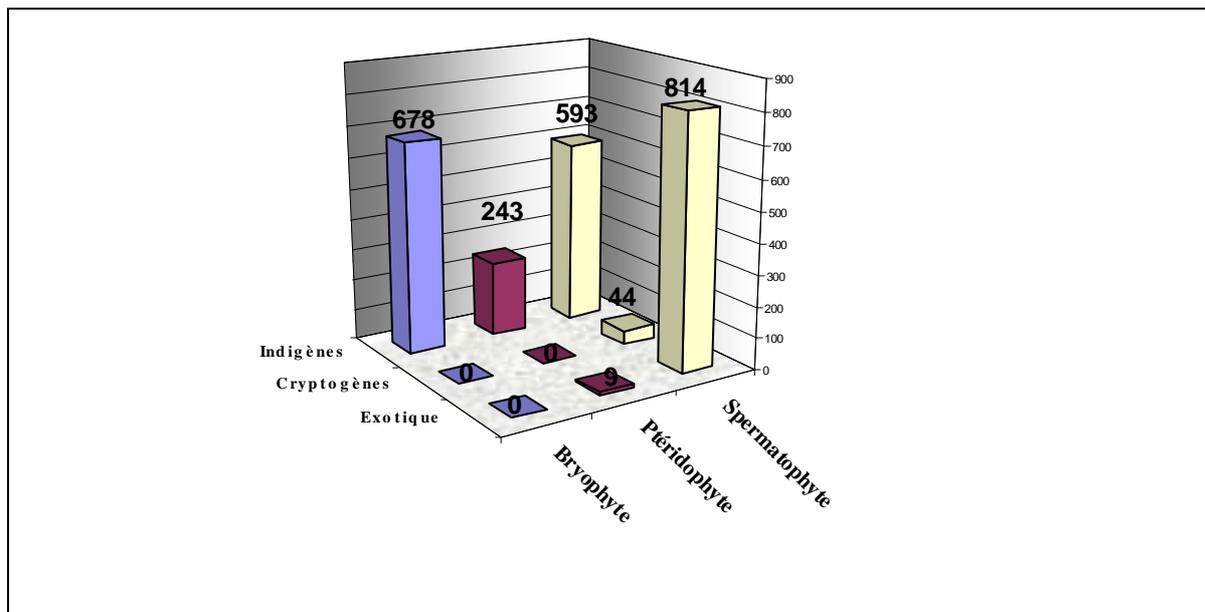
- Compléter les champs de publication déjà remplis à 96,7 %.
- Procéder à l'homogénéisation et la standardisation des titres des publications sur le standard international de l'IPNI<sup>6</sup>, (ce qui vient d'être entièrement réalisé pour la flore vasculaire) et les parties Chorologie et Statuts (V. BOULLET, Com.pers).

Cet index pourra ainsi être valorisé aux côtés de l'Index de la Flore Vasculaire de la Réunion, mis en ligne sur internet. On peut comparer sur le graphe 1 le nombre de plantes vasculaires, ptéridophyte et bryophytes présentes à la Réunion en fonction de leur indigénat. Ainsi on note que le nombre de bryophytes indigènes (678 espèces) est supérieur aux ptéridophytes (243 espèces) et aux spermatophytes (593 espèces). Il est à noter (graphique 1) que la diversité taxonomique (diversité  $\alpha$ ) des bryophytes n'est pas loin de se rapprocher de celle des plantes supérieures qui compte 836 espèces indigènes dans l'île (V. Boulet, Com. Pers.).

On note aussi que les connaissances concernant les bryophytes sont trop parcellaires au niveau de l'écologie de ces organismes et qu'il est difficile à l'heure actuelle de définir des bryophytes exotiques, invasives et cryptogènes, un espèce cryptogène étant une espèce dont le statut est indéterminé dû au manque de connaissances actuelles sur celle-ci.

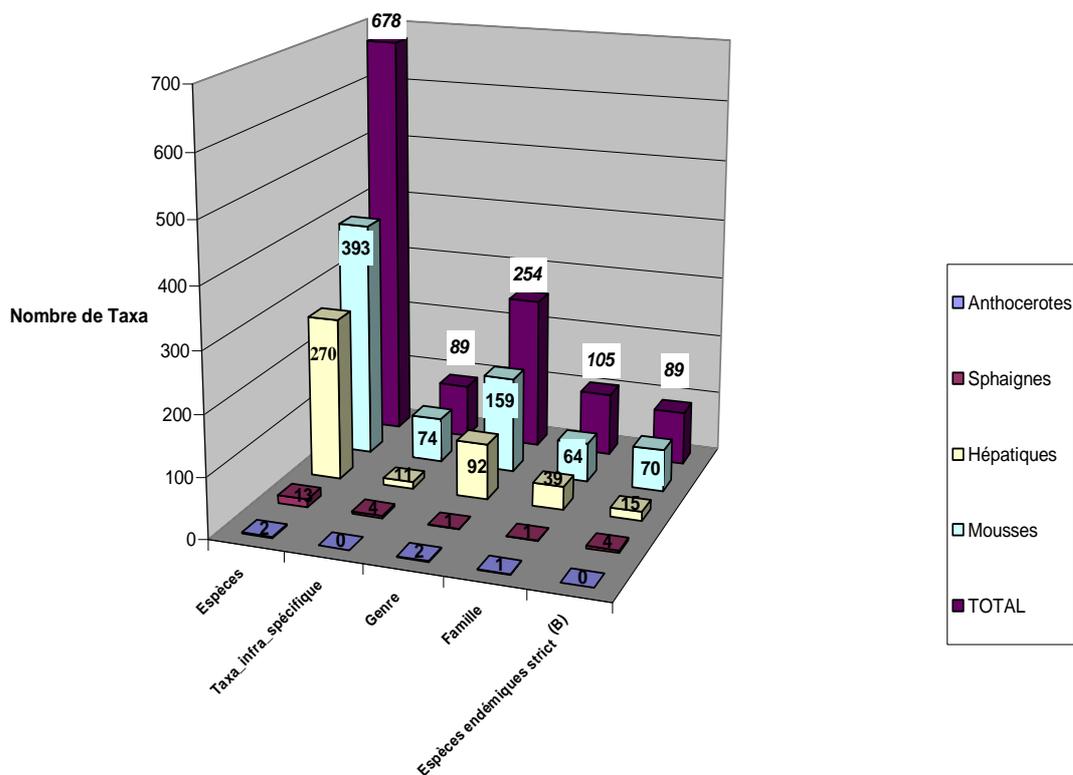
---

<sup>6</sup> IPNI : International Plant Names Index



Graphique 1 : Systématique et indigénat des Bryophytes, des spermatophytes et plantes vasculaires de la Réunion.

Quelques chiffres concernant les Bryophytes de la Réunion (Index des Bryophytes, version 2007.1)



Graphique 2 : Répartition des bryophytes dans l'index.

L'index des bryophytes comptabilise 678 espèces réparties en 105 familles et 254 genres. Les mousses détiennent à elles seules 393 espèces (57,9%) et les hépatiques 270

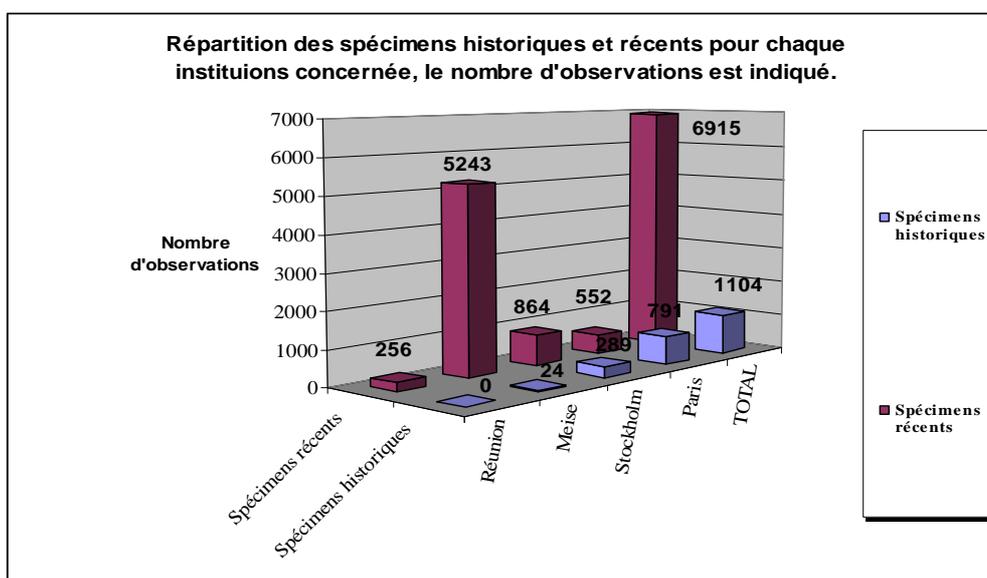
espèces (39,8%). Cet outil nomenclatural n'est qu'au début de son existence, il est encore à compléter, car la connaissance ne cesse d'augmenter sur les bryophytes de la Réunion (révision taxonomique). Mais actuellement il sert de première base de connaissance valide pour l'île, qui pourra ainsi être à disposition pour tous les taxonomistes et acteurs de l'environnement.

## II. Utilisation des données issues de spécimens d'herbiers de bryophytes

### II.1. Comparaison des données récentes et historiques

Les données tirées de cette étude ont pour provenance 4 *Herbaria* différents. Elles sont réparties sur un nombre total de 8019 spécimens.

Le tableau 4 montre le nombre de spécimens datés (historiques/ récents) que l'on peut voir plus précisément sur le graphique suivant :



**Graphique 3 : Répartition des spécimens historiques/récents pour chaque institution concernée, le nombre d'observations est indiqué.**

Les spécimens historiques représentent 13,8% des observations ; les données récentes représentent 86,2% des observations compilées.

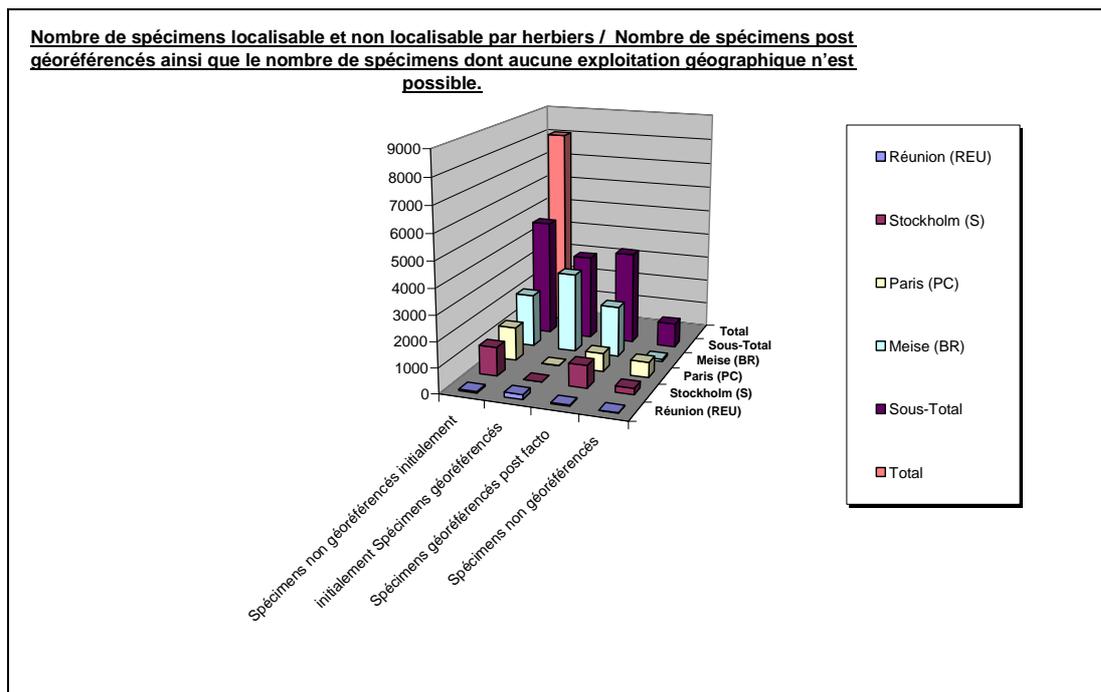
#### Données historiques (< 1960)

Les spécimens provenant du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris sont majoritairement historiques (791 spécimens ; 59%), s'ensuit les données du Swedish Museum of Natural History (S) de Stockholm (289 spécimens ; 25 %) puis les spécimens de Jardin Botanique National de Belgique et de l'Herbier Universitaire de la Réunion où la présence de spécimens historiques est négligeable (tous les spécimens provenant de l'Herbier Universitaire de la Réunion sont récents).

#### Données récentes (>1960)

La majeure partie des observations a été récoltée après 1960. Cela représente 6915 échantillons (86%) dont plus des deux tiers proviennent du Jardin Botanique National de

Belgique. 3368 observations (48 %) ont été géolocalisées automatiquement, les coordonnées X et Y étant présentes sur l'étiquette d'herbier.



**Figure 2 : Nombre de spécimens localisable et non localisable par herbier, de spécimens post géoréférencés et nombre de spécimens dont aucune exploitation géographique n'est possible.**

Les autres données, soit 3396 observations (52%) ont été spatialisées suivant le protocole décrit au paragraphe II.3.2. Parmi l'ensemble des ces derniers échantillons, 254 observations ont été reportées comme non géolocalisables soit un peu moins de 4% du nombre totale d'observations récentes.

## ***II.2. Avantages et inconvénients de l'utilisation des données de collections***

### ***- Problème taxonomique et nomenclatural.***

Le traitement des données historiques reste une difficulté majeure car nous n'avons pas une certitude juste de l'identification. L'outil qu'est l'Index commenté des Bryophyte (Bryo\_Réunion version 2007.1) a permis de remettre à jour ce cadre nomenclatural grâce à la correspondance entre synonymie et noms valides. Des révisions taxonomiques et nomenclaturales sont obligatoirement nécessaires pour des échantillons qui pour certains datent de plus de deux siècles. En effet, certains taxons n'ont pas de correspondance dans l'Index des bryophytes. Aussi, le dépouillement des nouvelles collections d'herbiers permet d'établir de nouvelles listes d'espèces non recensées à la Réunion. **Ces listes serviront pour vérification et/ou confirmation aux systématiciens qui valideront la présence du taxon recensé.**

### ***- Problème géographique.***

La représentation cartographique de l'information de localisation est des plus difficiles à interpréter en raison de l'hétérogénéité des données. En effet, la difficulté est de *post* géoréférencer des informations géographiques qui datent pour certaines de plus de deux siècles. Ainsi, **968** observations (données historiques et données récentes) n'ont pas pu être

*post géoréférencées* dû à l'absence d'indications géographiques, de doutes et d'imprécision sur les étiquettes d'herbiers (donnée floues ; exemple : le spécimen *Anoetangium mafatense* Ren. et Cardot, (N° Observation 15059, origine STOCKHOLM S) porte l'indication géographique Mafate, commune de Saint-Paul, indication trop imprécise pour l'utiliser dans l'analyse spatiale).

Par contre, parmi les données *post géoréférencées* (3683 observations) il existe un degré de précision variable selon la nature de l'information portée sur l'étiquette d'herbier. En effet, un prospecteur n'a pas obligatoirement décrit de manière exacte la toponymie de son lieu de récolte. Des grandes différences descriptives existent et se traduisent par une représentation polygonale de grande surface. Ainsi, 43.9 % (126 observations) des données historiques géolocalisées sont matérialisées par des polygones dont la surface est supérieure à 1 Km<sup>2</sup> (supérieur à l'OGU considérée). 56.1% ont été matérialisés avec un polygone dont la surface est inférieure à 1 km<sup>2</sup>, surface rentrant dans l'Unité Géographique Opérationnelle UTM 1 X 1 Km soit un ratio de 1 donnée historique sur 2.

La restitution cartographique des données récentes est elle aussi très hétérogène. En effet l'utilisation courante du GPS est elle même très récente (1990)

La pression d'observation est tout aussi différente selon le récolteur et les conditions de récoltes. En effet, il s'avère difficile de comparer à l'ensemble du territoire réunionnais la distribution entre chaque groupe biologique de bryophyte, car chaque récolteur privilégie leurs études sur des groupes distincts selon leur spécialité (hépatiques, mousses...).

Il faut donc toujours garder à l'esprit que la pression d'observation établie est loin d'être uniforme, à la fois en terme qualitatif (groupe taxonomique) et quantitatif (surface et zone de prospections). Mais, sur l'ensemble du territoire de la Réunion, après deux siècles de prospections, on peut avoir un aperçu assez global de la distribution pour chaque groupe et cela dans les grandes zones floristiques de la Réunion.

Malgré les limites et contraintes aperçues ci-dessus, les cartes de distributions sont des données importantes dans la connaissance de ce groupe. Ainsi, après un effort de nettoyage de données, de mise à jour taxonomique, et d'appréciation géographique, la table de données « **Bryos\_xls** » se compose de **6742** observations (**84% des données de départ**). Le tableau 6 résume les informations taxonomiques traitées lors de l'analyse spatiale qui représente **548** espèces différents soit 80,8% des espèces référés au sein de l'index des bryophytes de la Réunion (taxa infra spécifiques inclus).

	Nombre d'observations	Nombre d'espèce	Nombre de genre	Nombre de famille	Institutions concernées
Musci	2802	316	133	51	BR, PC, REU, S
Hépatiques	3884	219	86	36	BR, PC, REU, S
Sphaignes	27	11	1	1	BR, PC, REU, S
Anthocérotes	29	2	2	1	BR, S
<b>Total</b>	<b>6742</b>	<b>548</b>	<b>222</b>	<b>89</b>	

**Tableau 5 : Total de la répartition taxonomique de la table de données Bryos.xls**

### **III. Diversité et distribution des bryophytes de la Réunion**

#### ***III.1. Diversité spécifique des bryophytes.***

La richesse spécifique et la rareté des espèces sont les critères les plus communément utilisés dans les mesures de conservation (Funk 2006). Aucun statut de rareté n'existe à ce jour pour les bryophytes au niveau des Mascareignes du fait du manque de données existantes sur la distribution et la diversité des espèces. Cependant, connaître la richesse spécifique d'une zone permet de contribuer à la connaissance du site et d'y appliquer des mesures directes de conservation. En effet, les sites avec une richesse spécifique plus importante sont généralement considérés plus pertinentes pour la conservation que les sites à la richesse spécifique pauvre (Myers, Mittermeier *et al.* 2000).

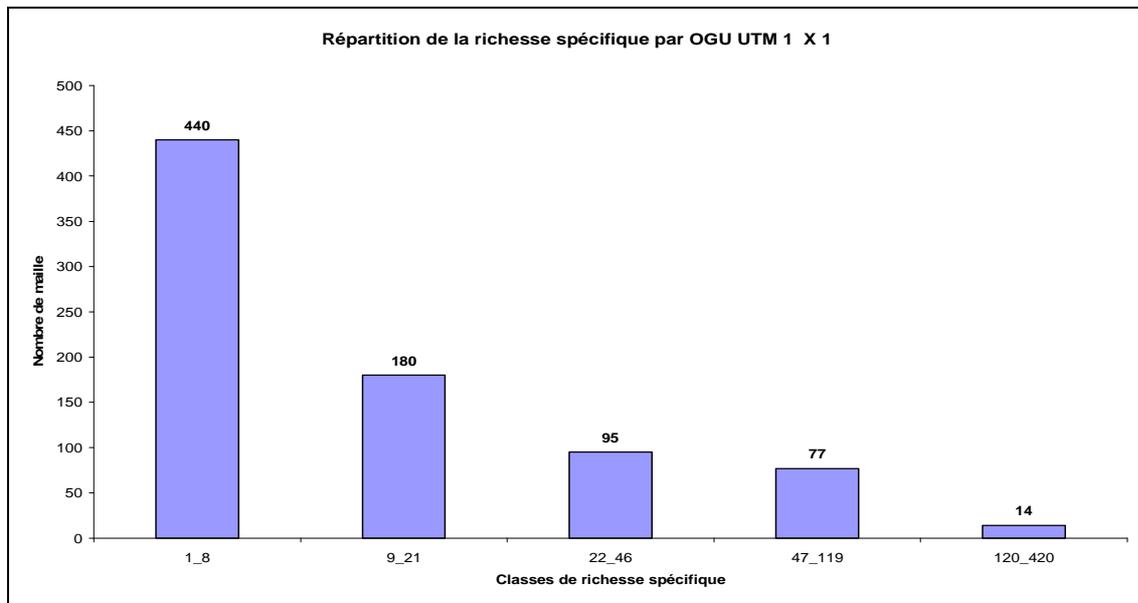
Les cartes de richesse spécifique I, I-A et I-B ont été élaborées en superposant la couche de distribution de chaque groupe et en y calculant, pour chaque OGU, le nombre de taxons.

Ainsi, la carte globale de diversité spécifique des Bryophytes est analysée ainsi que celle des *Musci* et des *Hepaticae* afin de mettre en évidence des zones à haute richesse spécifique pour l'ensemble de la bryoflore de la Réunion.

#### ***III.1.1. Richesse spécifique de l'ensemble des Bryophytes.***

La carte **I** représente la diversité des bryophytes à la Réunion. La richesse varie de 1 à 420 espèces par unité de maille sur 806 OGU UTM 1 X 1 Km. Ainsi cinq classes ont été réparties qui se distinguent comme suit :

- 440 mailles détiennent entre 1 à 8 taxons différents (54,6%)
- 180 mailles détiennent entre 9 à 21 taxons différents (20,9%)
- 95 mailles détiennent entre 22 et 46 taxons différents (11,7%)
- 77 mailles détiennent entre 47 et 119 taxons (9,5%)
- 14 mailles détiennent entre 120 et 420 taxons (1,7%)



**Figure 3 : Répartition de la richesse spécifique en bryophytes par OGU UTM 1X1 Km.**

Les fortes zones de richesse spécifique en bryophytes à partir de ce jeu de données sont :

- Cilaos
- La Roche Ecrite
- Les forêts de Bébour-Bélouve
- Le Grand-Etang
- La savanne Mare-à-Boue, le col de Bellevue et les pentes de la Grande Montée (Plaines des Cafres)
- La partie Nord du cirque de Mafate
- Les pentes du volcan (Ravine du tremblet)
- Le Pas de Bellecombe
- La réserve de Mare-Longue

### ***III.1.2. Richesse spécifique des Mousses.***

Le nombre de taxon par OGU varie de 1 à 270 espèces. La distribution de la richesse spécifique a été répartie en 5 classes sur l'ensemble des 669 OGU représentant la distribution des *musci* (carte I-A) :

- 410 mailles détiennent entre 1 à 8 taxons différents (61.3%).
- 163 mailles détiennent entre 9 à 21 taxons différents (24.4%).
- 55 mailles détiennent entre 22 et 46 taxons différents (8.2%).
- 39 mailles détiennent entre 47 et 119 taxons différents (5.8%).
- 2 mailles détiennent ente 120 et 270 taxons différents. (0.3%)

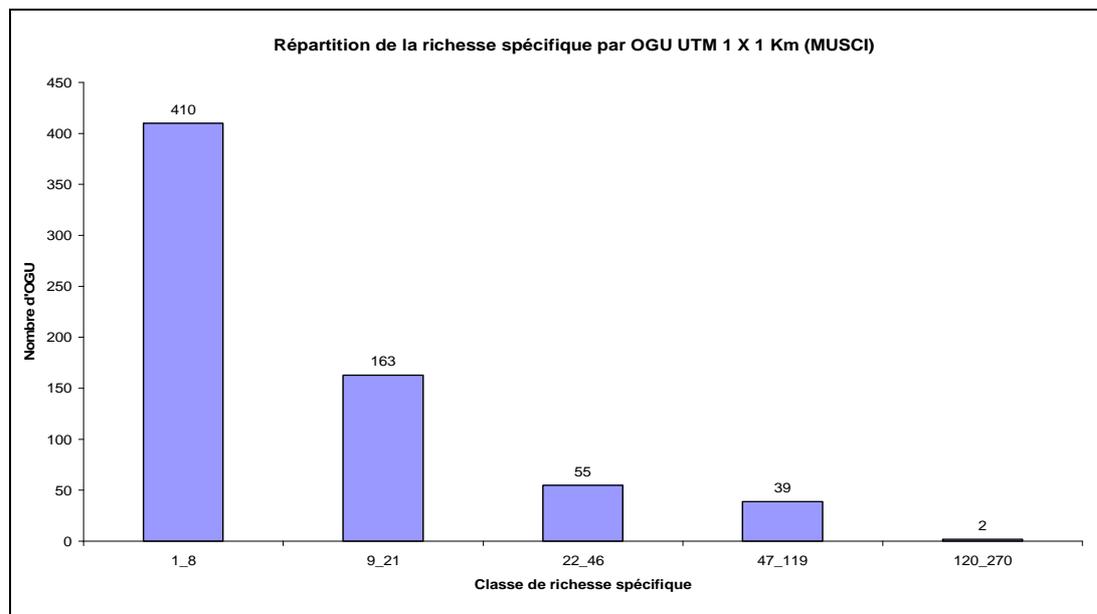


Figure 4: Répartition des classe de richesse spécifique pour l'ensemble des Mousses.

Les 2 mailles ayant une richesse spécifique la plus élevée se situent au dessus des thermes de Cilaos, dans la forêt de Piémont des cirques. Une première maille détient un total de 270 espèces différentes pour une précision géographique moyenne (zone d'échantillonnage vaste). La deuxième contient 175 taxons et sa précision géographique est par contre meilleure. Cette zone, regroupant la forêt de Piémont et la forêt tropicale de montagne sous le vent (versant Ouest du Piton des Neiges) indiquent une grande diversité taxonomique concernant les muscinées.

Trois autres zones à richesse spécifique élevée se distinguent, avec pour chacune d'entre-elles un degré de précision géographique différent :

La réserve de **la Roche Ecrite** où 12 mailles possèdent entre 46 et 119 taxons, la précision géographique restant moyenne pour l'ensemble de ces mailles. L'ensemble des prospections s'est faite dans les formations à *Acacia heterophylla* Willd. et *Nastus Borbonicus* J.F. Gmel. jusqu'à l'étage éricoïde (Een (S) en 1962 et Arts (BR) en 1997 qui ont suivi la plupart du temps les sentiers forestiers).

La partie **Nord du cirque de Mafate** (Aurère, Grand-Place, Roche-Plate) où l'on retrouve une richesse spécifique entre 46 et 119 taxons mais une précision géographique très faible. Le frère Gimalac y a beaucoup prospecté mais les conditions à l'époque ne permettait pas de relater de façon précise la localisation de l'échantillonnage (prospections effectuée ente 1962 et 1982).

Des zones comme les rampes de **la Grande Montée, du col de Bellevue et de la savane Mare-à-Boue (Plaine des Cafres)** détiennent respectivement 47, 55 et 56 espèces différentes. Cette zone est caractérisée par des forêts humides de type « avoune », milieu très original. Les épiphytes y sont majoritaires et constituent une apparente strate herbacée recouvrant le réseau de troncs (Cadet 1977).

### III.1.3. Richesse spécifique des Hépatiques.

Le nombre d'hépatique par OGU varie de 1 à 159 espèces par mailles (carte I-B) et se répartissent comme suit :

- 326 OGU prospectées détenant de 1 à 8 espèces (62.3%).
- 106 OGU prospectées détenant de 9 à 21 espèces (20.2%).
- 54 OGU prospectées détenant de 22 à 46 espèces (10.3%).
- 36 OGU prospectées détenant de 47 à 119 espèces (6.8%).
- 2 OGU prospectées détenant de 119 à 159 espèces (0.4%).

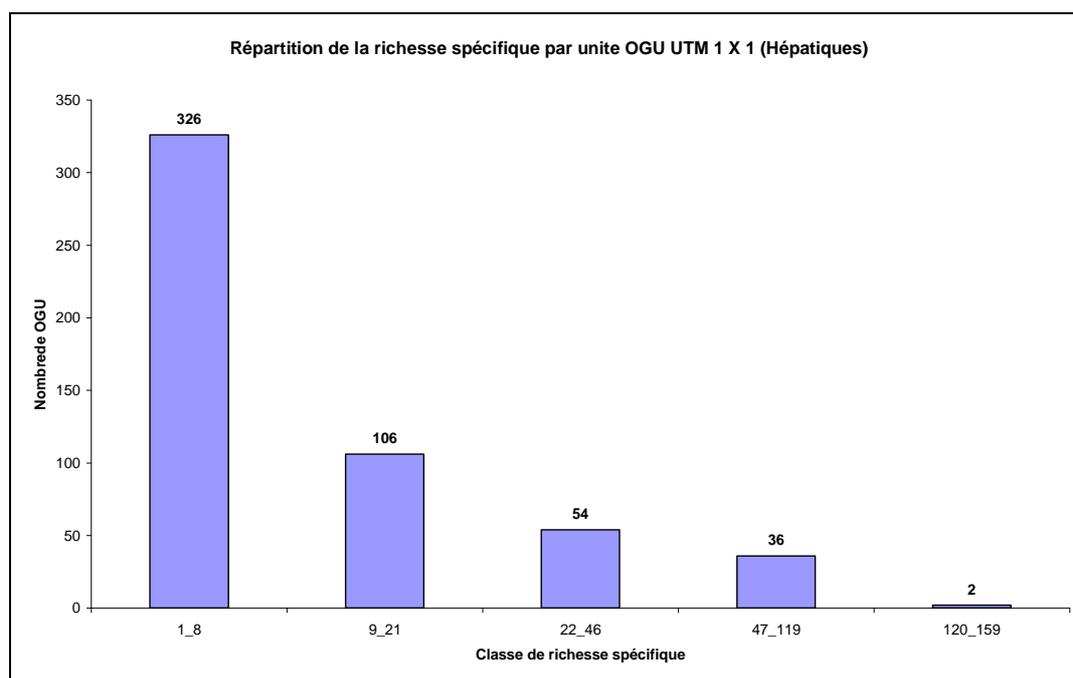


Figure 5 : Répartition des classe de richesse spécifique pour l'ensemble des Hépatiques.

Cilaos, aux alentours de la Cascade Bras Rouge, détient 148 espèces d'hépatiques différentes mais avec un degré de précision moyen.

La zone de Piton Mare à Boue (Plaine des Cafres) détient 159 espèces d'hépatiques, avec une bonne précision de localisation, zone étendue sur 4 autres mailles possédant entre 46 et 119 taxons différents.

Se distinguent ensuite trois autres grandes zones dont la richesse spécifique est forte (entre 46 et 119 taxons par mailles):

- La Roche Ecrite avec 5 mailles concernées avec une *bonne précision* géographique. L'effort de prospection y est intense, facilité par son accès mais surtout par son statut de réserve naturelle, attirant ainsi tous les scientifiques et naturalistes amateurs.

- La réserve biologique mixte de Bébour (données de précision géographique *moyenne*) contient entre 46 et 119 taxons par mailles prospectées. Deux mailles recouvrant la partie Sud de la réserve (Sentier des Bois de Couleurs, sentier de la Rivière) ont (données de

localisation précise) une richesse spécifique de 54 et 82 taxons pour chacune de ces mailles. Elle fait partie de la série de végétation mésotherme hygrophile et est recouverte en partie par une ZNIEFF de type 1 révélant son caractère patrimonial (Pausé et Françoise 2001)

- La zone du Grand-Etang (Saint-Benoît), avec une précision de localisation *moyenne*, est une zone favorable à une grande richesse spécifique en hépatiques. Cette zone est caractérisée par sa « forêt humide de moyenne altitude » ainsi que des fourrés perhumides à *Pandanus*.

### III.1.4. Analyse globale de la bryodiversité

En croisant les régions où la richesse spécifique est la plus grande avec les couches des domaines forestiers gérés par l'Office National des Forêts ainsi que la couche des habitats (Strasberg, Rouget *et al.* 2005) présente en annexe II, on obtient pour l'ensemble des bryophytes le tableau ci-après :

NOM_Maille1X1km	Richesse spécifique (nombre de taxon présent dans la maille)	Type du domaine forestier	Habitat
340-7662	420	DEPARTEMENTO- DOMANIALE DE CILAOS	Forêt semi-sèche des fonds de cirque / Forêt semi-sèche
341-7663	152	DEPARTEMENTO- DOMANIALE DE CILAOS	Forêt de moyenne altitude
338-7680	154	DEPARTEMENTO- DOMANIALE DE LA ROCHE ECRITE	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
338-7678	180	DEPARTEMENTO- DOMANIALE DE LA ROCHE ECRITE	Végétation éricoïde
337-7680	169	DEPARTEMENTO- DOMANIALE DE LA ROCHE ECRITE	Forêt tropicale humide de montagne (au vent)
337-7681	131	DEPARTEMENTO- DOMANIALE DE LA ROCHE ECRITE	Forêt tropicale humide de montagne (au vent)
338-7679	144	DEPARTEMENTO- DOMANIALE DE LA ROCHE ECRITE	Habitat non défini.
352-7659	215	DEPARTEMENTO- DOMANIALE DE LA PLAINE DES CAFRES	Fourrés à <i>Philippia sp</i>
350-7664	125	DEPARTEMENTO- DOMANIALE DE BEBOUR	Forêt tropicale humide de montagne (au vent)

Tableau 6: Caractéristiques des mailles dont la richesse spécifique bryophytique est élevée

On s'aperçoit que la richesse spécifique totale la plus importante, hépatiques et mousses confondues, se rencontre dans les types d'habitats suivants:

- La forêt tropicale humide de montagne (réserve Naturelle de la Roche Ecrute et Réserve Biologique de Bébour).

- La forêt à *Acacia heterophylla* ainsi que les prairies altimontaines (réserve de la Roche Ecrute).

- La forêt semi sèche et la forêt semi sèche des fonds de cirque.
- Les fourrés à *Philippia* (Plaine des Cafres).

Ces données sont à corrélérer avec l'effort d'échantillonnage effectué pour chacun des sites mais donne un aperçu non exhaustif des sites et des habitats où la richesse spécifique est élevée.

### ***III.2 Distribution des bryophytes de l'île de la Réunion***

L'étude de la distribution des végétaux sur un espace restreint qu'est une île océanique s'intègre entièrement dans des problématiques de conservation pour les gestionnaires des espaces naturels. En effet, il est essentiel de connaître, la diversité spécifique, la localisation d'un taxon, et de son habitat pour appliquer les différentes mesures nécessaires à une bonne gestion des milieux.

Une première étude sur l'écologie des bryophytes de la Réunion est menée à l'Université de la Réunion depuis 2005. Cette étude s'est concentrée sur la diversité, la distribution et l'écologie des bryophytes des coulées de lave du Piton de la Fournaise (Ah-Peng, 2007 sous presse).

Jusqu'à maintenant aucune référence bibliographique ne reporte la distribution des bryophytes sur l'île. Concernant la diversité des espèces, une première check-list (Ah-Peng & Bardat 2005) et des additions (Ah-Peng *et al* 2005) font état de 250 espèces d'Hépatiques et de 437 Mousses pour l'île. Depuis le début des investigations 50 nouvelles espèces pour la Réunion peuvent être rajoutées à cette liste (Ah-Peng *et al* en révision ; Ah-Peng & Bardat, en révision). Ainsi, aucune carte de distribution des espèces de bryophytes n'était disponible pour l'île. Pour remédier à cela, l'utilisation de l'outil SIG couplé à une base de données et exploitant des informations dites primaires c'est-à-dire provenant de spécimens d'herbiers nous ont permis d'effectuer les premières cartes de distribution des bryophytes de la Réunion (Carte II, II-A et II-B). Dans un premier temps la distribution des muscinées sera présentée suivie de celle des hépatiques pour l'île, ainsi qu'une première analyse sur les espèces considérées comme endémiques.

#### ***III.2.1. Carte de répartition de l'ensemble des Bryophytes.***

La carte de distribution totale des bryophytes (carte II) représente l'ensemble des observations compilées dans la base de données Bryos.xls soit 6742 observations réparties dans 806 OGU UTM 1 X 1 représentant 30,51% du territoire Réunionnais.

En fonction du nombre d'observation, on peut distinguer 3 groupes qui se résument par le graphe a) indexé avec la carte de distribution II.

- Les communes de Saint-Philippe, Saint-Benoît, Saint-Denis, Le Tampon et de Cilaos sont les communes qui regroupent le plus des données d'observations (>600 observations).
- Les communes de la Possession, Saint-Joseph, Salazie, Sainte Rose, la Plaine des Palmistes et Saint-Paul avec un nombre d'observations comprises entre 200 et 400 par commune.
- Les communes de l'Etang-salé, Saint-Pierre, Sainte Marie, Petite île, Saint-Leu, Trois Bassins, Saint Louis, les Avirons, Entre-Deux et Bras Panon n'ont pas fait l'objet d'intérêt pour des récoltes (<100 observations).

Les 3 communes où les données sont manquantes sont Le Port, Sainte-Suzanne et Saint-André.

### **III.2.1. Carte de distributions des Muscinées.**

La carte II-A englobe l'ensemble des mousses de notre jeu de données soit un total de **2787** observations. Ces observations sont réparties dans **669** OGU représentant ainsi **25.3** % du territoire réunionnais.

On y remarque que 22 des 24 communes sont concernées. Les communes de Sainte Suzanne et du Port ne sont pas comprises dans l'échantillonnage.

Le graphe b) correspondant indique le nombre d'observations sur chaque commune considérées. Il permet de connaître l'intensité de pression d'observations qui a été effectuée sur chaque commune. L'ensemble des muscinées se distribue donc en 3 groupes :

**Groupe 1 :** Les communes de Saint-Paul, Saint-Benoît, Saint-Philippe, Le Tampon, Saint-Denis et Cilaos sont les communes où la pression d'observations est la plus grande.

**Groupe 2 :** Les communes de l'Entre-deux, La Possession, Saint-Joseph, La Plaine des Palmistes, Salazie, Sainte-Rose

**Groupe 3 :** Les communes de l'Etang Salé, Saint-Pierre, Sainte-Marie, Saint-André, Petite-île, Saint-Leu, Trois Bassins, Bras-Panon, Les Avirons et Saint-Louis sont enfin les communes où l'effort de prospection est faible.

- ✓ **Carte de distribution proposée pour la mousse la plus fréquemment récoltée :**  
*Fissidens asplenioides* Hedw.

*Fissidens asplenioides* Hedw. est l'espèce de *Musci* la plus observée dans la base de donnée. Sa distribution est représentée en annexe III.

Comme le montre la carte de l'annexe III, cette mousse est largement répartie sur l'île aussi bien en basse altitude qu'en haute altitude. On remarque que *F. asplenioides* est absente de six communes : Sainte-Marie, Sainte-Suzanne, Saint-André, Bras-Panon, Saint Pierre et Le Port, probablement dû à un manque de prospection, qui sera à vérifier dans le futur. Cette espèce a été principalement retrouvée aussi bien comme rupicole que terricole, et aussi bien dans des forêts indigènes (Forêt de tamarins des hauts) que forêts exotiques (Forêt de *Cryptomeria japonica* et champs de *Géranium* sp.). Cette espèce à la Réunion a été préférentiellement retrouvée en milieu humide et ombragé (mur humide, rocher ombragé, rochers mouillés...)

*F. asplenioides* est une espèce pantropicale commune, largement répartie en Amérique latine et centrale, Afrique et Australie.

A la Réunion une révision du genre *Fissidens* sp. est actuellement en cours par Dr. I. Bruggemann-Nannenga (Hollande), ce genre compte 16 espèces sur l'île, dont une espèce, nouvelle pour la science, en cours de description, découverte récemment dans la Réserve de Mare Longue.

### **III.2.2. Carte de distribution des Hépatiques**

L'aire de répartition des hépatiques est représentée par la carte **II-B**. Elle représente un total de **524** mailles soit une représentation de **19,8** % du territoire réunionnais échantillonné pour **3844** observations.

Vingt des vingt-quatre communes sont donc concernées dans l'échantillonnage des hépatiques. Les communes du Port, Sainte Suzanne, Etang-salé et de Saint-Pierre ne rentrent pas dans cet échantillonnage.

Le graphe b) correspondant indique que:

- Les communes de Saint-Philippe, Saint Benoît, Saint-Denis, Cilaos et Le Tampon sont les cinq communes les plus prospectées (N\_Observations>386).

- Les communes de Salazie, Sainte-Rose, Saint-Paul et la Plaine des Palmistes ont un nombre d'observations concernant les Hépatiques compris entre 181 et 245.

- le reste des communes n'ont pas eu une pression d'observations significatives, surtout les communes de Saint-André, Petite-île, Saint-Leu, et Sainte Marie (seulement entre 3 et 8 observations pour ces communes)

✓ **Carte de distribution proposée pour l'hépatique feuillée la plus fréquemment récoltée : *Mastigophora diclados* (Brid. ex F. Weber) Nees (Annexe III)**

*Mastigophora diclados* (Brid. ex F. Weber) Nees est l'hépatique la plus commune dans le jeu de données *Bryos.xls* avec 142 observations.

L'hépatique *Mastigophora diclados* (Brid. ex. F.Weber) Nees, de la famille des Mastigophoraceae, se trouve aussi bien à basse altitude que à haute altitude, mais semble être plus courante à haute altitude que dans les basses terres. Elle a été peu reportée dans les communes de l'Ouest à faible altitude, elle semble se trouver préférentiellement dans les zones humides (cirques et sommets, ainsi que l'Enclos Fouqué) que sèches. Concernant les compartiments écologiques, cette espèce est assez ubiquiste, elle est retrouvée comme corticole, raméale, rupicole, épiphyte, lignicole et terricole dans ce jeu de données. Elle a une distribution pan-tropicale.

Cette espèce est facilement reconnaissable dans les forêts locales car elle forme des manchons autour des branches ('Moss balls'), ou recouvrant le sol dans les forêts humides de montagne, servant de « nursery » aux graines d'orchidées terrestres ou épiphytes, et d'habitat préférentiel des microinvertébrés.

→ L'outil SIG BRYO permet ainsi d'obtenir des cartes de distribution des espèces de bryophytes sur l'île de la Réunion. Dans le futur, ces cartes par espèce pourront être intégrées dans la flore des hépatiques et des muscinées de l'île de la Réunion en cours de préparation, et permettre ainsi de renseigner sur l'écologie des espèces étudiées.

### ***III.2.3. Carte de distribution des taxons endémiques.***

La carte de répartition des espèces endémiques (carte III), montre 3 zones distinctes :

- la partie Nord du cirque de Mafate.
- la partie basse de la réserve de Cilaos.
- la région du volcan et plus précisément du Pas de Bellecombe jusqu'à l'Oratoire Sainte Thérèse.

Ces zones où la diversité en bryophytes, considérées comme endémiques, est la plus importante (6-14 espèces d'endémiques par maille) correspondent à des massifs élevés (Roche Ecrive 2277 m, Cirque de Cilaos (1200 m-3071 m) et à des substrats très anciens (pentes du Piton des Neiges minimum âgées de 2 Ma) ou d'environnement original tels que le Pas de Bellecombe. Ce qui va dans le sens des dires de Schuster (1983), qui évoque que dans les tropiques, les taux d'endémisme sont connus pour être plus élevés dans les montagnes que

les basses terres. Mais il est à noter également que à très haute altitude on retrouve aussi des espèces à très large répartition mondiale et c'est souvent en de çà de ces très hautes zones que le taux d'endémisme est le plus important (Comm. Pers, J.Bardat.).

Les espèces présentes sont au nombre de 34 réparties en 19 familles. Les hépatiques sont représentées par 5 taxons, les mousses par 29 espèces incluant les 2 taxons de sphaignes. Le nombre d'observations totales d'espèces endémiques dans le jeu de données est de 657 spécimens récoltés (une liste des espèces endémiques est résumée en annexe IV)

Les bryophytes endémiques strictes se répartissent sur 246 mailles soit un peu plus de 9 % du territoire réunionnais. On remarque dans le tableau en annexe IV que le nombre d'espèces endémiques référencées pour les *musci* est plus important que pour les hépatiques. (Note : A la Réunion sont reportées 70 mousses endémiques pour 15 espèces d'hépatiques endémiques.)

Hépatiques	Mousses
Famille <b>Aneuraceae</b> <i>Riccardia</i> (1)	Famille <b>Bartramiaceae</b> <i>Philonotis</i> (3)
Famille <b>Geocalycaceae</b> <i>Geocalyx</i> (1)	Famille <b>Brachytheciaceae</b> <i>Brachythecium</i> (2) <i>Rhynchostegiella</i> (1)
Famille <b>Lejeuneaceae</b> <i>Cheilolejeunea</i> (1) <i>Lopholejeunea</i> (1)	Famille <b>Bryaceae</b> <i>Anomobryum</i> (1) <i>Bryum</i> (1)
Famille <b>Plagiochilaceae</b> <i>Plagiochila</i> (1)	Famille <b>Bruchiaceae</b> <i>Trematodon</i> (1)
	Famille <b>Calymperaceae</b> <i>Syrrhopodon</i> (2)
	Famille <b>Dicranaceae</b> <i>Dicranella</i> (1) <i>Leptotrichella</i> (1) <i>Leucoloma</i> (2)
	Famille <b>Fissidentaceae</b> <i>Fissidens</i> (1)
	Famille <b>Funariaceae</b> <i>Enthostodon</i> (1)
	Famille <b>Mniaceae</b> <i>Mielichhoferia</i> (1)
	Famille <b>Orthotrichaceae</b> <i>Schlotheimia</i> (1)
	Famille <b>Pilotrichaceae</b> <i>Lepidopilidium</i> (3)
	Famille <b>Pottiaceae</b> <i>Trichostomum</i> (1) <i>Weissia</i> (1)
	Famille <b>Pterobryaceae</b> <i>Orthostichopsis</i> (2)
	Famille <b>Sematophyllaceae</b> <i>Wijkia</i> (1)
	Famille <b>Sphagnaceae</b> <i>Sphagnum</i> (2)

Tableau 7 : Synopsis des familles et genres des bryophytes endémiques contenus dans le jeu de données

Ainsi, on retrouve les communes de Saint Denis, Cilaos, Salazie et de la Plaine des Palmistes comme aire de répartition préférentielles des endémiques pour ce jeu de données. Si on compare la gamme altitudinale des espèces endémiques, à part deux exceptions (*Syrrhopodon rodriguezii* Renauld et Cardot et *Weissia borbonica* (Bizot et Onr. ex Onr.) Arts (retrouvées aussi bien sur les coulées de lave, à basse altitude qu'à haute altitude), la majeure partie de ces espèces endémiques se trouve dans une gamme altitudinale de 300 m à 1800 m.

Généralement, seul, le facteur d'endémisme n'est pas pris comme facteurs pertinents dans les mesures de gestion et de conservation mais couplé au facteur de rareté, il met en avant le caractère patrimonial du site, orientant ainsi les mesures de conservation.

Mais dans le cadre actuel des connaissances pour les bryophytes, il donne une première idée des zones à prospecter pour approfondir les études sur ces espèces endémiques (validation taxonomique, analyse moléculaire).

L'aire de distribution des bryophytes, comme tout autre plante à dispersion par des spores, est généralement plus grande que celle des plantes à graines (Gradstein et Pócs 1989). La Réunion qui est une île géologiquement récente possède un taux d'endémisme strict de 28 % pour les phanérogames (plantes supérieures), alors que pour les fougères et bryophytes seulement 13 % des espèces sont considérées comme endémiques. En effet les bryophytes se dispersant par spores ou par propagules, sont généralement largement réparties dans une zone biogéographique globale (Africaine pour la Réunion). Or, à la Réunion certaines conditions environnementales particulières couplées à un relatif isolement géographique limiteraient leur dispersion et par conséquent expliqueraient la spéciation des bryophytes.

Il est donc nécessaire pour la conservation des habitats d'englober les bryophytes dans les plans de gestion et de conservation. La carte IV représente la distribution et la richesse spécifique des espèces endémiques superposée aux limites du Parc National des Hauts. On voit ainsi une répartition de la diversité majoritaire dans les zones de protection mais ce qui est encore plus intéressant ce sont les endémiques se trouvant en basse altitude dans des endroits n'étant pas sous sauvegarde, la richesse spécifique par maille de ces espèces endémiques est faible mais tout aussi importante à sauvegarder car appartenant à des habitats non inclus dans les zones du parc.

Les habitats naturels à basse altitude sont tellement fragmentaires qu'il est très délicat de statuer sur leur richesse bryologique intrinsèque mais ils devaient être importants avant leur destruction et leur remplacement par l'urbanisation et l'agriculture. Cet état de fait est bien marqué car les prospections bryologiques ont surtout été conduites dans les « hauts » mis à part T. Arts (belge) qui a prospecté également dans les zones basses y compris urbanisées. Il convient donc de rester conscient que bien des habitats probablement riches et assez originaux sont exclus de l'analyse.

A l'heure actuelle, nous n'avons pas de liste rouge d'espèces de bryophytes pour la Réunion, mais les espèces endémiques sont à considérer comme espèces prioritaires pour la conservation au même titre que les plantes vasculaires rares.

#### ***III.2.4. Comparaison et interprétation de la distribution des bryophytes sur l'île***

On remarque une répartition à première vue assez homogène dans les hauts de l'île pour l'ensemble des bryophytes (Mousses et Hépatiques). Les zones dites urbanisées comme le Port, ou bien encore Saint-Pierre-Le Tampon n'ont pas été prises en compte par les

différents prospecteurs. Les Hauts des communes de Saint André, Sainte Suzanne ont été eux aussi négligés.

La surface prospectée des mousses est plus importante que celle des hépatiques ce qui semble normal. De plus, les prospections intensives du belge M. T. Arts, dans le cadre d'une conception d'une flore des Muscinées augmentent de façon considérable l'échantillonnage, et donc l'aire de répartition des muscinées.

Les zones les plus prospectées peuvent se résumer en 9 grandes zones dans le tableau 8 ci-dessous :

Zone concernée	Nombre d'Observations (mousses et hépatiques confondues)	Représentation en termes de mailles (N_OGU en Km <sup>2</sup> )	Commune
<b>Réserve de Cilaos</b>	877	17	Cilaos
<b>Plaine des Cafres</b>	748	35	Le Tampon
<b>Réserve de la Roche Ecrite</b>	449	25	Saint-Denis
<b>Forêt de Bébour</b>	333	17	Saint-Benoît
<b>Salazie-Bélouve</b>	243	35	Salazie
<b>Grand Etang</b>	225	20	Saint-Benoît
<b>Mafate Nord</b>	184	25	La Possession
<b>Réserve de Mare-Longue</b>	131	6	Saint-Philippe
<b>Le Grand Brûlé</b>	116	44	Saint-Philippe

**Tableau 8 : Principales zones prospectées de l'île de la Réunion pour les bryophytes par intensité d'observations.**

Les zones où l'on remarque un grand effort d'échantillonnage (> 300 observations) sont donc par ordre croissant du nombre d'observations (tableau 9): la forêt de Bébour, la réserve Naturelle de la Roche Ecrite, la Plaine des Cafres et Cilaos. L'étude de ces zones a été favorable du fait de leur accessibilité, mais aussi pour leur intérêt floristique mais également pour la facilité à traverser des formations végétales se succédant dans un gradient altitudinal:

**La réserve de Bébour :** Réserve Biologique créée en juin 1994, elle se situe sur les communes de Saint-Benoît et Salazie. La couverture végétale présente des milieux indigènes exceptionnels et préservés, représentée par la forêt tropicale de montagne et dans sa partie sommitale, par la végétation éricoïde.

**La réserve de la Roche Ecrite :** Le territoire de la Réserve Naturelle de la Roche Ecrite occupe une partie du massif forestier des pentes nord de La Réunion. Cet écosystème est composé en majorité par une forêt tropicale humide naturelle, peu modifiée depuis l'arrivée de l'homme. En altitude, la forêt laisse place à des landes d'altitudes (fourrés

éricoïdes) et à de la végétation basse (pelouses) adaptées aux conditions extrêmes. La réserve occupe deux plateaux principaux, la Plaine des Chicots et la Plaine d’Affouches. Le territoire de la réserve possède un large gradient altitudinal : de 340 m au nord, dans le fond de la Rivière St Denis, à 2270 m au sud, au sommet de La Roche Ecrite. Ce gradient permet le recouvrement de la majorité des grands types de milieux forestiers réunionnais. Ce site est un site privilégié du Nord de l’île pour la randonnée.

**La Plaine des Cafres (Commune Le Tampon)** a fait l’objet d’un grand nombre d’observations et de prospections. Les sites privilégiés sont :

- ❖ La Grande Montée.
- ❖ La forêt de Notre Dame de la Paix comme site naturel d’intérêt.
- ❖ Les petits pitons (Piton Mare-à-Boue Piton bleu) qui ont, à eux seuls, un intérêt floristique large.
- ❖ Les aires touristiques (route du volcan, les points de vue, le Piton de la Fournaise)

**Cilaos** : le grand nombre d’échantillons récolté à Cilaos provient essentiellement des récoltes des frères ecclésiastiques Gimalac (français) et Onraedt (belge), et grands naturalistes ayant vécu au séminaire de Cilaos dans les années 1970. La majorité de leurs collections se trouve au Jardin Botanique National de Belgique (BR) et a donc été intégrée dans la base de données nommée *Bryos*.

La réserve Biologique de Cilaos s’étend du fond de Bras de Benjoin jusqu’au point culminant de l’île, le Piton des Neiges. Elle présente un étagement continu de milieux naturels, dont une formation végétale et originale propre aux conditions climatiques et géologiques particulières des cirques. Il est prévu, à court terme d’étendre la réserve pour inclure les autres milieux remarquables du cirque.

Concernant les autres zones, un effort de prospections est à envisager. En effet, l’aire de distribution ne reflète pas la prospection d’une façon significative.

Les forêts tropicales de montagne sont connues pour accueillir la plus grande diversité de bryophytes que aucun autre écosystème majeur du monde (Gradstein et Pócs 1989). Ainsi, une zone comme la forêt de Bélouve (Salazie) mériterait d’être prospectée de manière plus intense du fait de son statut floristique. Il en est de même pour les sites de Grand-Etang (Saint-Benoît), Mare-Longue (Saint-Philippe), des Makes (Saint-Loius) et du Grand-Brûlé. Il serait intéressant de mettre au point un système d’échantillonnage performant afin de récolter un ensemble bryologique non exhaustif. En effet, il s’agit maintenant de ne plus seulement se contenter de se balader le long des chemins et de récolter, car l’approche est biaisée avec des groupes semi héliophiles terricoles alors que de nombreux autres groupes (corticoles, saprolignicoles, épiphytes ainsi que les bryophytes de la canopée) ne sont pas prélevés.

Il est évident que zones urbaines ont été peu échantillonnées. Il ne faut pas négliger ces zones, car les bryophytes ont la capacité d’occuper une grande partie des substrats et dans des conditions climatiques extrêmes. Il serait alors judicieux de lancer des prospections à l’intérieur même des zones urbaines, en effet, prenons l’exemple de *Gymnostomum calcareum* Nees et Hornsch., espèce à large distribution mondiale qui est une calcicole stricte ayant été retrouvée à la Réunion dans les anciennes zones de fours à chaux (fabriqués à partir du corail mort) qui semble par conséquent être une espèce néo colonisatrice de la Réunion donc non indigène suite aux activités de l’homme (Com. Pers. J. Bardat). En effet, les bryophytes peuvent se retrouver dans tous les types de milieux et il serait judicieux de porter la prospection également aux zones urbanisées, en vue de rencontrer de nouveaux taxons. En effet, les bryophytes pouvant être indicateurs des milieux, la flore des bryophytes urbaines est souvent caractéristique de ces zones.

## IV. Utilisation de la couche bryophytique pour la conservation.

Les enjeux de la conservation se situent à deux niveaux : au niveau des espèces et au niveau des habitats. La destruction des habitats entraîne souvent irrévocablement la disparition des espèces. La connaissance actuelle concernant la rareté et la distribution des bryophytes à la Réunion est quasiment nulle, aucun document synthétique ne regroupe ces informations. A notre connaissance jusqu'ici aucune donnée bryophytique n'est présente dans les différents inventaires, ou plan local de conservation. Les différents croisements effectués ci-après permettent d'accroître, d'une manière non exhaustive, les connaissances sur les différents habitats menacés à la Réunion, et d'ajouter ainsi quelques informations sur un groupe supplémentaire diversifié à la Réunion, les bryophytes.

### IV.1. Croisement de la couche bryophytique avec la couche environnementale des habitats de l'île de la Réunion.

La couche environnementale des habitats est issue des travaux de *Strasberg, Rouget et al en 2005*.

Les graphiques 4 et 5 sont le résultat du croisement de la couche bryophytique avec celle des habitats de l'île de la Réunion. Le graphe 4 exprime la richesse spécifique moyenne par grande unité d'habitat.

Ainsi, on peut voir que les richesses spécifiques les plus élevées se trouvent dans :

1) **La strate herbacée sèche dans la végétation éricoïde d'altitude (« Subalpine dry grassland »)**: elle occupe une place importante dans la couverture végétale de l'île puisqu'elle couvre environ les 1/5 de sa superficie (Cadet, 1977). Cet habitat homogène est peu dégradé (graphique 5) et est caractérisé par des conditions écologiques difficiles (substrat minéral compact, grande amplitude thermique journalière...). Les bryophytes, de par leur stratégie de vie adaptée, se retrouvent donc dans ce type de biotope (Cadet, 1977).

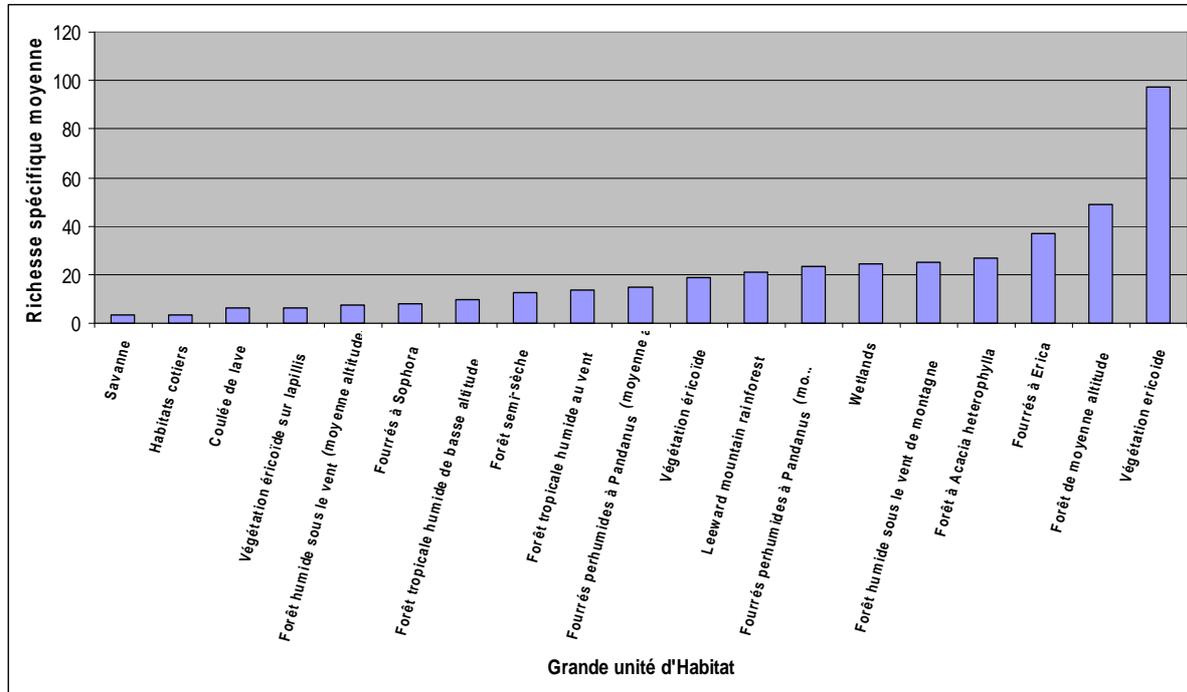
2) **La forêt de moyenne altitude (« Submountain mesic forest »)** avec 49 espèces de bryophyte en moyenne par mailles de 1 Km X 1 Km. Habitat hétérogène, ce milieu est caractérisé par une forêt sèche de montagne à arbustes et arbrisseaux. Ce milieu est intact à 40%, envahit à 40% et transformé à 20%.

3) **Les fourrés à *Erica* (« *Erica mountain forest* »)** est rapporté à la végétation éricoïde.

4) **la forêt à *Acacia heterophylla*** : Forêt à dominante mono-spécifique cet habitat appartient à la série du mésotherme (1500 m – 1900 m). *Acacia heterophylla* peut être présent sur un type de milieu particulier : l'avoune, formation végétale originale. « Sur ce type de milieu, celui-ci se présente, comme partout, le plus souvent couché. Les longs tortueux et parfois volumineux troncs mêlés à ceux des vieux *Philippia* et presque entièrement caché sous la couche de matière organique, de bryophytes et d'épiphytes (T. Cadet, 1977) ».

L'abondance des bryophytes dans les forêts tropicales est affectée par la perturbation de leur milieu (remplacement par pâturage, déforestation...). Il a été montré que les forêts fortement dégradées possèdent moins de 10% de la bryoflore originelle (Gradstein, Churchill *et al.* 2001). Dans le but de la conservation, la connaissance des espèces et genres des milieux les mieux préservés sont cruciaux. Ces taxons seront le plus menacés lors du remplacement de la végétation. A l'avenir les futures études à mener devront identifier ces espèces ou genres indicateurs (« signal species »). Une liste (non exhaustive) des taxons présents dans ces 3 types d'habitats (si on assimile les fourrés à *Erica* à la strate herbacée sèche de la végétation

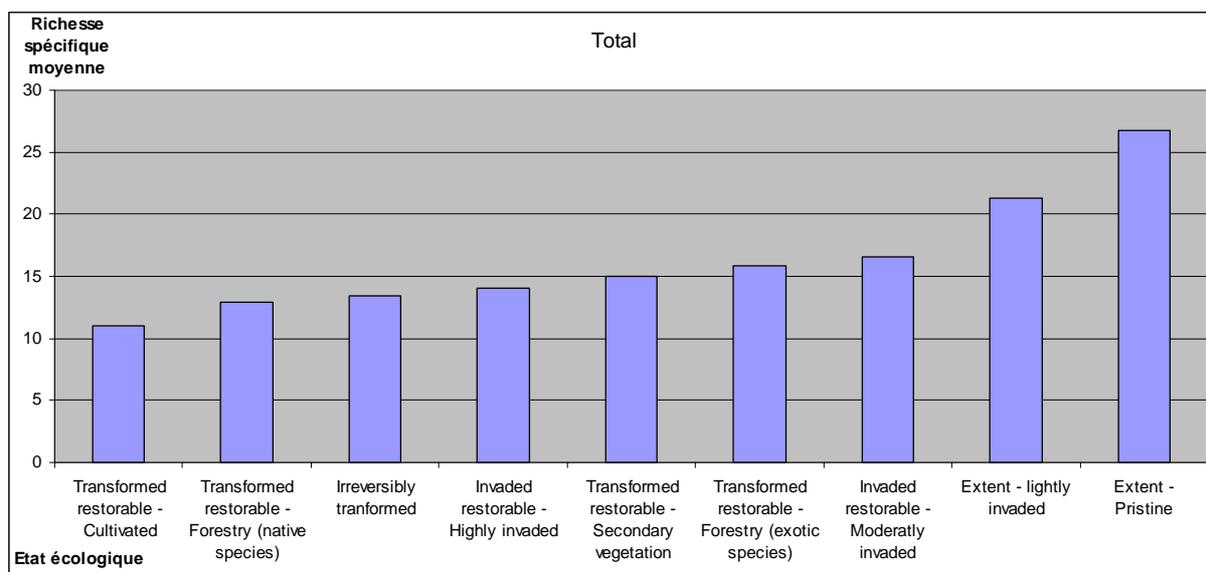
éricoïde) se trouve en Annexe V, regroupés par type biologique et par occurrence des espèces présents dans la base de données Bryos.xls. La connaissance sur les habitats est un vrai argument dans la protection de la biodiversité. L'outil utilisé dans cette étude permet de donner, à partir de données primaires, une première idée sur la présence ou l'absence de taxons. Les listes, non exhaustives permettent aussi de déterminer les taxons à cibler lors de l'échantillonnage de zones les moins informées.



Graphique 4: Variation de la diversité moyenne des bryophytes selon les différents types d'habitats à la Réunion.

❖ *Croisement de la couche bryophytique avec l'état écologique des habitats de l'île de la Réunion.*

Le graphique 5 montre la richesse spécifique moyenne des bryophytes en fonction de l'état écologique du milieu. Ces critères ont été établis en fonction du mode d'occupation du sol et des niveaux d'invasion (Lagabrielle, Rouget *et al.* soumis). Cette partie a été réalisée en collaboration avec Erwann Lagabrielle (UMR C 53).



Graphique 5 : Richesse spécifique des bryophytes selon l'état écologique du milieu. Données états écologiques : E. Lagabriele.

Le graphe 6 montre la distribution de la couche bryophytique sur l'ensemble des aires protégées et non protégées de la Réunion. Les catégories des aires protégées sont répertoriées dans le tableau 10 :

UICN	Catégorie	Catégorie d'aires protégées	Surface en km <sup>2</sup> (% de la surface totale)	
I		Réserve biologique forestière intégrale	277,9	(11,1 %)
II		Zone centrale du Parc National (dont cœur cultivé et habité)	1048,3	(41,7 %)
IV		Réserve naturelle	37,5	(1,5 %)
		Arrêté de protection de biotope	19,5	(0,8 %)
		Réserve biologique domaniale	75,8	(3,0 %)
		Site du Conservatoire du Littoral	8,1	(0,3 %)
Toutes catégories confondues			1071,1	(42,6 %)

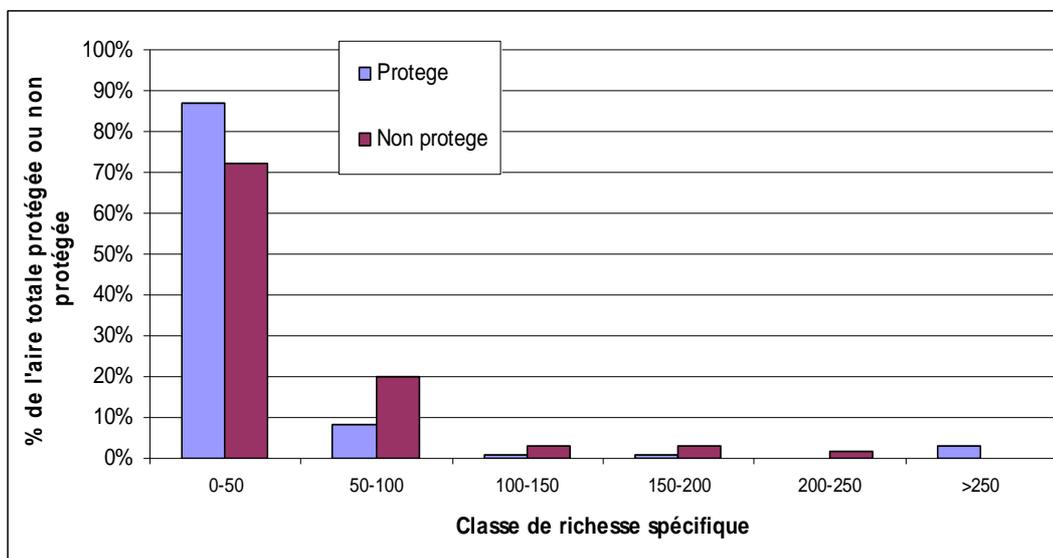
Tableau 9 : Catégories d'aires protégées (Lagabriele, Metzger et al. 2007)

Le graphique 6 montre que le pic de richesse spécifique appartient à une aire protégée mais ne représente dans notre étude qu'un faible pourcentage de recouvrement (carte de richesse spécifique totale, 4 mailles incluses, carte correspondante en annexe VI). Par contre, les classes inférieures (150-200 et 200-250) sont majoritairement situées dans des aires non protégées.

La distribution spatiale de la richesse spécifique pour des classes de 0-50 espèces par OGU est effective sur des aires protégées à 87% et à 72% pour les aires non protégées

Cette classe est donc prédominante dans les deux catégories d'aire. La richesse spécifique la plus élevée se trouve dans des zones protégées. Cependant ces zones représentent moins de 5% des aires protégées totales. De même, la classe 200-250 d'espèces de bryophytes se situent dans des zones non protégées. Par exemple, ces zones (au dessus de

la ville de Cilaos et zone de Piton Mare-à-Boue (le Tampon) sont des zones non protégées à richesse spécifique élevée. Il pourrait être souhaitable de confirmer ces indications en augmentant les prospection et l'identification des taxa. Ces indications sont utiles ensuite pour augmenter le réseau des aires protégées de l'île de la Réunion.



Graphique 6 : Pourcentage de l'aire totale protégée et non protégée en fonction de la richesse spécifique des bryophytes. Données aire totale protégée fournies par E. Lagabrielle.

En cartographiant la distribution des espèces ou des genres sensibles à ces changements, une évaluation de l'état de santé des habitats peut être effectué. Pour cela une bonne connaissance de l'écologie des espèces est nécessaire (Gradstein, Churchill *et al.* 2001) et les études sont à favoriser notamment dans les milieux tropicaux.

❖ *Exemple d'utilisation pratique de la couche bryophytique : apports de connaissance dans les inventaires ZNIEFF.*

Il est nécessaire et d'un intérêt pour la conservation des habitats d'englober les bryophytes dans les plans de gestion et de conservation.

Les Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique sont pris en compte dans les documents de planification et les études d'impacts et sont donc à part à entière un outil d'aide à la décision.

A l'heure où les ZNIEFF sont révisées afin de réévaluer leur potentiel biologique, ce jeu de données sur les bryophytes non exhaustif permet de donner une première appréciation de la diversité bryophytique dans ces zones d'intérêt écologique. Bien entendu, un inventaire plus précis et plus coordonné, par échantillonnage écologique, dans différents microhabitats devra être effectué postérieurement afin d'avoir une information plus précise de la diversité en bryophytes dans ces aires.

Exemple d'utilisation directe :

Des premières analyses portées sur la plus grande et la plus petite ZNIEFF de type 1 et 2 permettent de mettre en valeur l'utilisation de la couche bryophytique dans des problématiques de conservation. Ainsi, on peut par le biais du Système d'Information Géographique, déterminer l'occurrence des espèces, déterminer les familles présentes sur les sites. Trois ZNIEFF de type 1 ont été choisies selon leur surface :

- ZNIEFF du Piton de la Fournaise (code DIREN 001-0077 7331,16 ha)
- ZNIEFF du Haut de la Plaine des Palmistes-Piton de l'eau (code DIREN 001-0067/ 3159,90 ha)

Une liste taxonomique est en consultation en annexe VII :

Pour que les bryophytes soient pleinement pris en compte dans les révisions des ZNIEFF, il faudrait au préalable établir la liste des espèces déterminantes au sein des bryophytes en suivant les spécifications du guide méthodologique sur la modernisation des ZNIEFF. Afin d'effectuer ce travail, il est indispensable de travailler dans un contexte nomenclatural et taxonomique à jour et donc de compléter l'index des Bryophytes (Cf I.1).

## Conclusions et perspectives.

L'investigation des musées, le dépouillement des informations issues d'étiquettes d'herbiers et la récolte de données dites primaires est la première étape d'un long processus permettant d'augmenter les connaissances sur la biodiversité. Mais informer des bases de données relationnelles à partir de sources issues d'étiquettes d'herbiers implique des difficultés tant sur l'interprétation géographique que la détermination et la confirmation taxonomique. Mais cette méthode possède un intérêt spectaculaire et en réponse aux questions simples de localisation des espèces, on peut, grâce aux outils de la géomatique spatialiser ces données. Ainsi, les premières cartes de distribution des bryophytes de la Réunion ont été réalisées. Bien sûr, ces cartes sont fortement liées à la pression d'échantillonnage mais elles donnent une première idée de la diversité spécifique et de la distribution des espèces.

L'étude de la répartition des espèces est entièrement intégrée dans la connaissance globale sur l'écologie des espèces. Mais aussi, elle permet de mieux connaître leur biotope, et donc d'appliquer directement des mesures de conservation sur les habitats. A l'heure actuelle, les connaissances de localisation des bryophytes sont faibles et il est urgent de connaître exactement leur distribution afin de contribuer au mieux à leur protection.

Ainsi, des zones de hautes diversités bryophytiques ont pu être mis en évidence, c'est le cas de Cilaos (aux alentours de la cascade Bras-Rouge), du Piton Mare-à-Boue ou bien encore de la réserve de la Roche-Ecrite. La distribution des musci est supérieure à celle des hépatiques due à une pression d'observation et un échantillonnage plus vaste sur ce groupe taxonomique (Récoltes de T.Arts)

Réciproquement, on détermine des zones où un effort de prospections doit être accompli. La forêt de Bélouve, le Grand Etang ou bien encore la cascade du Chien (Eden, Bras-Panon) mérite un échantillonnage plus élaboré. Les zones urbanisées ne doivent pas non plus être mises de côté. En effet, il serait préférable de favoriser des récoltes plus systématiques et coordonnées à travers les différents habitats réunionnais, tels qu'ils soient :

- en employant une méthodologie d'échantillonnage adaptée aux différents habitats et microhabitats accueillant les bryophytes et une méthodologie standardisée pour les récolteurs, par exemple, aucune collection concernant les bryophytes de la canopée n'est reportée dans ce jeu de donnée ;

- en faisant participer les botanistes locaux souhaitant s'initier à la collecte et l'identification des bryophytes.

Un plan d'action global pour la protection des bryophytes en danger et des habitats de bryophytes est en cours de préparation par le groupe de spécialistes des bryophytes de l'IUCN au niveau mondial. Plusieurs aspects sont abordés, comme :

- l'inventaire systématique des bryophytes, ainsi que la création de liste rouge
- la détermination des centres de biodiversité bryophytique
- la recherche en écologie des bryophytes
- la formation à l'identification des bryophytes
- la sensibilisation à la connaissance des bryophytes
- surveiller le prélèvement des bryophytes (notamment à des fins d'horticulture)
- prévoir une protection légale des bryophytes en danger.

Sur le long terme des études de modélisation des niches écologiques des espèces pourront être envisagées. En effet, des modèles statistiques peuvent être utilisés pour développer des relations entre les conditions environnementales et l'occurrence (ou absence) des espèces. Ces relations peuvent être cartographiées spatialement pour prédire les

distributions géographiques potentielles des espèces en les couplant à des données climatiques.

Mais avant tout, il est nécessaire de travailler dans un cadre taxonomique et nomenclatural à jour. Il faut donc poursuivre la complémentation de l'Index et plus particulièrement les champs concernant la chorologie, les statuts et la standardisation bibliographique.

Il faut ajouter les taxons manquants de la base de données en effectuant des prospections ciblées.

Par ailleurs, les cartes de distribution des espèces pourront être utilisées dans le cadre de la future flore des bryophytes (en cours sur les hépatiques, Muséum National d'Histoire Naturelle en collaboration avec l'Université de la Réunion)

Ces données de distribution des organismes vivants sont importantes à l'échelle internationale, on pourrait envisager de standardiser cette base de données des bryophytes de manière à ce qu'elle puisse intégrer des bases de données internationales telles que le GBIF (Global Biodiversity Information Facility), et permettre ainsi au niveau international des échanges entre les experts.

En conclusion, les herbiers actuels fournissent des données de base (récentes ou historiques) aux travaux portant sur la conservation des habitats et peuvent aider à guider de futures recherches. Il est ainsi primordial d'encourager et de favoriser leur fonctionnement (collecte d'échantillons, pérennisation des postes...) dans les différents organismes les accueillant.

## **Références bibliographiques :**

- AFNOR (1992). EDIGEO norme concernant l'échange de données informatisées dans le domaine de l'information géographique. **Z 13-150**.
- Ah-Peng, C. (2003). Mise au point d'un outil diagnostic basé sur l'utilisation de la mousse aquatique *Fontinalis antipyretica* Hedw. en culture pour l'estimation de la qualité des cours d'eau. Université Lille 2, Diplôme de Recherches Technologiques.
- Ah-Peng, C. and J. Bardat (2005). Check list of the bryophytes of Réunion Island (France). *Tropical Bryology* **26**: 89-118.
- Ah-Peng, C., J. Bardat and L. T. Ellis (2005). Additions to the bryoflora of Réunion Island (France). *Lindbergia* **30**(1): 43-45.
- Ah-Peng, C., M. Chuah-Petiot, B. Descamps-Julien, J. Bardat, P. Staménoff and D. Strasberg (2007). Bryophyte diversity and distribution along an altitudinal gradient on a lava flow in La Réunion. *Diversity & Distributions* **13**: 654-662.
- Ah-Peng, C. and C. Rausch de Traubenberg (2005). Bryophytes aquatiques bioaccumulateurs de polluants et indicateurs écophysologiques de stress: synthèse bibliographique. *Cryptogamie Bryologie* **25**: 205-248.
- Blanchard, F. (2000). Guide des milieux naturels : La Réunion-Maurice-Rodrigues. 384 p.
- Cadet, T. (1977). La végétation de l'île de la Réunion: étude phytoécologique et phytosociologique. Aix-Marseille, Aix-Marseille.
- Cheyland, J. P. and S. Lardon (1993). Towards a conceptual data model for the analysis of spatio temporal processes the example of the search for optimal grazing strategies. Conference on Spatial Information Theory, Elbe (Italie).
- Conservatoire Botanique de Mascarin. Coord. V. Boulet. (2007). Index de la flore vasculaire de la Réunion (Trachéophytes) : statuts, menaces et protections. Version 2007.1 (mise à jour 12 juin 2007).
- Crandall-Stotler, B. and R. E. Stotler (2000). Morphology and classification of the Marchantiophyta. *Bryophyte Biology*. A. J. S. Goffinet. Cambridge, Cambridge University Press: 21-70.
- Crum, H. (2001). Structural Diversity of Bryophytes. Michigan, The University of Michigan: 379
- Dieter Steklis, H. (2005). A Geomatics Approach to Mountain Gorilla Behavior and Conservation. Proceedings of the Twenty-Fifth Annual ESRI User Conference.
- DIREN (2006). Protection des espaces naturels, Cours Master II "Biodiversité et Ecosystèmes Tropicaux". Saint Denis, DIREN Réunion, Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable.

- DIREN and ONCFS (2005). Stratégie Réunionnaise pour la Biodiversité. Saint Denis, DIREN Réunion, Ministère de l'Écologie et du Développement Durable: 167 p.
- Draper, D., A. Rossello-Graell, C. Garcia, C. T. Gomes and C. Sergio (2003). Application of GIS in plant conservation programmes in Portugal. *Biological Conservation* **113**(3): 337-349.
- Dufy, L., D. Lo Seen and B. R. Ramesh (2004). Système d'information géographique (SIG) et conservation de la biodiversité: exemple de l'Inde du Sud. 43-48 p.
- Funk, V. A. (2006). Floras: a model for biodiversity studies or a thing of the past? *Taxon* **55**(3): 581-588.
- Glime, J. M. (2006). Bryophyte Ecology. Physiological Ecology, Published online at <http://www.bryoecol.mtu.edu/>. **1**.
- Gradstein, S. R., S. P. Churchill and N. Salazar Allen (2001). Guide to the Bryophytes of Tropical America. New York, N.Y. Bot. Gard: 1-577
- Gradstein, S. R. and T. Pócs (1989). Bryophytes in Tropical rainforest Ecosystems: Biogeographical and Ecological studies  
E. o. t. World. Amsterdam, Elsevier: 311-325.
- Grolle, R. (1995). The Hepaticae and Anthocerotae of the East African Islands. An Annotated Catalogue. *Bryophytorum Bibliotheca* **48**: 1-178.
- Hallingbäck, T. and N. Hodgetts (2000). Mosses, Liverworts, and Hornworts. Status survey and Conservation Action Plan for Bryophytes, IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, U.K: 1-106
- Hunter, M. L. and S. L. Webb (2002). Enlisting taxonomists to survey poorly known taxa for biodiversity conservation: A lichen case study. *Conservation Biology* **16**(3): 660-665.
- Jepson, P. and R. J. Whittaker (2002). Histories of Protected Areas: internationalism of conservationist values and their adoption in the Netherlands Indies (Indonesia). *Environment and History* **8**: 129-172.
- Jorge, M. B., J. B. Soberon, J. B. Llorente and L. Onatre (2000). The use of specimen-label databases for conservation purposes: an example using mexican Papilionid and Pterid butterflies. *Biodiversity and Conservation* **9**: 1441-1466.
- Kis, G. (1985). Mosses of South-East Tropical Africa: An annotated list with distributional data. Vác-rátót, Institute of Ecology and Botany of the Hungarian Academy of Sciences:
- Lagabrielle, E., L. Durieux, M. Robin, T. Le Bougeois, S. Aubert, A. Botta, J. Barde and D. Strasberg (2006). Planification de la conservation de la biodiversité : quels outils pour formaliser et modéliser les interactions nature-société ? Application à l'île de la Réunion. Interactions Nature-Société, analyse et modèle, La Baule.
- Lagabrielle, E., P. Metzger, C. Martignac, Lortic B. and D. L. (2007). Analyse des dynamiques d'occupation du sol à La Réunion entre 1989 et 2002, un espace insulaire en mutation rapide. *Accepté par Mappemonde*: 20.

Lagabrielle, E., M. Rouget, L. Durieux, K. Payet, T. Wistenaar, S. Baret and D. Strasberg (soumis). Identifying and mapping biodiversity processes for systematic conservation planning in insular regions. Case study of Réunion island (Indian Ocean). . *Austral Ecology*.

Lecointre, G. and H. Le Guyader (2001). Classification phylogénétique du vivant. Paris, BELIN: 543

Mittermeier, R. A., G. A. B. Da Fonseca, M. Hoffmann, J. Pilgrim, T. Brooks, P. R. Gill, C. G. Mittermeier and J. Lamoreux (2005). Hotspots revisited : Earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions:

Myers, N., R. A. Mittermeier, C. G. Mittermeier, G. A. B. da Fonseca and J. Kent (2000). Biodiversity hotspots conservation priorities. *Nature* **403**: 853-858.

O'Shea, B. J. (2003). Checklist of the mosses of sub-Saharan Africa (version 4, 12/03). *Tropical Bryology Research Reports* **4**: 1-176.

O'Shea, B. J. (2006). Checklist of the mosses of sub-Saharan Africa (version 5, 12/06). *Tropical Bryology Research Reports* **6**: 1-252.

Pausé, J. M. and S. Françoise (2001). Découverte de la Forêt de Bébour. Saint Leu, Conservatoire Botanique National de Mascarin: 25

Pittman, S. J., J. D. Christensen, C. Caldow, C. Menza and M. E. Monaco (2007). Predictive mapping of fish species richness across shallow-water seascapes in the Caribbean. *Ecological Modelling* **In Press, Corrected Proof**.

Raharimampionona, J., S. Andriambololonera, G. E. Schatz, P. Lowry II, Rabarimanarivo M., A. Ratodisoa and N. Ravololomanana (2005). Identification des aires prioritaires pour la conservation des plantes à Madagascar : utilisation des données botaniques pour définir les priorités en matière de conservation. African Plants : Biodiversity, Ecology, Phytogeography and Taxonomy. Kew, Royal Botanical Garden: 10 pp.

Schulz, F. and J. Dengler (2006). Verbreitungsatlas der Moose in Schleswig-Holstein und Hamburg. Flintbek:

Schumacker, R. (1985). Atlas de distribution des bryophytes de Belgique, du Grand Duché de Luxembourg et des régions limitrophes. 1. Anthocerotaceae et Hepaticae (1830-1984). Meise:

Schuster, R. M. (1983). Phytogeography of the Bryophyta. New Manual of Bryology R. M. Schuster. Nichinan, The Hattori Botanical Laboratory. **1**: 892-1070.

Stanbury, K. B. and R. M. Starr (1999). Applications of Geographic Information Systems (GIS) to habitat assessment and marine resource management *Oceanologica Acta* **22**(6): 699-703.

Stoms, D., F. Davis and A. Hollander (1996). Hierarchical representation of species distribution for biological survey and monitoring GIS and Environmental Modeling: Progress and Research Issues.

- Strasberg, D., M. Rouget, D. M. Richardson, S. Baret, J. Dupont and R. M. Cowling (2005). An assessment of habitat diversity and transformation on La Reunion Island (Mascarene Islands, Indian Ocean) as a basis for identifying broad-scale conservation priorities. *Biodiversity and Conservation* **14**(12): 3015-3032.
- Tixier, P. and J. Guého (1997). Introduction to Mauritian Bryology a check list of mosses and liverworts. Réduit, Mauritius, Mauritius Sugar Industry Research Institute: 233
- van Tooren, B. F. and L. B. Sparrius (2007). Voorlopige verspreidingsatlas van de Nederlandse mossen, BLWG (Dutch Bryological and Lichenological Society): 352
- Vanderpoorten, A., A. Sotiaux and P. Engels (2005). A GIS-based survey for the conservation of bryophytes at the landscape scale. *Biological Conservation* **121**: 189-194.
- Vanderpoorten, A., A. Sotiaux and P. Engels (2006). A GIS-based model of the distribution of the rare liverwort *Aneura maxima* at the landscape scale for an improved assessment of its conservation status. *Biodiversity and Conservation* **15**(3): 829-838.
- Whittaker, R. J., M. B. Araujo, J. Paul, R. J. Ladle, J. E. M. Watson and K. J. Willis (2005). Conservation Biogeography: assessment and prospect. *Diversity & Distributions* **11**(1): 3-23.
- Wigginton, M. J. (2002). Checklist and distribution of the liverworts and hornworts of sub-saharian Africa, including the East African Islands. *Tropical Bryology Research report* **3**: 1-88.
- Wigginton, M. J. (2004). Checklist and distribution of the liverworts and hornworts of Sub-Saharan Africa, including the East African Islands (edition 2, September 2004). *Tropical Bryology Research Reports* **5**: 1-102.
- Wigginton, M. J. and R. Grolle (1996). Catalogue of the Hepaticae and Anthocerotae of sub-Saharan Africa. *Bryophyterum Bibliotheca* **50**: 1-267.
- Wijk, R. V. D., W. D. Margadant and P. A. Florschütz (1959-69). Index Muscorum. Utrecht, International Bureau for Plant Taxonomy and Nomenclature:
- Williams, C., K. Davis and P. Cheyne (2006). La CDB pour les botanistes: Une introduction à la Convention sur la diversité biologique pour les personnes qui travaillent avec des collections botaniques Royal Botanic Gardens, Kew.
- Zechmeister, H. G., D. Moser and N. Milasowszky (2007). Spatial distribution patterns of *Rhynchostegium megapolitanum* at the landscape scale -an expanding species? *Applied Vegetation Science* **10**: 111-120.

### **Autres sources Bibliographiques:**

Site Internet :

- Union Internationale pour la Conservation de la Nature : <http://www.uicn.fr/>
- Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable : <http://www.ecologie.gouv.fr/-espaces-protéges-.html>
- Atlas des Bryophyte Suisse : <http://www.nism.unizh.ch/map/map.php>

## **ANNEXE I**

Structure des champs utilisés dans la base de données *Bryos.xls*. Le *type de champ* indique le type de caractère accepté par le champ; la *largeur du champ* indique le nombre maximal de caractère possible.

<i>N°</i>	<i>Nom du champ</i>	<i>Type de champ</i>	<i>Largeur du champ</i>
1	IdOBSERVATION	Numérique	5
2	NATURE_OBSERVATION	Caractère	6
3	TYPE_SOURCE	Numérique	5
4	idHERBIER	Caractère	6
5	idGESTION_OBSERVATION	Caractère	6
6	NOM_ORIGINEL_DU_TAXON	Caractère	100
7	NOM_ORIGINEL_ETENDU	Caractère	100
8	REMARQUE_ORIGINELLE_TAXON	Caractère	100
9	NB_COLLECTES_HERBIERS	Caractère	2
10	DETERMINEUR	Caractère	25
11	RECOLTEUR	Caractère	25
12	N°_RECOLTE	Caractère	7
13	idSOURCE	Caractère	6
14	N°_EXSCICATTUM	Numérique	4
15	SOURCE_EXSCICATTUM	Caractère	100
16	N°_REG. / Numeroid	Caractère	5
17	DATE_OBSERVATION	Numérique	8
18	REMARQUE_ORIGINELLE_OBSERVATION	Caractère	125
19	NOM_HERBIER	Caractère	25
20	Numéro d'inventaire de l'Herbier (NUMERO)	Caractère	10
21	LOCALISATION_HERBIER	Caractère	25
22	ORGANISME_GESTIONNAIRE_HERBIER	Caractère	25
23	CONSERVATEUR_HERBIER	Caractère	25
24	Code Barre	Caractère	10
25	CODE_HERBARIUM	Caractère	3
26	CODE_HERBIER	Caractère	3
27	LOCALISATION_OR_idLOCALISATION_OR	Caractère	6
28	LOCALITE_PRINCIPALE	Caractère	100
29	LIEUDIT_ORIGINEL	Caractère	100
30	LOCALISATION_ORIGINELLE	Caractère	100
31	COMMUNE	Caractère	25
32	TYPE DE LOCALISATION	Caractère	1_1
33	Id_Polygones	Numérique	3
34	SYSTÈME_GÉODÉSIQUE	Caractère	5
35	COORDONÉE_X	Numérique	6
36	COORDONÉE_Y	Numérique	6
37	REMARQUE_LOCALISATION_POINT	Caractère	100
38	TYPE_UTM_ORIGINEL	Numérique	8
39	LONGITUDE_UTM_ORIGINEL	Numérique	8
40	LATITUDE_UTM_ORIGINEL	Numérique	8
41	REMARQUES_UTM_ORIGINEL	Caractère	8
42	HABITAT_GENERAL	Caractère	25
43	ALTITUDE_MINI	Numérique	4
44	ALTITUDE_MAXI	Numérique	4
45	ALTITUDE_MOYENNE	Numérique	4
46	TOPOGRAPHIE	Caractère	100
47	EXPOSITION_VERSANT_VALEUR	Caractère	6
48	DESCRIPTION_GENERALE_SUBSTRAT	Caractère	100
49	SUBSTRAT_INTERPRETE	Caractère	25
50	DATE_SAISIE	Numérique	8
51	OPERATEUR	Caractère	2

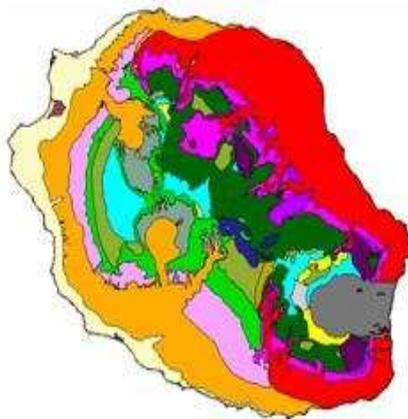
## **ANNEXE II**

## Les différents types de végétation

(Strasberg et al. 2005)



Avant l'installation de l'Homme



De nos jours



### BASSE ALTITUDE

■ Zones humides

■ Coulées de lave récente

■ Végétation littorale

■ Savane à lataniers

■ Forêt tropicale humide de basse altitude

■ Forêt semi-sèche

### SUBMONTAGNE

■ Forêt tropicale humide sous le vent

■ Forêt tropicale humide au vent

■ Fourrés perhumides à Pandanus

■ Forêt semi-sèche des fonds de cirque

### MONTAGNE

■ Forêt tropicale humide sous le vent

■ Forêt tropicale humide au vent

■ Forêt à *Acacia heterophylla*

■ Fourrés perhumides à Pandanus

■ Fourrés à *Philippia*

### SUBALPINE

■ Prairie alpine

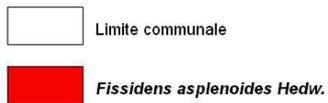
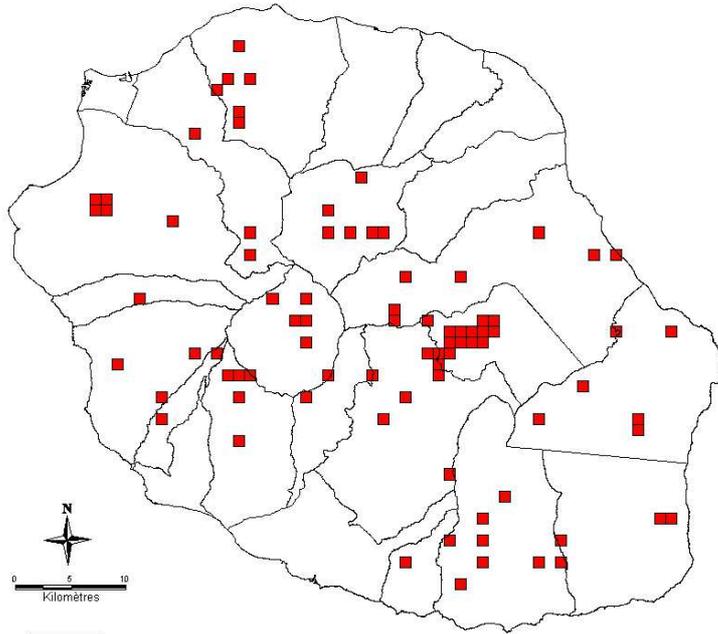
■ Végétation éricoïde

■ Végétation éricoïde sur lapillis

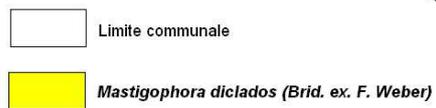
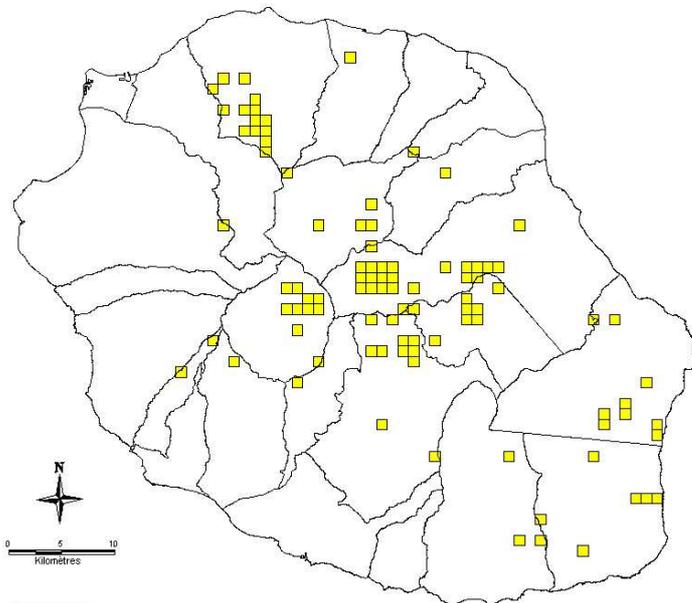
■ Fourrés à *Sophora*

## **ANNEXE III**

**Distribution de Fissidens asplenoides Hedw.**  
**Musci**



**Distribution de Mastigophora diclados (Brid. ex. F. Weber) Nees**  
**Hepaticaceae**



## **ANNEXE IV**

Groupe systématique	Occurrence	Nom taxonomique	FAMILLE
BM	90	<i>Leucoloma mafatense</i> Renaud	Dicranaceae
BM	70	<i>Philonotis perigonialis</i> Besch.	Bartramiaceae
BM	54	<i>Philonotis submarchica</i> Besch.	Bartramiaceae
BM	44	<i>Anomobryum laceratum</i> Besch.	Bryaceae
BM	36	<i>Lepidopilum hirsutum</i> Besch.	Pilotrichaceae
BM	34	<i>Dicranella flavipes</i> Besch.	Dicranaceae
BM	29	<i>Brachythecium chauvetii</i> Renaud et Cardot	Brachytheciaceae
BM	29	<i>Syrrhopodon rodriguezii</i> Renaud et Cardot	Calymperaceae
BM	25	<i>Trematodon borbonicus</i> Besch.	Bruchiaceae
BS	23	<i>Sphagnum bourbonense</i> H. A. Crum	Sphagnaceae
BM	19	<i>Lepidopilidium isleanum</i> (Besch.) Broth.	Pilotrichaceae
BM	19	<i>Orthostichopsis debilinervis</i> (Renaud et Cardot) Broth.	Pterobryaceae
BM	18	<i>Orthostichopsis sublivens</i> (Besch.) Broth.	Pterobryaceae
BM	17	<i>Schlotheimia brachyphylla</i> Renaud et Cardot	Orthotrichaceae
BS	17	<i>Sphagnum tumidulum</i> Besch. var. <i>confusum</i> A. Eddy	Sphagnaceae
BM	16	<i>Fissidens pseudoplumosus</i> Bizot et Onr. ex Brugg.- Nann.	Fissidentaceae
BM	12	<i>Weissia borbonica</i> (Bizot et Onr. ex Onr.) Arts	Pottiaceae
BM	10	<i>Mielichhoferia borbonica</i> Thér.	Mniaceae
BM	9	<i>Bryum cadetii</i> Bizot et Onr.	Bryaceae
BH	8	<i>Geocalyx orientalis</i> Beschel et Spruce	Geocalycaceae
BM	8	<i>Philonotis bescherellei</i> Thér.	Bartramiaceae
BM	6	<i>Entosthodon lepervanchei</i> Besch.	Funariaceae
BM	6	<i>Lepidopilidium flexuosum</i> (Besch.) Paris	Pilotrichaceae
BM	6	<i>Leptotrichella lutaria</i> (Besch.) Ochyra	Dicranaceae
BH	6	<i>Riccardia ramosissima</i> (Steph.) Grolle	Aneuraceae
BM	6	<i>Syrrhopodon mahensis</i> Besch. var. <i>mahensis</i>	Calymperaceae
BM	6	<i>Trichostomum cardotii</i> Bizot	Pottiaceae
BM	5	<i>Cyclodictyon albicans</i> (Hedw.) Kuntze	Pilotrichaceae
BM	4	<i>Brachythecium valentinii</i> Besch.	Brachytheciaceae
BM	3	<i>Rhynchostegiella tenelliformis</i> (Renaud et Cardot) Broth.	Brachytheciaceae
BM	2	<i>Leucoloma onraedtii</i> La Farge,	Dicranaceae
BM	2	<i>Wijkia protensa</i> (Renaud et Cardot) H. A. Crum	Sematophyllaceae
BH	1	<i>Cheilolejeunea ecarinata</i> Vanden Berghen	Lejeuneaceae
BH	1	<i>Lopholejeunea minima</i> Vanden Berghen	Lejeuneaceae
BH	1	<i>Plagiochila artsii</i> Pocs	Plagiochilaceae

#### Occurrence des espèces endémiques répertoriées dans la base de données *Bryos*

BM : Mousses

BH : Hépatiques

BS : Sphaignes

## **ANNEXE V**

Liste taxonomique des espèces présentes dans la végétation éricoïde. BH : hépatique / BM : mousse

Groupe systématique	Nom taxonomique	Occurrence	Habitat
BM	<i>Campylopus arcuatus</i> (Brid.) A. Jaeger	42	Végétation éricoïde
BM	<i>Campylopus pilifer</i> Brid. subsp. <i>pilifer</i>	33	Végétation éricoïde
BM	<i>Campylopus nivalis</i> (Brid.) Brid. var. <i>nivalis</i>	32	Végétation éricoïde
BM	<i>Campylopus schmidii</i> (Müll. Hal.) A. Jaeger	29	Végétation éricoïde
BM	<i>Racomitrium membranaceum</i> (Mitt.) Paris	24	Végétation éricoïde
BM	<i>Polytrichum commune</i> Hedw. var. <i>commune</i>	18	Végétation éricoïde
BM	<i>Campylopus flexuosus</i> (Hedw.) Brid. var. <i>flexuosus</i>	17	Végétation éricoïde
BM	<i>Ditrichum difficile</i> (Duby) M. Fleisch.	17	Végétation éricoïde
BM	<i>Bartramia gigantea</i> Bory	16	Végétation éricoïde
BM	<i>Campylopus crateris</i> Besch.	16	Végétation éricoïde
BM	<i>Grimmia elongata</i> Kaulf.	15	Végétation éricoïde
BM	<i>Hedwigidium integrifolium</i> (P. Beauv.) Dixon in C. E. O. Jensen	15	Végétation éricoïde
BM	<i>Leptodontium longicaule</i> Mitt. subsp. <i>stellatum</i> (Brid.) De Sloover	15	Végétation éricoïde
BM	<i>Catagonium nitens</i> (Brid.) Cardot subsp. <i>nitens</i>	14	Végétation éricoïde
BM	<i>Leptodontium viticulosoides</i> (P. Beauv.) Wijk et Margad. var. <i>viticulosoides</i>	14	Végétation éricoïde
BM	<i>Phyllogonium viscosum</i> (P. Beauv.) Mitt.	14	Végétation éricoïde
BM	<i>Leptodontium flexifolium</i> (Dicks.) Hampe	13	Végétation éricoïde
BM	<i>Leucobryum boryanum</i> Besch.	12	Végétation éricoïde
BM	<i>Dicranoloma billardierei</i> (Brid. ex Anon.) Paris	10	Végétation éricoïde
BM	<i>Dicranoloma billardierei</i> (Brid. ex Anon.) Paris var. <i>scopareolum</i> (Müll. Hal.) Thér.	10	Végétation éricoïde
BM	<i>Macromitrium fasciculare</i> Mitt.	10	Végétation éricoïde
BM	<i>Anoetangium borbonense</i> Besch.	9	Végétation éricoïde
BM	<i>Breutelia gnaphalea</i> (P. Beauv.) Mitt.	9	Végétation éricoïde
BM	<i>Anomobryum laceratum</i> Besch.	8	Végétation éricoïde
BM	<i>Grimmia laevigata</i> (Brid.) Brid.	8	Végétation éricoïde
BM	<i>Bryum billardierei</i> Schwägr. var. <i>billardierei</i>	7	Végétation éricoïde
BM	<i>Campylopus julaceus</i> A. Jaeger subsp. <i>arbogastii</i> (Renauld et Cardot) J. -P. Frahm	7	Végétation éricoïde

BM	<i>Hypnum macrogynum</i> Besch.	7	Végétation éricoïde
BM	<i>Macromitrium</i> Brid.	7	Végétation éricoïde
BM	<i>Macromitrium fimbriatum</i> (P. Beauv.) Schwägr.	7	Végétation éricoïde
BM	<i>Philonotis perigonalis</i> Besch.	7	Végétation éricoïde
BM	<i>Schlotheimia robillardii</i> Duby	7	Végétation éricoïde
BM	<i>Andreaea borbonica</i> Besch.	6	Végétation éricoïde
BM	<i>Aongstroemia filiformis</i> (P. Beauv.) Wijk et Margad.	6	Végétation éricoïde
BM	<i>Bryoerythrophyllum campylocarpum</i> (Müll. Hal.) H. A. Crum	6	Végétation éricoïde
BM	<i>Calypothecium acutifolium</i> (Brid.) Broth. var. <i>antitrichioides</i> (Besch.) Paris	6	Végétation éricoïde
BM	<i>Campylopus trachylepharon</i> (Müll. Hal.) Mitt. subsp. <i>comatus</i> (Renauld et Cardot) J. -P. Frahm	6	Végétation éricoïde
BM	<i>Holomitrium borbonicum</i> Besch.	6	Végétation éricoïde
BM	<i>Macromitrium voeltzkowii</i> Broth.	6	Végétation éricoïde
BM	<i>Neckera valentiniana</i> Besch.	6	Végétation éricoïde
BM	<i>Pilotrichella mascarenica</i> (Müll. Hal.) A. Jaeger	6	Végétation éricoïde
BM	<i>Polytrichum subpilosum</i> P. Beauv.	6	Végétation éricoïde
BM	<i>Prionodon ciliatus</i> Besch.	6	Végétation éricoïde
BM	<i>Mielichhoferia borbonica</i> Thér.	5	Végétation éricoïde
BM	<i>Anoetangium aestivum</i> (Hedw.) Mitt.	4	Végétation éricoïde
BM	<i>Aongstroemia julacea</i> (Hook.) Mitt.	4	Végétation éricoïde
BM	<i>Breutelia stuhlmannii</i> Broth.	4	Végétation éricoïde
BM	<i>Bryum aubertii</i> (Schwägr.) Brid.	4	Végétation éricoïde
BM	<i>Campylopus jamesonii</i> (Hook.) A. Jaeger	4	Végétation éricoïde
BM	<i>Catagonium nitens</i> (Brid.) Cardot	4	Végétation éricoïde
BM	<i>Ceratodon purpureus</i> (Hedw.) Brid. subsp. <i>convolutus</i> (Reichardt) Burley	4	Végétation éricoïde
BM	<i>Fissidens intromarginatus</i> (Hampe) Mitt.	4	Végétation éricoïde
BM	<i>Grimmia longirostris</i> Hook.	4	Végétation éricoïde
BM	<i>Macromitrium rufescens</i> Besch.	4	Végétation éricoïde
BM	<i>Macromitrium serpens</i> (Bruch ex Hook. et Grev.) Brid.	4	Végétation éricoïde
BM	<i>Philonotis beschernellei</i> Thér.	4	Végétation éricoïde
BM	<i>Rhacocarpus purpurascens</i> (Brid.) Paris	4	Végétation

			éricoïde
BM	<i>Rhizofabronia persoonii</i> (Schwägr.) M. Fleisch. var. <i>persoonii</i>	4	Végétation éricoïde
BM	<i>Schlotheimia badiella</i> Besch. var. <i>helicophylla</i> Besch.	4	Végétation éricoïde
BM	<i>Sphagnum</i> L.	4	Végétation éricoïde
BM	<i>Trachypodopsis serrulata</i> (P. Beauv.) M. Fleisch. var. <i>serrulata</i>	4	Végétation éricoïde
BM	<i>Amphidium tortuosum</i> (Hornsch.) Cufod.	3	Végétation éricoïde
BM	<i>Anacolia laevisphaera</i> (Taylor) Flowers	3	Végétation éricoïde
BM	<i>Anoetangium</i> Schwägr.	3	Végétation éricoïde
BM	<i>Breutelia stenodictyon</i> (Renauld et Cardot) Broth.	3	Végétation éricoïde
BM	<i>Bryum argenteum</i> Hedw.	3	Végétation éricoïde
BM	<i>Bryum argenteum</i> Hedw. var. <i>argenteum</i>	3	Végétation éricoïde
BM	<i>Bryum cadetii</i> Bizot et Onr.	3	Végétation éricoïde
BM	<i>Calyptothecium acutifolium</i> (Brid.) Broth. var. <i>acutifolium</i>	3	Végétation éricoïde
BM	<i>Campylopus aureonitens</i> (Müll. Hal.) A. Jaeger	3	Végétation éricoïde
BM	<i>Campylopus</i> Brid.	3	Végétation éricoïde
BM	<i>Campylopus fragilis</i> (Brid.) Bruch, Schimp. et W. Gumbel	3	Végétation éricoïde
BM	<i>Campylopus hildebrandtii</i> (Müll. Hal.) A. Jaeger	3	Végétation éricoïde
BM	<i>Campylopus introflexus</i> (Hedw.) Brid.	3	Végétation éricoïde
BM	<i>Campylopus thwaitesii</i> (Mitt.) A. Jaeger	3	Végétation éricoïde
BM	<i>Cardotiella appendiculata</i> (Renauld et Cardot) Vitt	3	Végétation éricoïde
BM	<i>Ceratodon purpureus</i> (Hedw.) Brid.	3	Végétation éricoïde
BM	<i>Ectropothecium regulare</i> (Brid.) A. Jaeger	3	Végétation éricoïde
BM	<i>Entosthodon borbonicus</i> Besch.	3	Végétation éricoïde
BM	<i>Entosthodon lepervanchei</i> Besch.	3	Végétation éricoïde
BM	<i>Fissidens ovatus</i> Brid.	3	Végétation éricoïde
BM	<i>Hymenostylium scaturiginosum</i> (Müll. Hal.) Broth.	3	Végétation éricoïde
BM	<i>Leptodontium pungens</i> (Mitt.) Kindb.	3	Végétation éricoïde
BM	<i>Macrocoma tenuis</i> (Hook. et Grev.) Vitt subsp. <i>tenuis</i>	3	Végétation éricoïde
BM	<i>Orthostichopsis subimbricata</i> (Hampe) Broth.	3	Végétation éricoïde
BM	<i>Pelekium versicolor</i> (Hornsch. ex Müll. Hal.) Touw	3	Végétation éricoïde
BM	<i>Plagiothecium nitens</i> Dixon	3	Végétation

			éricoïde
BM	<i>Racomitrium subsecundum</i> (Hook. et Grev.) Mitt. et Wilson	3	Végétation éricoïde
BM	<i>Serpotortella chenagonii</i> (Renauld et Cardot) W. D. Reese et R. H. Zander	3	Végétation éricoïde
BM	<i>Anoetangium raphidostegium</i> Besch.	2	Végétation éricoïde
BM	<i>Barbula indica</i> (Hook.) Spreng. in Steud.	2	Végétation éricoïde
BM	<i>Blindia magellanica</i> Schimp. ex Müll. Hal.	2	Végétation éricoïde
BM	<i>Brachythecium decurrens</i> Cardot	2	Végétation éricoïde
BM	<i>Campylopus robillardei</i> Besch.	2	Végétation éricoïde
BM	<i>Cyclodictyon borbonicum</i> (Besch.) Broth.	2	Végétation éricoïde
BM	<i>Hypnum cupressiforme</i> Hedw. var. cupressiforme	2	Végétation éricoïde
BM	<i>Isopterygium</i> Mitt.	2	Végétation éricoïde
BM	<i>Jaegerina solitaria</i> (Brid.) A. Jaeger	2	Végétation éricoïde
BM	<i>Leucoloma onraedtii</i> La Farge,	2	Végétation éricoïde
BM	<i>Pogonatum proliferum</i> (Griff.) Mitt.	2	Végétation éricoïde
BM	<i>Porotrichum madagassum</i> Kiaer ex Besch.	2	Végétation éricoïde
BM	<i>Pseudotaxiphyllum</i> Z. Iwats.	2	Végétation éricoïde
BM	<i>Ptychomitrium subcrispatum</i> Thér. et P. de la Varde	2	Végétation éricoïde
BM	<i>Schistidium apocarpum</i> (Hedw.) Bruch, Schimp. et W. Gümbel var. <i>apocarpum</i>	2	Végétation éricoïde
BM	<i>Tayloria orthodonta</i> (P. Beauv.) Wijk et Margad.	2	Végétation éricoïde
BM	<i>Aerobryopsis capensis</i> (Müll. Hal.) M. Fleisch.	1	Végétation éricoïde
BM	<i>Anoetangium mafatense</i> Renauld et Cardot	1	Végétation éricoïde
BM	<i>Bartramia ithyphylla</i> Brid.	1	Végétation éricoïde
BM	<i>Brachythecium chauvetii</i> Renauld et Cardot	1	Végétation éricoïde
BM	<i>Brachythecium plumosum</i> (Hedw.) Bruch, Schimp. et W. Gümbel	1	Végétation éricoïde
BM	<i>Bryohumbertia filifolia</i> (Hornsch.) J. -P. Frahm var. <i>filifolia</i>	1	Végétation éricoïde
BM	<i>Bryum apiculatum</i> Schwägr.	1	Végétation éricoïde
BM	<i>Calypstrochaeta asplenioides</i> (Brid.) Crosby	1	Végétation éricoïde
BM	<i>Campylopus flexuosus</i> (Hedw.) Brid. var. <i>incacoralis</i> (Herzog) J. -P. Frahm	1	Végétation éricoïde
BM	<i>Campylopus fragilis</i> (Brid.) Bruch, Schimp. et W. Gümbel subsp. <i>fragilis</i>	1	Végétation éricoïde
BM	<i>Campylopus nivalis</i> (Brid.) Brid.	1	Végétation éricoïde

BM	<i>Campylopus smaragdinus</i> (Brid.) A. Jaeger	1	Végétation éricoïde
BM	<i>Daltonia angustifolia</i> Dozy et Molk. var. <i>angustifolia</i>	1	Végétation éricoïde
BM	<i>Didymodon rigidulus</i> Hedw. var. <i>gracilis</i> (Schleich. ex Hook. et Grev.) R.H.Zander	1	Végétation éricoïde
BM	<i>Entodon macropodus</i> (Hedw.) Müll. Hal.	1	Végétation éricoïde
BM	<i>Fissidens asplenioides</i> Hedw.	1	Végétation éricoïde
BM	<i>Hymenostylium recurvirostre</i> (Hedw.) Dixon	1	Végétation éricoïde
BM	<i>Hypopterygium tamarisci</i> (Sw. ex Sw.) Brid. ex Müll. Hal.	1	Végétation éricoïde
BM	<i>Leptodontium longicaule</i> Mitt. var. <i>microruncinatus</i> (Dusén) R.H. Zander	1	Végétation éricoïde
BM	<i>Leucoloma sinuosulum</i> Müll. Hal. ex Besch.	1	Végétation éricoïde
BM	<i>Philonotis scabrifolia</i> (Hook.f. et Wilson) Braithw.	1	Végétation éricoïde
BM	<i>Pleuridium acuminatum</i> Lindb.	1	Végétation éricoïde
BM	<i>Pogonatum perichaetiale</i> (Mont.) A. Jaeger subsp. <i>oligodus</i> (Müll. Hal.) Hyvönen	1	Végétation éricoïde
BM	<i>Pyrrhobryum spiniforme</i> (Hedw.) Mitt.	1	Végétation éricoïde
BM	<i>Racopilum africanum</i> Mitt.	1	Végétation éricoïde
BM	<i>Rhaphidorrhynchium rubricaula</i> (Besch.) Broth.	1	Végétation éricoïde
BM	<i>Schlotheimia squarrosa</i> Brid.	1	Végétation éricoïde
BM	<i>Syrrhopodon rodriguezii</i> Renaud et Cardot	1	Végétation éricoïde
BM	<i>Thuidium tamariscinum</i> (Hedw.) Bruch, Schimp. et W. Gümbel	1	Végétation éricoïde
BM	<i>Zygodon intermedius</i> Bruch, Schimp. et W. Gümbel	1	Végétation éricoïde

Groupe systématique	Nom taxonomique	Occurrence	Habitat
BH	<i>Leucolejeunea xanthocarpa</i> (Lehm. et Lindenb.) A. Evans	13	Végétation Ericoide
BH	<i>Herbertus mascarenicus</i> (Steph.) S. W. Arnell ex Vána	12	Végétation Ericoide
BH	<i>Lethocolea congesta</i> (Lehm.) S. W. Arnell	11	Végétation Ericoide
BH	<i>Bazzania decrescens</i> (Lehm. et Lindenb.) Trevis.	10	Végétation Ericoide
BH	<i>Drepanolejeunea physaefolia</i> (Gottsche) Steph.	10	Végétation Ericoide
BH	<i>Gongylanthus scariosus</i> (Lehm.) Steph.	10	Végétation Ericoide
BH	<i>Radula madagascariensis</i> Gottsche	9	Végétation Ericoide
BH	<i>Gottschea neesii</i> Mont.	8	Végétation Ericoide
BH	<i>Kurzia capillaris</i> (Sw.) Grolle subsp. <i>stephanii</i> (Renauld ex Steph.) Pócs	8	Végétation Ericoide
BH	<i>Bazzania nitida</i> (F. Weber) Grolle	7	Végétation Ericoide
BH	<i>Cryptochila grandiflora</i> (Lindenb. et Gottsche) Grolle	7	Végétation Ericoide
BH	<i>Jamesoniella purpurascens</i> Steph.	7	Végétation Ericoide
BH	<i>Fossombronia</i> Raddi	6	Végétation Ericoide
BH	<i>Herbertus</i> S. F. Gray	6	Végétation Ericoide
BH	<i>Lophocolea concreta</i> Mont.	6	Végétation Ericoide
BH	<i>Metzgeria consanguinea</i> Schiffln.	6	Végétation Ericoide
BH	<i>Adelanthus decipiens</i> (Hook.) Mitt.	5	Végétation Ericoide
BH	<i>Frullania serrata</i> Gottsche	5	Végétation Ericoide
BH	<i>Lophocolea bidentata</i> (L.) Dumort.	5	Végétation Ericoide
BH	<i>Calypogeia arguta</i> Nees et Mont.	4	Végétation Ericoide
BH	<i>Diplasiolejeunea cornuta</i> Steph.	4	Végétation Ericoide
BH	<i>Gongylanthus ericetorum</i> (Raddi) Nees	4	Végétation Ericoide
BH	<i>Leptoscyphus infuscatus</i> (Mitt.) E. W. Jones	4	Végétation Ericoide
BH	<i>Lophocolea difformis</i> Nees	4	Végétation Ericoide
BH	<i>Symphyogyna podophylla</i> (Thunb.) Mont. et Nees	4	Végétation Ericoide
BH	<i>Telaranea nematodes</i> (Gottsche ex Austin) M. Howe	4	Végétation Ericoide
BH	<i>Asterella syngenesica</i> (Bory) Grolle	3	Végétation

			Ericoide
BH	<i>Fossombronia wondraczekii</i> (Corda) Dumort. ex Lindb.	3	Végétation Ericoide
BH	<i>Isotachis aubertii</i> (Schwägr.) Mitt.	3	Végétation Ericoide
BH	<i>Jensenia spinosa</i> (Lindenb. et Gottsche) Grolle	3	Végétation Ericoide
BH	<i>Jungermannia borgenii</i> Gottsche ex Pearson	3	Végétation Ericoide
BH	<i>Jungermannia sphaerocarpa</i> Hook.	3	Végétation Ericoide
BH	<i>Andrewsianthus aberrans</i> (Nees et Mont.) Grolle	2	Végétation Ericoide
BH	<i>Bazzania</i> S. F. Gray	2	Végétation Ericoide
BH	<i>Calypogeia</i> Raddi	2	Végétation Ericoide
BH	<i>Cololejeunea hildebrandii</i> (Austin) Steph.	2	Végétation Ericoide
BH	<i>Drepanolejeunea</i> (Spruce) Schiffn.	2	Végétation Ericoide
BH	<i>Dumortiera hirsuta</i> (Sw.) Nees	2	Végétation Ericoide
BH	<i>Frullania apicalis</i> Mitt.	2	Végétation Ericoide
BH	<i>Frullania arecae</i> (Spreng.) Gottsche	2	Végétation Ericoide
BH	<i>Frullania lindenbergii</i> Lehm.	2	Végétation Ericoide
BH	<i>Gongylanthus</i> Nees	2	Végétation Ericoide
BH	<i>Herbertus dicranus</i> (Taylor ex Gottsche, Lindenb. et Nees) Trevis.	2	Végétation Ericoide
BH	<i>Iwatsukia jishibae</i> (Steph.) N. Kitag.	2	Végétation Ericoide
BH	<i>Jungermannia</i> L.	2	Végétation Ericoide
BH	<i>Lepidozia africana</i> Steph.	2	Végétation Ericoide
BH	<i>Lophocolea fragrans</i> (Moris et De Not.) Gottsche, Lindenb. et Nees	2	Végétation Ericoide
BH	<i>Lophocolea muricata</i> (Lehm.) Nees	2	Végétation Ericoide
BH	<i>Lopholejeunea subfusca</i> (Nees) Schiffn.	2	Végétation Ericoide
BH	<i>Mastigophora diclados</i> (Brid. ex F. Weber) Nees	2	Végétation Ericoide
BH	<i>Nardia arnelliana</i> Grolle	2	Végétation Ericoide
BH	<i>Notoscyphus lutescens</i> (Lehm. et Lindenb.) Mitt.	2	Végétation Ericoide
BH	<i>Plagiochila terebrans</i> Nees et Mont. ex Lindenb.	2	Végétation Ericoide
BH	<i>Radula appressa</i> Mitt.	2	Végétation Ericoide
BH	<i>Radula flavifolia</i> (Hook.f. et Taylor) Gottsche, Lindenb. et Nees	2	Végétation Ericoide
BH	<i>Radula voluta</i> Taylor ex Gottsche, Lindenb. et Nees	2	Végétation Ericoide
BH	<i>Syzygiella geminifolia</i> (Mitt.) Steph.	2	Végétation

			Ericoide
BH	<i>Taxilejeunea conformis</i> (Mont. et Nees) Steph.	2	Végétation Ericoide
BH	<i>Tylimanthus ruwenzorensis</i> S. W. Arnell	2	Végétation Ericoide
BH	<i>Aneura pinguis</i> (L.) Dumort.	1	Végétation Ericoide
BH	<i>Cheilolejeunea cordistipula</i> (Steph.) Grolle ex E. W. Jones	1	Végétation Ericoide
BH	<i>Cheilolejeunea serpentina</i> (Mitt.) Mizut.	1	Végétation Ericoide
BH	<i>Cheilolejeunea trifaria</i> (Reinw., Blume et Nees) Mizut.	1	Végétation Ericoide
BH	<i>Clasmatocolea</i> Spruce	1	Végétation Ericoide
BH	<i>Cololejeunea latilobula</i> (Herzog) Tixier	1	Végétation Ericoide
BH	<i>Cololejeunea minutissima</i> (Sm.) Schiffn.	1	Végétation Ericoide
BH	<i>Drepanolejeunea madagascariensis</i> (Steph.) Grolle	1	Végétation Ericoide
BH	<i>Frullania anderssonii</i> Ångstr.	1	Végétation Ericoide
BH	<i>Frullania capensis</i> Gottsche	1	Végétation Ericoide
BH	<i>Frullania Raddi</i>	1	Végétation Ericoide
BH	<i>Gottschea sphagnoides</i> (Schwägr.) Lindb.	1	Végétation Ericoide
BH	<i>Gottschelia schizopleura</i> (Spruce) Grolle	1	Végétation Ericoide
BH	<i>Herbertus capensis</i> (Stephani) Sim	1	Végétation Ericoide
BH	<i>Jungermannia balfourii</i> Vána	1	Végétation Ericoide
BH	<i>Kymatocalyx madagascariensis</i> (Steph.) Gradst. et Vána	1	Végétation Ericoide
BH	<i>Lejeunea ecarinata</i> (Steph.) Steph.	1	Végétation Ericoide
BH	<i>Lejeunea flavovirens</i> Ångstr.	1	Végétation Ericoide
BH	<i>Lejeunea</i> Lib.	1	Végétation Ericoide
BH	<i>Leucolejeunea rotundistipula</i> (Lindenb. ex Lehm.) Steph.	1	Végétation Ericoide
BH	<i>Marchantia paleacea</i> Bertol.	1	Végétation Ericoide
BH	<i>Marsupella</i> Dumort.	1	Végétation Ericoide
BH	<i>Marsupella emarginata</i> (Ehrh.) Dumort.	1	Végétation Ericoide
BH	<i>Marsupella subintegra</i> S. W. Arnell	1	Végétation Ericoide
BH	<i>Marsupidium limbatum</i> (Steph.) Grolle	1	Végétation Ericoide
BH	<i>Metzgeria furcata</i> (L.) Dumort.	1	Végétation Ericoide
BH	<i>Metzgeria violacea</i> (Ach.) Dumort.	1	Végétation Ericoide
BH	<i>Microlejeunea africana</i> Steph.	1	Végétation

			Ericoide
BH	<i>Pallavicinia lyellii</i> (Hook.) Carruth.	1	Végétation Ericoide
BH	<i>Plagiochasma rupestre</i> (J. R. Forst. et G. Forst.) Steph.	1	Végétation Ericoide
BH	<i>Plagiochila barteri</i> Mitt. var. <i>valida</i> (Steph.) Vanden Berghen	1	Végétation Ericoide
BH	<i>Plagiochila drepanophylla</i> Sande Lac.	1	Végétation Ericoide
BH	<i>Plagiochila paucidentata</i> Mont. et Gottsche	1	Végétation Ericoide
BH	<i>Plagiochila squamulosa</i> Mitt.	1	Végétation Ericoide

Liste taxonomique des espèces présentes dans les forêts à *Acacia heterophylla*. BH : hépatique / BM : mousse

Groupe systématique	Nom taxonomique	Occurrence	Habitat
BM	<i>Campylopus arcuatus</i> (Brid.) A. Jaeger	13	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BM	<i>Leptodontium viticulosoides</i> (P. Beauv.) Wijk et Margad. var. <i>viticulosoides</i>	12	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BM	<i>Breutelia gnaphalea</i> (P. Beauv.) Mitt.	10	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BM	<i>Campylopus nivalis</i> (Brid.) Brid. var. <i>nivalis</i>	10	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BM	<i>Campylopus hildebrandtii</i> (Müll. Hal.) A. Jaeger	9	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BM	<i>Serpotortella chenagonii</i> (Renauld et Cardot) W. D. Reese et R. H. Zander	8	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BM	<i>Dicranella flavipes</i> Besch.	6	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BM	<i>Leucobryum boryanum</i> Besch.	6	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BM	<i>Pilotrichella mascarenica</i> (Müll. Hal.) A. Jaeger	6	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BM	<i>Ditrichum difficile</i> (Duby) M. Fleisch.	5	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BM	<i>Leptodontium longicaule</i> Mitt. subsp. <i>stellatum</i> (Brid.) De Sloover	5	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BM	<i>Macromitrium serpens</i> (Bruch ex Hook. et Grev.) Brid.	5	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BM	<i>Tayloria orthodonta</i> (P. Beauv.) Wijk et Margad.	5	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BM	<i>Hypnum macrogynum</i> Besch.	4	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BM	<i>Jaegerina solitaria</i> (Brid.) A. Jaeger	4	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BM	<i>Phyllogonium viscosum</i> (P. Beauv.) Mitt.	4	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BM	<i>Campylopus schmidii</i> (Müll. Hal.) A. Jaeger	3	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BM	<i>Cyclodictyon borbonicum</i> (Besch.) Broth.	3	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BM	<i>Dicranoloma billardierei</i> (Brid. ex Anon.) Paris	3	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BM	<i>Funaria hygrometrica</i> Hedw. var. <i>calvescens</i> (Schwägr.) Kindb.	3	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BM	<i>Isopterygium intortum</i> (P. Beauv.) A. Jaeger	3	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BM	<i>Lepidopilidium isleanum</i> (Besch.) Broth.	3	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BM	<i>Pyrrhobryum spiniforme</i> (Hedw.) Mitt.	3	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BM	<i>Rhizofabronia persoonii</i> (Schwägr.) M. Fleisch. var. <i>persoonii</i>	3	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>

BM	<i>Schlotheimia squarrosa</i> Brid.	3	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BM	<i>Zygodon reinwardtii</i> (Hornsch.) A. Braun	3	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BM	<i>Breutelia stuhlmannii</i> Broth.	2	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BM	<i>Bryum aubertii</i> (Schwägr.) Brid.	2	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BM	<i>Macromitrium fimbriatum</i> (P. Beauv.) Schwägr.	2	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BM	<i>Polytrichum commune</i> Hedw. var. <i>commune</i>	2	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BM	<i>Schistidium apocarpum</i> (Hedw.) Bruch, Schimp. et W. Gümbel var. <i>apocarpum</i>	2	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BM	<i>Sphagnum</i> L.	2	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BM	<i>Trachypodopsis serrulata</i> (P. Beauv.) M. Fleisch. var. <i>serrulata</i>	2	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BM	<i>Aerobryopsis capensis</i> (Müll. Hal.) M. Fleisch.	1	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BM	<i>Barbula indica</i> (Hook.) Spreng. in Steud.	1	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BM	<i>Brachythecium chauvetii</i> Renaud et Cardot	1	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BM	<i>Brachythecium plumosum</i> (Hedw.) Bruch, Schimp. et W. Gümbel	1	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BM	<i>Bryoerythrophyllum campylocarpum</i> (Müll. Hal.) H. A. Crum	1	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BM	<i>Bryum billardierei</i> Schwägr. var. <i>billardierei</i>	1	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BM	<i>Calyptrochaeta asplenioides</i> (Brid.) Crosby	1	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BM	<i>Campylopus flexuosus</i> (Hedw.) Brid. var. <i>incacoralis</i> (Herzog) J. -P. Frahm	1	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BM	<i>Campylopus jamesonii</i> (Hook.) A. Jaeger	1	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BM	<i>Campylopus julaceus</i> A. Jaeger subsp. <i>arbogastii</i> (Renaud et Cardot) J. -P. Frahm	1	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BM	<i>Campylopus praetermissus</i> J. -P. Frahm	1	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BM	<i>Catagonium nitens</i> (Brid.) Cardot	1	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BM	<i>Ceratodon purpureus</i> (Hedw.) Brid.	1	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BM	<i>Dicranoloma billardierei</i> (Brid. ex Anon.) Paris var. <i>scopareolum</i> (Müll. Hal.) Thér.	1	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BM	<i>Fissidens asplenioides</i> Hedw.	1	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BM	<i>Fissidens brevifrons</i> Mitt.	1	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BM	<i>Fissidens intromarginatus</i> (Hampe) Mitt.	1	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BM	<i>Hypnum cupressiforme</i> Hedw.	1	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>

BM	<i>Hypnum cupressiforme</i> Hedw. var. <i>cupressiforme</i>	1	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BM	<i>Hypopterygium tamarisci</i> (Sw. ex Sw.) Brid. ex Müll. Hal.	1	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BM	<i>Macrocoma tenuis</i> (Hook. et Grev.) Vitt subsp. <i>tenuis</i>	1	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BM	<i>Macrohymenium acidodon</i> (Mont.) Dozy et Molk.	1	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BM	<i>Macromitrium</i> Brid.	1	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BM	<i>Macromitrium rufescens</i> Besch.	1	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BM	<i>Plagiothecium nitens</i> Dixon	1	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BM	<i>Polytrichum subpilosum</i> P. Beauv.	1	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BM	<i>Rhaphidorrhynchium rubricaula</i> (Besch.) Broth.	1	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BM	<i>Schlotheimia robillardii</i> Duby	1	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BM	<i>Thuidium tamariscinum</i> (Hedw.) Bruch, Schimp. et W. Gümbel	1	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BM	<i>Trichostomum tenuirostre</i> (Hook. et Taylor) Lindb. var. <i>tenuirostre</i>	1	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>

Groupe systématique	Nom taxonomique	Occurrence	Habitat
BH	<b><i>Bazzania decrescens</i> (Lehm. et Lindenb.) Trevis.</b>	12	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BH	<i>Herbertus mascarenicus</i> (Steph.) S. W. Arnell ex Vána	7	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BH	<i>Plagiochila terebrans</i> Nees et Mont. ex Lindenb.	7	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BH	<i>Bazzania</i> S. F. Gray	6	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BH	<i>Plagiochila</i> (Dumort.) Dumort.	6	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BH	<i>Bazzania nitida</i> (F. Weber) Grolle	5	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BH	<i>Calypogeia mascarenensis</i> Bischl.	4	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BH	<i>Drepanolejeunea physaefolia</i> (Gottsche) Steph.	4	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BH	<i>Radula madagascariensis</i> Gottsche	4	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BH	<i>Asterella syngenesica</i> (Bory) Grolle	3	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BH	<i>Cololejeunea obliqua</i> (Nees et Mont.) Schiffn.	3	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BH	<i>Gottschelia schizopleura</i> (Spruce) Grolle	3	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BH	<i>Jamesoniella purpurascens</i> Steph.	3	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>

BH	<i>Jungermannia borgenii</i> Gottsche ex Pearson	3	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BH	<i>Lethocolea congesta</i> (Lehm.) S. W. Arnell	3	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BH	<i>Mastigophora diclados</i> (Brid. ex F. Weber) Nees	3	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BH	<i>Radula Dumort.</i>	3	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BH	<i>Adelanthus</i> Mitt.	2	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BH	<i>Bazzania praerupta</i> (Reinw., Blume et Nees) Trevis.	2	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BH	<i>Calypogeia Raddi</i>	2	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BH	<i>Drepanolejeunea madagascariensis</i> (Steph.) Grolle	2	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BH	<i>Dumortiera hirsuta</i> (Sw.) Nees	2	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BH	<i>Dumortiera</i> Nees	2	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BH	<i>Frullania arecae</i> (Spreng.) Gottsche	2	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BH	<i>Gottschea neesii</i> Mont.	2	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BH	<i>Gottschea sphagnoides</i> (Schwägr.) Lindb.	2	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BH	<i>Isotachis aubertii</i> (Schwägr.) Mitt.	2	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BH	<i>Lejeunea</i> Lib.	2	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BH	<i>Lophocolea bidentata</i> (L.) Dumort.	2	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BH	<i>Notoscyphus lutescens</i> (Lehm. et Lindenb.) Mitt.	2	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BH	<i>Plagiochila integerrima</i> Steph.	2	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BH	<i>Plagiochila paucidentata</i> Mont. et Gottsche	2	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BH	<i>Plagiochila pectinata</i> Willd. ex Lindenb.	2	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BH	<i>Radula flavifolia</i> (Hook.f. et Taylor) Gottsche, Lindenb. et Nees	2	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BH	<i>Radula voluta</i> Taylor ex Gottsche, Lindenb. et Nees	2	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BH	<i>Taxilejeunea conformis</i> (Mont. et Nees) Steph.	2	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BH	<i>Acanthocoleus madagascariensis</i> (Steph.) Kruijt	1	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BH	<i>Cephalozia bicuspidata</i> (L.) Dumort.	1	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BH	<i>Cheilolejeunea serpentina</i> (Mitt.) Mizut.	1	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BH	<i>Cheilolejeunea surrepens</i> (Mitt.) E. W. Jones	1	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>

BH	<i>Cheilolejeunea trifaria</i> (Reinw., Blume et Nees) Mizut.	1	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BH	<i>Cololejeunea hildebrandii</i> (Austin) Steph.	1	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BH	<i>Colura heimii</i> Jov. -Ast	1	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BH	<i>Colura tenuicornis</i> (A. Evans) Steph.	1	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BH	<i>Diplasiolejeunea cornuta</i> Steph.	1	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BH	<i>Drepanolejeunea</i> (Spruce) Schiffn.	1	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BH	<i>Fossombronia foveolata</i> Lindb.	1	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BH	<i>Frullania apicalis</i> Mitt.	1	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BH	<i>Frullania Raddi</i>	1	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BH	<i>Frullania serrata</i> Gottsche	1	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BH	<i>Gongylanthus</i> Nees	1	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BH	<i>Herbertus</i> S. F. Gray	1	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BH	<i>Lejeunea ecarinata</i> (Steph.) Steph.	1	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BH	<i>Lejeunea flavovirens</i> Ångstr.	1	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BH	<i>Leucolejeunea rotundistipula</i> (Lindenb. ex Lehm.) Steph.	1	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BH	<i>Lophocolea difformis</i> Nees	1	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BH	<i>Marchantia globosa</i> Brid. ex F. Weber	1	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BH	<i>Metzgeria leptoneura</i> Spruce	1	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BH	<i>Metzgeria Raddi</i>	1	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BH	<i>Pallavicinia lyellii</i> (Hook.) Carruth.	1	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BH	<i>Pallavicinia</i> S. F. Gray	1	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BH	<i>Phaeoceros</i> Prosk.	1	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BH	<i>Plagiochila barteri</i> Mitt. var. <i>valida</i> (Steph.) Vanden Berghen	1	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BH	<i>Plagiochila boryana</i> Gottsche ex Steph.	1	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BH	<i>Plagiochila drepanophylla</i> Sande Lac.	1	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BH	<i>Plagiochila squamulosa</i> Mitt.	1	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BH	<i>Pleurozia gigantea</i> (F. Weber) Lindb.	1	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>

BH	<i>Radula appressa</i> Mitt.	1	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>
BH	<i>Tylimanthus ruwenzorensis</i> S. W. Arnell	1	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>

Liste taxonomique des espèces présentes dans la forêt de moyenne altitude. BH : hépatique / BM : mousse

Groupe systématique	Nom taxonomique	Occurrence	Habitat
BM	<i>Anoetangium mafatense</i> Renauld et Cardot	30	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Leucoloma mafatense</i> Renauld	20	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Campylopus arcuatus</i> (Brid.) A. Jaeger	19	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Pilotrichella mascarenica</i> (Müll. Hal.) A. Jaeger	14	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Papillaria africana</i> (Müll. Hal.) A. Jaeger	13	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Calyptothecium acutifolium</i> (Brid.) Broth. var. <i>antitrichioides</i> (Besch.) Paris	12	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Fissidens ellipticus</i> Besch.	12	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Homaliodendron exiguum</i> (Bosch et Sande Lac.) M. Fleisch.	12	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Philonotis submarchica</i> Besch.	12	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Ectropothecium regulare</i> (Brid.) A. Jaeger	10	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Hypnum cupressiforme</i> Hedw.	10	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Pyrrhobryum spiniforme</i> (Hedw.) Mitt.	10	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Fissidens ovatus</i> Brid.	9	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Aerobryopsis capensis</i> (Müll. Hal.) M. Fleisch.	8	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Tayloria orthodonta</i> (P. Beauv.) Wijk et Margad.	8	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Brachythecium chauvetii</i> Renauld et Cardot	7	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Campylopus aureonitens</i> (Müll. Hal.) A. Jaeger	7	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Breutelia stenodictyon</i> (Renauld et Cardot) Broth.	6	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Campylopus arctocarpus</i> (Hornsch.) Mitt. subsp. <i>madecassus</i> (Besch.) J. -P. Frahm	6	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Campylopus crateris</i> Besch.	6	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Campylopus jamesonii</i> (Hook.) A. Jaeger	6	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Fissidens asplenioides</i> Hedw.	6	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Macromitrium rufescens</i> Besch.	6	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Campylopus flexuosus</i> (Hedw.) Brid. var. <i>flexuosus</i>	5	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Floribundaria floribunda</i> (Dozy et Molk.) M. Fleisch.	5	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Leptodontium longicaule</i> Mitt. subsp. <i>stellatum</i> (Brid.) De Sloover	5	Forêt de moyenne altitude

BM	<i>Leptodontium viticulosoides</i> (P. Beauv.) Wijk et Margad. var. <i>viticulosoides</i>	5	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Syrrhopodon rodriguezii</i> Renaud et Cardot	5	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Anoetangium aestivum</i> (Hedw.) Mitt.	4	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Brachythecium plumosum</i> (Hedw.) Bruch, Schimp. et W. Gumbel	4	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Campylopus nivalis</i> (Brid.) Brid. var. <i>nivalis</i>	4	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Floribundaria vaginans</i> (Welw. et Duby) Broth.	4	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Holomitrium cylindraceum</i> (P. Beauv.) Wijk et Margad. var. <i>cylindraceum</i>	4	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Jaegerina solitaria</i> (Brid.) A. Jaeger	4	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Leucoloma bifidum</i> (Brid.) Brid.	4	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Macromitrium pallidum</i> (P. Beauv.) Wijk et Margad.	4	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Prionodon ciliatus</i> Besch.	4	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Pterogonium gracile</i> (Hedw.) Sm. var. <i>madagassum</i> (Geh.) M. Fleisch.	4	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Racomitrium membranaceum</i> (Mitt.) Paris	4	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Schlotheimia brachyphylla</i> Renaud et Cardot	4	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Thuidium tamariscinum</i> (Hedw.) Bruch, Schimp. et W. Gumbel	4	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Anacolia laevisphaera</i> (Taylor) Flowers	3	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Anomobryum laceratum</i> Besch.	3	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Bartramia gigantea</i> Bory	3	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Breutelia gnaphalea</i> (P. Beauv.) Mitt.	3	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Catagonium nitens</i> (Brid.) Cardot subsp. <i>nitens</i>	3	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Felipponea assimilis</i> (Müll. Hal.) O'Shea	3	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Hypnum macrogynum</i> Besch.	3	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Philonotis beschernellei</i> Thér.	3	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Phyllogonium viscosum</i> (P. Beauv.) Mitt.	3	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Polytrichum commune</i> Hedw. var. <i>commune</i>	3	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Porothamnium stipitatum</i> (Mitt.) Touw ex De Sloover	3	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Porotrichum madagassum</i> Kiaer ex Besch.	3	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Pterogonium gracile</i> (Hedw.) Sm.	3	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Blindia magellanica</i> Schimp. ex Müll. Hal.	2	Forêt de moyenne altitude

BM	<i>Calyptothecium acutifolium</i> (Brid.) Broth. var. <i>acutifolium</i>	2	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Campylopus julaceus</i> A. Jaeger subsp. <i>arbogastii</i> (Renauld et Cardot) J. -P. Frahm	2	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Campylopus pilifer</i> Brid. subsp. <i>pilifer</i>	2	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Campylopus thwaitesii</i> (Mitt.) A. Jaeger	2	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Cyclodictyon borbonicum</i> (Besch.) Broth.	2	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Ditrichum difficile</i> (Duby) M. Fleisch.	2	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Entosthodon borbonicus</i> Besch.	2	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Leptodon fuciformis</i> (Brid.) Enroth	2	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Orthostichidium involutifolium</i> (Mitt.) Broth.	2	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Porotrichum elongatum</i> (Welw. et Duby) A. Gepp	2	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Squamidium brasiliense</i> (Hornsch.) Broth.	2	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Thuidium assimile</i> (Mitt.) A. Jaeger	2	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Amphidium tortuosum</i> (Hornsch.) Cufod.	1	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Andreaea borbonica</i> Besch.	1	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Andreaea tsaratananae</i> Thér.	1	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Anoetangium borbonense</i> Besch.	1	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Anoetangium raphidostegium</i> Besch.	1	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Anomodon pseudotristis</i> (Müll. Hal.) Kindb.	1	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Atrichum androgynum</i> (Müll. Hal.) A. Jaeger	1	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Brachymenium eurychelium</i> Besch.	1	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Brachythecium borgenii</i> (Hampe) A. Jaeger	1	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Breutelia perrieri</i> Thér.	1	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Bryoerythrophyllum inaequalifolium</i> (Taylor) R.H.Zander	1	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Bryum argenteum</i> Hedw.	1	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Calyptothecium acutifolium</i> (Brid.) Broth.	1	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Campylopus flexuosus</i> (Hedw.) Brid.	1	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Campylopus hildebrandtii</i> (Müll. Hal.) A. Jaeger	1	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Campylopus pilifer</i> Brid.	1	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Campylopus schmidii</i> (Müll. Hal.) A. Jaeger	1	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Campylopus trachyblepharon</i> (Müll. Hal.) Mitt. subsp. <i>comatus</i> (Renauld et Cardot) J. -P.	1	Forêt de moyenne altitude

	Frahm		
BM	<i>Cyclodictyon brevifolium</i> Broth.	1	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Dicranella subsubulata</i> (Hampe ex Müll. Hal.) A. Jaeger	1	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Ditrichum punctulatum</i> Mitt.	1	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Entodon macropodus</i> (Hedw.) Müll. Hal.	1	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Eurhynchium spinulinerve</i> Kiaer ex Cardot	1	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Fissidens brevifrons</i> Mitt.	1	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Fissidens plumosus</i> Hornsch.	1	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Holomitrium cylindraceum</i> (P. Beauv.) Wijk et Margad. var. <i>cucullatum</i> (Besch.) Wijk et Margad.	1	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Hyophila involuta</i> (Hook.) A. Jaeger	1	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Hypnum cupressiforme</i> Hedw. var. <i>cupressiforme</i>	1	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Hypopterygium tamarisci</i> (Sw. ex Sw.) Brid. ex Müll. Hal.	1	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Lepidopilidium flexuosum</i> (Besch.) Paris	1	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Lepidopilidium isleanum</i> (Besch.) Broth.	1	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Leucoloma sinuosulum</i> Müll. Hal. ex Besch.	1	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Macrocoma lycopodioides</i> (Schwägr.) Vitt	1	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Macrocoma tenuis</i> (Hook. et Grev.) Vitt subsp. <i>tenuis</i>	1	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Macromitrium fasciculare</i> Mitt.	1	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Meiothecium madagascariense</i> (Brid.) Broth.	1	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Mittenothamnium madagassum</i> (Besch.) Cardot	1	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Mittenothamnium microthamnioides</i> (Geh.) Wijk et Margad.	1	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Orthostichella pentasticha</i> (Brid.) W.R.Buck	1	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Palamocladium leskeoides</i> (Hook.) E. Britton	1	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Pelekium versicolor</i> (Hornsch. ex Müll. Hal.) Touw	1	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Philonotis gracilescens</i> Schimp.	1	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Philonotis hastata</i> (Duby) Wijk et Margad.	1	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Philonotis mauritiana</i> Ångstr.	1	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Pseudosymblepharis circinnatula</i> (Broth. in Voeltzk.) R. H. Zander	1	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Ptychomitrium subcrispatum</i> Thér. et P. de la Varde	1	Forêt de moyenne altitude

BM	<i>Racopilum africanum</i> Mitt.	1	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Schlotheimia squarrosa</i> Brid.	1	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Sematophyllum subpinnatum</i> (Brid.) E. Britton	1	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Trachyphyllum inflexum</i> (Harv.) A. Gepp	1	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Trematodon borbonicus</i> Besch.	1	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Trichostomum cardotii</i> Bizot	1	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Weissia controversa</i> Hedw. var. <i>controversa</i>	1	Forêt de moyenne altitude
BM	<i>Zygodon reinwardtii</i> (Hornsch.) A. Braun	1	Forêt de moyenne altitude

Groupe systématique	Nom taxonomique	Occurrence	Habitat
BH	<b><i>Herbertus dicranus</i> (Taylor ex Gottsche, Lindenb. et Nees) Trevis.</b>	13	Forêt de moyenne altitude
BH	<b><i>Plagiochila terebrans</i> Nees et Mont. ex Lindenb.</b>	12	Forêt de moyenne altitude
BH	<b><i>Adelanthus decipiens</i> (Hook.) Mitt.</b>	11	Forêt de moyenne altitude
BH	<b><i>Frullania serrata</i> Gottsche</b>	10	Forêt de moyenne altitude
BH	<b><i>Plagiochila</i> (Dumort.) Dumort.</b>	10	Forêt de moyenne altitude
BH	<b><i>Radula comorensis</i> Steph.</b>	10	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Lophocolea bidentata</i> (L.) Dumort.	9	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Radula boryana</i> (F. Weber) Mont.	8	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Radula madagascariensis</i> Gottsche	7	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Geocalyx orientalis</i> Beschel et Spruce	6	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Herbertus</i> S. F. Gray	6	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Jungermannia</i> L.	6	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Mastigophora diclados</i> (Brid. ex F. Weber) Nees	6	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Bazzania decrescens</i> (Lehm. et Lindenb.) Trevis.	5	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Cryptochila grandiflora</i> (Lindenb. et Gottsche) Grolle	5	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Frullania</i> Raddi	5	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Herbertus mascarenicus</i> (Steph.) S. W. Arnell ex Vána	5	Forêt de moyenne altitude

BH	<i>Lethocolea congesta</i> (Lehm.) S. W. Arnell	5	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Lophocolea</i> (Dumort.) Dumort.	5	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Lophocolea difformis</i> Nees	5	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Radula appressa</i> Mitt.	5	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Cololejeunea hildebrandii</i> (Austin) Steph.	4	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Frullania apicalis</i> Mitt.	4	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Lejeunea eckloniana</i> Lindenb.	4	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Lejeunea</i> Lib.	4	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Leptoscyphus infuscatus</i> (Mitt.) E. W. Jones	4	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Plagiochila integerrima</i> Steph.	4	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Taxilejeunea conformis</i> (Mont. et Nees) Steph.	4	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Aneura</i> Dumort.	3	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Bazzania</i> S. F. Gray	3	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Frullania anderssonii</i> Ångstr.	3	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Gottschea neesii</i> Mont.	3	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Jamesoniella</i> (Spruce) Carrington	3	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Jamesoniella purpurascens</i> Steph.	3	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Leucolejeunea xanthocarpa</i> (Lehm. et Lindenb.) A. Evans	3	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Metzgeria vivipara</i> A. Evans	3	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Plagiochila boryana</i> Gottsche ex Steph.	3	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Radula ankefinensis</i> Gottsche ex Steph.	3	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Radula voluta</i> Taylor ex Gottsche, Lindenb. et Nees	3	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Schiffneriolejeunea pappeana</i> (Nees) Gradst.	3	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Targionia hypophylla</i> L.	3	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Acrolejeunea aulacophora</i> (Mont.) Steph.	2	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Andrewsianthus aberrans</i> (Nees et Mont.) Grolle	2	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Asterella syngenesica</i> (Bory) Grolle	2	Forêt de moyenne altitude

BH	<i>Bazzania nitida</i> (F. Weber) Grolle	2	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Dumortiera hirsuta</i> (Sw.) Nees	2	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Gongylanthus ericetorum</i> (Raddi) Nees	2	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Gottschia schizopleura</i> (Spruce) Grolle	2	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Isotachis aubertii</i> (Schwägr.) Mitt.	2	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Kurzia capillaris</i> (Sw.) Grolle subsp. <i>stephanii</i> (Renauld ex Steph.) Pócs	2	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Lepidolejeunea delessertii</i> (Nees et Mont.) Grolle	2	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Lophocolea concreta</i> Mont.	2	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Lunularia cruciata</i> (L.) Dumort. ex Lindb.	2	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Marsupidium limbatum</i> (Steph.) Grolle	2	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Metzgeria furcata</i> (L.) Dumort.	2	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Plagiochasma rupestre</i> (J. R. Forst. et G. Forst.) Steph.	2	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Plagiochila paucidentata</i> Mont. et Gottsche	2	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Plagiochila pectinata</i> Willd. ex Lindenb.	2	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Plagiochila rodriguezii</i> Steph.	2	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Syzygiella geminifolia</i> (Mitt.) Steph.	2	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Acrolejeunea emergens</i> (Mitt.) Steph.	1	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Calypogeia fissa</i> (L.) Raddi	1	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Calypogeia</i> Raddi	1	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Cheilolejeunea krakammae</i> (Lindenb.) R. M. Schust.	1	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Cheilolejeunea trifaria</i> (Reinw., Blume et Nees) Mizut.	1	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Colura heimii</i> Jov. -Ast	1	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Fossombronia wondraczekii</i> (Corda) Dumort. ex Lindb.	1	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Frullania arecae</i> (Spreng.) Gottsche	1	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Frullania ericoides</i> (Nees) Mont.	1	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Jensenia spinosa</i> (Lindenb. et Gottsche) Grolle	1	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Jungermannia borgenii</i> Gottsche ex Pearson	1	Forêt de moyenne altitude

BH	<i>Jungermannia renauldii</i> Steph.	1	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Jungermannia sphaerocarpa</i> Hook.	1	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Lejeunea villaumei</i> (Steph.) Grolle	1	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Lepidozia africana</i> Steph.	1	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Lophocolea minor</i> Nees	1	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Lophocolea muricata</i> (Lehm.) Nees	1	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Marchantia</i> L.	1	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Marchantia paleacea</i> Bertol.	1	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Marchantia polymorpha</i> L.	1	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Marsupella emarginata</i> (Ehrh.) Dumort.	1	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Marsupella subintegra</i> S. W. Arnell	1	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Microlejeunea africana</i> Steph.	1	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Phaeoceros</i> Prosk.	1	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Plagiochila angusta</i> Lindenb.	1	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Plagiochila squamulosa</i> Mitt. var. <i>crispulocaudata</i> (Gottsche) Vanden Berghen	1	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Prionolejeunea grata</i> (Gottsche) Schiffn.	1	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Radula carringtonii</i> J. B. Jack	1	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Radula evelynae</i> Yamada	1	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Radula flavifolia</i> (Hook.f. et Taylor) Gottsche, Lindenb. et Nees	1	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Riccardia ramosissima</i> (Steph.) Grolle	1	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Schiffneriolejeunea parviloba</i> (Steph.) Gradst.	1	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Taxilejeunea furcicornuta</i> Grolle	1	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Tylimanthus ruwenzorensis</i> S. W. Arnell	1	Forêt de moyenne altitude
BH	<i>Wiesnerella denudata</i> (Mitt.) Steph.	1	Forêt de moyenne altitude

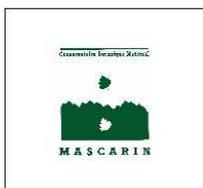
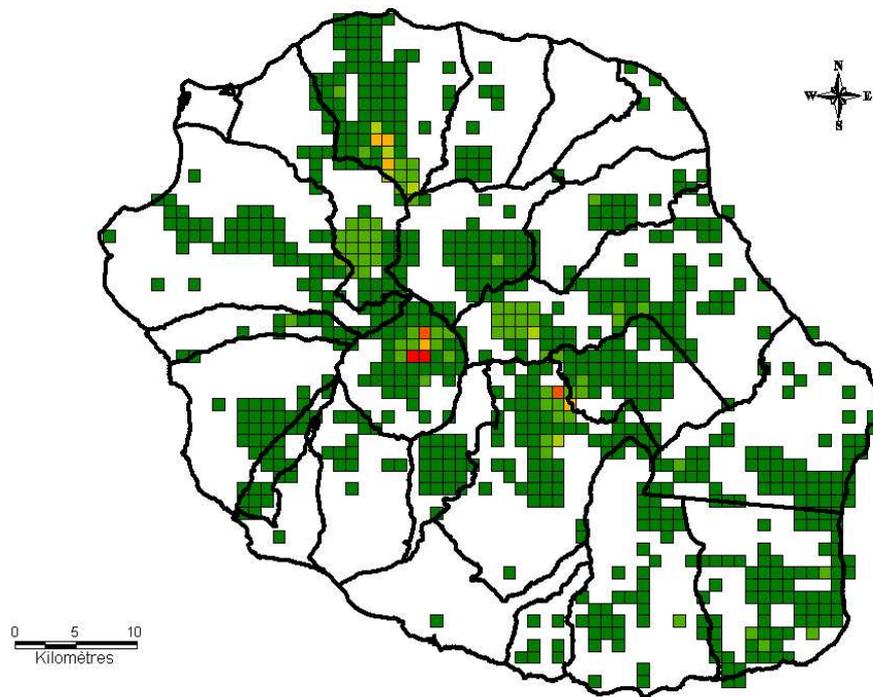
## **ANNEXE VI**

# Carte de richesse spécifique de l'ensemble des bryophytes de l'île de la Réunion

Classe de richesse spécifique  
(nombre de mailles)

■	250 - 420	(2)
■	200 - 250	(2)
■	150 - 200	(5)
■	100 - 150	(6)
■	50 - 100	(69)
■	0 - 50	(722)

□ Limite communale



## **ANNEXE VII**

<b>GROUPE SYSTÉMATIQUE</b>	<b>Nom taxonomique (nombre d'Observation)</b>	<b>Famille correspondante</b>
<b>BM</b>	<i>Bryum billardierei</i> Schwägr. var. <i>billardierei</i> (11 )	<b>Bryaceae</b>
<b>BM</b>	<i>Campylopus schmidii</i> (Müll. Hal.) A. Jaeger (10 )	<b>Dicranaceae</b>
<b>BM</b>	<i>Campylopus pilifer</i> Brid. subsp. <i>pilifer</i> (8 )	<b>Dicranaceae</b>
<b>BH</b>	<i>Cololejeunea leloutrei</i> (E.W. Jones) R.M. Schust. (8 )	<b>Lejeuneaceae</b>
<b>BH</b>	<i>Kurzia capillaris</i> (Sw.) Grolle subsp. <i>stephanii</i> (Renauld ex Steph.) Pócs (8 )	<b>Lepidoziaceae</b>
<b>BH</b>	<i>Plagiochila pectinata</i> Willd. ex Lindenb. (8 )	<b>Plagiochilaceae</b>
<b>BH</b>	<i>Bazzania nitida</i> (F. Weber) Grolle (7 )	<b>Lepidoziaceae</b>
<b>BH</b>	<i>Herbertus dicranus</i> (Taylor ex Gottsche, Lindenb. et Nees) Trevis. (7 )	<b>Herbertaceae</b>
<b>BH</b>	<i>Adelanthus decipiens</i> (Hook.) Mitt. (5 )	<b>Adelanthaceae</b>
<b>BH</b>	<i>Aneura</i> Dumort. (4 )	<b>Aneuraceae</b>
<b>BH</b>	<i>Herbertus capensis</i> (Stephani) Sim (4 )	<b>Herbertaceae</b>
<b>BH</b>	<i>Leucoloma capillifolium</i> Renauld (4 )	<b>Dicranaceae</b>
<b>BM</b>	<i>Mastigophora diclados</i> (Brid. ex F. Weber) Nees (4 )	<b>Mastigophoraceae</b>
<b>BH</b>	<i>Campylopus arcuatus</i> (Brid.) A. Jaeger (3 )	<b>Dicranaceae</b>
<b>BM</b>	<i>Campylopus crateris</i> Besch. (3 )	<b>Dicranaceae</b>
<b>BM</b>	<i>Lopholejeunea subfusca</i> (Nees) Schiffn. (3 )	<b>Lejeuneaceae</b>
<b>BH</b>	<i>Radula evelynae</i> Yamada (3 )	<b>Radulaceae</b>
<b>BH</b>	<i>Symphyogyna podophylla</i> (Thunb.) Mont. et Nees (3 )	<b>Pallaviciniaceae</b>
<b>BH</b>	<i>Arachniopsis diacantha</i> (Mont.) M. Howe (2 )	<b>Lepidoziaceae</b>
<b>BH</b>	<i>Bartramia gigantea</i> Bory (2 )	<b>Bartramiaceae</b>
<b>BH</b>	<i>Bazzania praerupta</i> (Reinw., Blume et Nees) Trevis. (2 )	<b>Lepidoziaceae</b>
<b>BH</b>	<i>Calypogeia Raddi</i> (2 )	<b>Calypogeiaceae</b>
<b>BH</b>	<i>Ceratolejeunea belangeriana</i> (Gottsche) Steph. (2 )	<b>Geocalycaceae</b>
<b>BH</b>	<i>Fissidens asplenioides</i> Hedw. (2 )	<b>Fissidentaceae</b>
<b>BH</b>	<i>Frullania apicalis</i> Mitt. (2 )	<b>Jubulaceae</b>
<b>BH</b>	<i>Frullania apiculata</i> (Reinw., Blume et Nees) Nees (2 )	<b>Jubulaceae</b>

<b>BH</b>	<i>Frullania serrata</i> Gottsche (2 )	<b>Jubulaceae</b>
<b>BH</b>	<i>Gongylanthus ericetorum</i> (Raddi) Nees (2 )	<b>Arnellaceae</b>
<b>BH</b>	<i>Heteroscyphus grandistipus</i> (Steph.) Schiffn. (2 )	<b>Geocalycaceae</b>
<b>BH</b>	<i>Marchantia globosa</i> Brid. ex F. Weber (2 )	<b>Marchantiaceae</b>
<b>BM</b>	<i>Mielichhoferia borbonica</i> Thér. (2 )	<b>Mniaceae</b>
<b>BH</b>	<i>Pleurozia gigantea</i> (F. Weber) Lindb. (2 )	<b>Pleuroziaceae</b>
<b>BM</b>	<i>Prionolejeunea</i> (Spruce) Schiffn. (2 )	<b>Lejeuneaceae</b>
<b>BM</b>	<i>Racomitrium membranaceum</i> (Mitt.) Paris (2 )	<b>Grimmiaceae</b>
<b>BH</b>	<i>Radula boryana</i> (F. Weber) Mont. (2 )	<b>Radulaceae</b>
<b>BM</b>	<i>Radula madagascariensis</i> Gottsche (2 )	<b>Radulaceae</b>
<b>BM</b>	<i>Bazzania decrescens</i> (Lehm. et Lindenb.) Trevis. (1 )	<b>Lepidoziaceae</b>
<b>BM</b>	<i>Calypogeia mascarenensis</i> Bischl. (1 )	<b>Calypogeiaceae</b>
<b>BH</b>	<i>Campylopus fragilis</i> (Brid.) Bruch, Schimp. et W. Gumbel subsp. <i>fragilis</i> (1 )	<b>Dicranaceae</b>
<b>BM</b>	<i>Campylopus nivalis</i> (Brid.) Brid. var. <i>nivalis</i> (1 )	<b>Dicranaceae</b>
<b>BM</b>	<i>Campylopus robillardei</i> Besch. (1 )	<b>Dicranaceae</b>
<b>BH</b>	<i>Campylopus thwaitesii</i> (Mitt.) A. Jaeger (1 )	<b>Dicranaceae</b>
<b>BM</b>	<i>Catagonium nitens</i> (Brid.) Cardot subsp. <i>nitens</i> (1 )	<b>Catagoniaceae</b>
<b>BM</b>	<i>Herbertus grossevittatus</i> (Steph.) S.W. Arnell ex Grolle (1 )	<b>Herbertaceae</b>
<b>BH</b>	<i>Holomitrium borbonicum</i> Besch. (1 )	<b>Dicranaceae</b>
<b>BM</b>	<i>Jungermannia borgenii</i> Gottsche ex Pearson (1 )	<b>Jungermanniaceae</b>
<b>BM</b>	<i>Leptodontium longicaule</i> Mitt. subsp. <i>stellatum</i> (Brid.) De Sloover (1 )	<b>Pottiaceae</b>
<b>BM</b>	<i>Octoblepharum albidum</i> Hedw. (1 )	<b>Leucobryaceae</b>
<b>BH</b>	<i>Philonotis perigonalis</i> Besch. (1 )	<b>Bartramiaceae</b>
<b>BH</b>	<i>Philonotis scabrifolia</i> (Hook.f. et Wilson) Braithw. (1 )	<b>Bartramiaceae</b>
<b>BH</b>	<i>Prionolejeunea grata</i> (Gottsche) Schiffn. (1 )	<b>Lejeuneaceae</b>
<b>BH</b>	<i>Rhacocarpus purpurascens</i> (Brid.) Paris (1 )	<b>Rhacocarpaceae</b>
<b>BH</b>	<i>Riccardia longispica</i> (Steph.) Pearson (1 )	<b>Aneuraceae</b>
<b>BM</b>	<i>Symphyogynopsis gottscheana</i> (Mont. et Nees) Grolle (1 )	<b>Pallaviciniaceae</b>
<b>BM</b>	<i>Syzygiella geminifolia</i> (Mitt.) Steph. (1 )	<b>Jungermanniaceae</b>

Liste taxonomique de la ZNIEFF de type 1 du Piton de la Fournaise, 7,51 ha ; BH : hépatique /BM : mousse

<b>ZNIEFF du Piton de l'eau (3159,90 Ha)</b>		
<b>GROUPE SYSTÉMATIQUE</b>	<b>Nom taxonomique (nombre d'Observation)</b>	<b>Famille correspondante</b>
<b>BM</b>	Mittenothamnium reptans (Hedw.) Cardot (33)	<b>Hypnaceae</b>
<b>BM</b>	Fissidens ellipticus Besch. (22)	<b>Fissidentaceae</b>
<b>BM</b>	Lepidopilum hirsutum Besch.(22)	<b>Pilotrichaceae</b>
<b>BM</b>	Serpotortella cyrtophylla (Besch.) W. D. Reese et R. H. Zander (22)	<b>Serpotortellaceae</b>
<b>BH</b>	Bazzania decrescens (Lehm. et Lindenb.) Trevis. (11)	<b>Lepidoziaceae</b>
<b>BM</b>	Bryum billardierei Schwägr. var. billardierei (11)	<b>Bryaceae</b>
<b>BM</b>	Dicranoloma billardierei (Brid. ex Anon.) Paris var. scopareolum (Müll. Hal.) Thér. (11)	<b>Dicranaceae</b>
<b>BM</b>	Jaegerina solitaria (Brid.) A. Jaeger (11)	<b>Pterobryaceae</b>
<b>BM</b>	Macromitrium rufescens Besch.	<b>Orthotrichaceae</b>
<b>BM</b>	Macromitrium scleropodium Besch. (11)	<b>Orthotrichaceae</b>
<b>BM</b>	Rhynchostegium distans Besch. (11)	<b>Brachytheciaceae</b>
<b>BH</b>	Frullania serrata Gottsche (8)	<b>Jubulaceae</b>
<b>BM</b>	Racomitrium membranaceum (Mitt.) Paris (4)	<b>Grimmiaceae</b>
<b>BH</b>	Frullania apicalis Mitt. (3)	<b>Jubulaceae</b>
<b>BH</b>	Frullania lindenbergii Lehm. (2)	<b>Jubulaceae</b>
<b>BH</b>	Dendroceros borbonicus Steph. (1)	<b>Dendrocerotaceae</b>
<b>BH</b>	Frullania apiculata (Reinw., Blume et Nees) Nees (1)	<b>Jubulaceae</b>

<b>BH</b>	Gottschea sphagnoides (Schwägr.) Lindb. (1)	<b>Schistochilaceae</b>
<b>BH</b>	Heteroscyphus splendens (Lehm. et Lindenb.) Grolle (1)	<b>Geocalycaceae</b>
<b>BH</b>	Pleurozia gigantea (F. Weber) Lindb. (1)	<b>Pleuroziaceae</b>
<b>BM</b>	Phyllogonium viscosum (P. Beauv.) Mitt. (1)	<b>Phyllogoniaceae</b>

**Liste taxonomique de la ZNIEFF de type 1 de la Plaine des Palmistes-Piton de l'eau, 7,51 ha ; BH : hépatique /BM : mousse**