

Conservatoire Botanique National



# BILAN 2021 DES MISSIONS PÉRENNES « ÎLES ÉPARSES »



DECEMBRE 2021



2, rue du Père Georges – Les Colimaçons – 97436 Saint-Leu – Ile de La Réunion

☎ 0262 24 27 25 – [www.cbnm.org](http://www.cbnm.org) – E-mail : [cbnm@cbnm.org](mailto:cbnm@cbnm.org)



## Résumé :

Ce document a pour objectif de présenter le bilan technique et scientifique relatif aux missions pérennes « îles Éparses » menées en 2021 par le CBN-CPIE Mascarin. En plus de fournir une fiche synthétique ainsi que le bilan des ressources humaines, ce rapport détaille les diverses tâches effectuées pour chacune des 11 actions inscrites dans la programmation 2021 des missions pérennes « îles Éparses ».

## Contributeurs :

- ✓ Rédaction : J. HIVERT<sup>1</sup>
- ✓ Collaborateurs (terrain) : L. BAQUÉ<sup>1\*</sup> & J. HIVERT<sup>1</sup>
- ✓ Collaborateurs (bureau) : P. ANXIONNAZ<sup>1</sup>, V. BOULLETT<sup>2&3</sup>, Y. CUIDET<sup>1</sup>, J. FÉRARD<sup>1</sup>, J. HIVERT<sup>1</sup>, M. LACOSTE<sup>1</sup> & D. OUDIN<sup>1</sup>
- ✓ Partenaires (financiers et techniques) : M. AMY<sup>4</sup>, M. ARLANDIS<sup>4</sup>, X. AUBRIOT<sup>5</sup>, M.-F. BERNARD<sup>4</sup>, S. BERTRAND<sup>4</sup>, E. BIDAULT<sup>6</sup>, A. CARTRAUD<sup>4</sup>, C. CLASQUIN<sup>4</sup>, Q. D'ORCHYMONTE<sup>4</sup>, F. FALAISE<sup>4</sup>, A. GOGUELAT<sup>4</sup>, R. GOUYET<sup>4</sup>, S. MARINESQUE<sup>4</sup>, R. McCAULEY<sup>7</sup>, R. PONCET<sup>8</sup>, M. PIGNAL<sup>9</sup>, G. ROUHAN<sup>9</sup>, C. ROY<sup>4</sup>, M. SALIMAN<sup>10</sup>, A. SUKHORUKOV<sup>11</sup>, M. THULIN<sup>12</sup>, S. VERON<sup>9</sup> & FAZSOI
- ✓ Direction : D. OUDIN<sup>1</sup>

<sup>1</sup> = CBN-CPIE Mascarin ; <sup>2</sup> = Expert indépendant, société Nesogenes ; <sup>3</sup> = Président du Conseil Scientifique du CBN-CPIE ; <sup>4</sup> = Terres Australes et Antarctiques Françaises ; <sup>5</sup> = Université Paris-Sud ; <sup>6</sup> = Missouri Botanical Garden ; <sup>7</sup> = Fort Lewis College Herbarium, Durango, Colorado, USA ; <sup>8</sup> = UMS PatriNat (OFB – CNRS – MNHN) ; <sup>9</sup> = Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris ; <sup>10</sup> = Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement de La Réunion ; <sup>11</sup> = Faculté de Biologie de Moscou, Russie ; <sup>12</sup> = Université d'Uppsala, Suède

## Logos & sigles :

- ✓ BRLU, Université Libre de Bruxelles
- ✓ CBN-CPIE Mascarin, Conservatoire Botanique National et Centre Permanent d'Initiatives pour l'Environnement de Mascarin
- ✓ CNRS, Centre National de la Recherche Scientifique
- ✓ DEAL-Réunion, Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement de La Réunion
- ✓ EEE, Espèce Exotique Envahissante
- ✓ EVM, Espèce Végétale Menacée
- ✓ FAZSOI, Forces Armées dans la Zone Sud de l'Océan Indien
- ✓ ITP, Itinéraire Technique de Production
- ✓ MBG, Missouri Botanical Garden
- ✓ MJBR, Mascarin Jardin Botanique de La Réunion
- ✓ MNHN, Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris
- ✓ MTES, Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire
- ✓ OFB, Office Français de la Biodiversité
- ✓ RECI, Restauration des Ecosystèmes insulaires de l'océan Indien
- ✓ RECOFFIE, Renforcement des Connaissances sur la Flore et la Fonge des îles Éparses
- ✓ TAAF, Terres Australes et Antarctiques Françaises

## Citation :

CONSERVATOIRE BOTANIQUE NATIONAL DE MASCARIN 2021. *Bilan 2021 des missions pérennes « îles Éparses »*. Rapport technique non publié, Conservatoire Botanique National et Centre Permanent d'Initiatives pour l'Environnement de Mascarin, 28 pages.

## Photos de couverture :

[Haut] Siphon dans la mangrove d'Europa © J. HIVERT - CBN-CPIE Mascarin

[Bas] Lagune interne au sud d'Europa © L. BAQUÉ - CBN-CPIE Mascarin

# TABLE DES MATIERES

<b>1. FICHE SYNTHÉTIQUE</b> .....	<b>1</b>
<b>2. BILAN TECHNIQUE ET SCIENTIFIQUE</b> .....	<b>4</b>
ACTION 0 : Coordination générale et validation scientifique .....	4
ACTION 1 : Projet RECOFFIE .....	5
ACTION 2 : Mission de terrain sur Europa.....	10
ACTION 3 : Bilan des actions de gestion conservatoire et de suivi scientifique de la flore des îles Éparses : synthèse 2004-2020 et perspectives 2021-2030.....	15
ACTION 4 : Programmes de lutte contre les EEE (Europa et Tromelin).....	16
ACTION 5 : Gestion des collections végétales.....	18
ACTION 6 : Production de plantes indigènes des îles Éparses.....	20
ACTION 7 : Site WEB 'Flore et végétations des îles Éparses' .....	23
ACTION 8 : Valorisation scientifique et actions de communication .....	25
ACTION 9 : Formation des agents de terrain « îles Éparses » des TAAF .....	26
ACTION 10 : Guides d'identification et de gestion des espèces végétales menacées des îles Éparses (EVM) .....	27

## 1. FICHE SYNTHÉTIQUE

FICHE SYNTHÉTIQUE
<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Nom de la structure</b> : Conservatoire Botanique National et Centre Permanent d'Initiatives pour l'Environnement de Mascarin ; (CBN &amp; CPIE Mascarin)</li><li>• <b>Statut de l'entité</b> : Association loi 1901</li><li>• <b>Identifiant SIRET</b> : 34067135300035</li></ul>
<b>Chef de projet</b> : Jean HIVERT
<b>Intitulé du projet</b> : Bilan 2021 des missions pérennes « îles Éparses »
<b>Équipe du projet</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Nombre de personnes mobilisées</b> : 6 permanents + 1 bénévole (écovolontaire) + 23 partenaires extérieurs</li><li>• <b>Type de compétences mobilisées</b> : directeur, responsable de l'antenne des îles Éparses, ingénieur informatique, responsable de la pépinière, responsable de l'herbier, chargé de mission Habitats / expert indépendant de la flore et des végétations des îles Éparses, botanistes, lichénologue, chercheurs, généticiens, gestionnaires, administratifs et logisticiens</li></ul>
<b>Problématique et contexte de la proposition de programmation</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Le CBN-CPIE de Mascarin démarre ses premières missions d'investigation de la flore et des habitats des îles Éparses en 2004 et obtient en 2007 un agrément national (CBN) sur ces territoires (arrêté du 31 août 2007). Cet agrément a été renouvelé en juillet 2020</li><li>• Les programmes scientifiques mis en œuvre par le CBN-CPIE Mascarin sur les îles Éparses répondent non seulement au cahier des charges de ses missions d'agrément national mais également aux attentes du gestionnaire de ces espaces naturels, les TAAF, et de la DEAL-Réunion. Ces missions, qui répondent à la problématique générale de gestion conservatoire des zones terrestres des îles Éparses, se développent autour des domaines de la connaissance, de la conservation, de la sensibilisation, de la communication et de la formation</li><li>• Certaines actions réalisées en 2021 étaient inédites tandis que d'autres constituaient un prolongement d'actions engagées au cours des dernières années</li></ul>
<b>Objectifs</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Définir, coordonner, animer et valider les actions scientifiques du CBN-CPIE Mascarin sur les îles Éparses</li><li>• Finaliser le projet RECOFFIE (Renforcement des Connaissances sur la Flore et la Fonge des îles Éparses) en coordonnant les divers acteurs impliqués afin d'aboutir à la détermination des lichens et aux analyses moléculaires des échantillons récoltés en 2019 et à la rédaction d'un rapport final.</li><li>• Réaliser une mission longue durée sur Europa : suivi (état 2) du réseau de placettes permanentes, suivi des actions de lutte contre les EEE, suivi des stations d'espèces végétales menacées, actualisation de l'inventaire de la flore vasculaire, collectes de matériel destiné aux collections végétales et au programme ITP, prises de vues photographiques</li><li>• Dresser le bilan des actions menées par le CBN-CPIE Mascarin sur les îles Éparses sur la période 2004-2020 et proposer un plan d'actions sur la période 2021-2030</li><li>• Animer et poursuivre avec les partenaires (TAAF et FAZSOI) la mise en œuvre des programmes de lutte contre les EEE sur Europa et sur Tromelin</li><li>• Gérer et compléter les collections végétales des îles Éparses (herbier, carpothèque, alcoothèque et silicathèque) et animer le réseau de partenaires</li></ul>

- Améliorer la connaissance sur les Itinéraires Techniques de Production (ITP) des espèces indigènes aux îles Éparses et répondre aux sollicitation techniques des TAAF en matière de production *in situ* de plantes indigènes
- Actualiser et développer le site WEB 'Flore et végétations des îles Éparses'
- Valoriser et diffuser les connaissances nouvellement acquises sur la flore et les végétations des îles Éparses. Communiquer sur l'éradication du Choca sur Europa
- Former les agents de l'environnement des TAAF aux méthodes d'étude, de suivi et de gestion de la flore des îles Éparses
- Rédiger un guide de reconnaissance et de gestion des espèces végétales menacées (EVM) pour chaque territoire

#### Plan d'actions

- Action 0 : Coordination générale et validation scientifique
- Action 1 : Projet RECOFFIE
- Action 2 : Mission de terrain sur Europa
- Action 3 : Bilan des actions de gestion conservatoire et de suivi scientifique de la flore des îles Éparses : synthèse 2004-2020 et perspectives 2021-2030
- Action 4 : Programmes de lutte contre les EEE (Europa et Tromelin)
- Action 5 : Gestion des collections végétales
- Action 6 : Production de plantes indigènes
- Action 7 : Site WEB 'Flore et végétations des îles Éparses'
- Action 8 : Valorisation scientifique et actions de communication
- Action 9 : Formation des agents de terrain « îles Éparses » des TAAF
- Action 10 : Guides de reconnaissance et de gestion des espèces végétales menacées des îles Éparses

#### Planning du projet

- **Durée** : 12 mois
- **Date de démarrage officiel** : 1<sup>er</sup> janvier 2021
- **Date de fin du projet** : 31 décembre 2021

#### Champ couvert par le projet

- **Territoires concernés** : Europa, Juan de Nova, Glorieuses, Tromelin
- **Flore et milieux** : 253 taxons (122 indigènes, 23 cryptogènes et 108 exotiques) dont 34 espèces menacées à l'échelle des îles Éparses ; Habitats : 68 (Europa), 56 (Juan de Nova), 65 (Glorieuses), 8 (Tromelin)

#### Partenaires

- **Financiers** : MTES (DEAL Réunion), TAAF
- **Scientifiques et techniques** : TAAF, FAZSOI, Vincent BOULLET, MNHN, MBG, UMS PatriNat (OFB – CNRS – MNHN), Université Paris-Sud

**Nombre total de jours-hommes CBN-CPIE Mascarin** : 139,5

#### Plan de financement

Financeurs	Montant TTC (prévisionnel / Réel)
État / MEDDE (dotation du CBN-CPIE Mascarin)	57 906 € (91%) / 57 906 €
TAAF	5 740 € (9%) / 5 740 €
<b>TOTAL</b>	<b>63 646 € / 63 646 €</b>

**Commentaire(s)**

- Le bilan financier 2021 des missions pérennes « îles Éparses » sera communiqué indépendamment à ce rapport
- L'ensemble des rapports et documents rédigés dans le cadre des missions pérennes « îles Éparses » 2021 a été livré en même temps que ce bilan d'activités auprès de l'ensemble des partenaires. La majorité des rapports sont disponibles en téléchargement sur : <https://ileseparses.cbnm.org/index.php/presentation/missions-du-cbm?start=2>

## 2. BILAN TECHNIQUE ET SCIENTIFIQUE

### ACTION 0 : Coordination générale et validation scientifique

#### Objectifs initiaux

- Définir, coordonner, animer et valider les actions scientifiques du CBN-CPIE Mascarin sur les îles Éparses
- Définir et rédiger la programmation et le bilan scientifique et technique
- Réunions DEAL-TAAF-CBN-CPIE Mascarin : préparation, réalisation et rédaction de comptes rendus
- Répondre aux sollicitations
- Monter de nouveaux projets et répondre à des appels à projets
- Organiser une rencontre officielle entre le préfet des TAAF et le président du CBN-CPIE Mascarin

#### Bilan

Cette action a été assurée par Dominique OUDIN et Jean HIVERT. Elle a permis de :

- Coordonner et mettre en œuvre les actions planifiées en 2021 ;
- Tenir une réunion le 2 février 2021 en compagnie de l'ensemble des partenaires (CBN-CPIE Mascarin, DEAL-Réunion [Matthieu SALIMAN] et TAAF [Maxime AMY]) afin de présenter le bilan 2020 et de définir conjointement la programmation 2021 ;
- Rédiger la dernière version du bilan 2020 des missions pérennes « îles Éparses » accompagnée de ses livrables et la programmation des missions pérennes « îles Éparses » 2021 (février 2021) ;
- Proposer une synthèse du bilan 2020 des missions pérennes « îles Éparses » et mettre à jour les orientations stratégiques 2021-2025 du CBNM sur les îles Éparses sous la forme de diapositives présentées lors du Conseil d'Administration de début 2020 ;
- Tenir le 15 février 2021 une rencontre entre le Préfet et administrateur supérieur des TAAF (Charles GIUSTI), la directrice de l'Environnement des TAAF par intérim (Anne-Gaëlle VERDIER), l'adjointe au directeur de l'Environnement (Sophie MARINESQUE), le Président du CBN-CPIE Mascarin (Maximin ASSOUNE), le directeur du CBN-CPIE Mascarin et le responsable de l'antenne des îles Éparses du CBN-CPIE Mascarin ;
- Rédiger le bilan 2021 des missions pérennes « îles Éparses » et préparer les livrables (décembre 2021) ;
- Proposer une première version (tableur Excel) de la programmation des missions pérennes « îles Éparses » 2022 (décembre 2021).

#### Références bibliographiques

- ◆ CONSERVATOIRE BOTANIQUE NATIONAL DE MASCARIN 2021. Bilan 2020 des missions pérennes « îles Éparses ». Rapport technique non publié, Conservatoire Botanique National et Centre Permanents d'Initiatives pour l'Environnement de Mascarin, 24 pages.
- ◆ CONSERVATOIRE BOTANIQUE NATIONAL DE MASCARIN 2021. Programmation 2021 des missions pérennes « îles Éparses ». Rapport technique non publié, Conservatoire Botanique National et Centre Permanents d'Initiatives pour l'Environnement de Mascarin, 13 pages.

## ACTION 1 : Projet RECOFFIE

### Objectifs initiaux

Volet 'Flore vasculaire' :

- Coordonner les acteurs
- Finaliser les analyses moléculaires des échantillons végétaux récoltés en 2019
- Valoriser les données : parts d'herbier transmises aux herbiers partenaires du CBN-CPIE Mascarin, incrémentation du référentiel taxonomique national TAXREF, publication d'articles scientifiques, rédaction d'un rapport de fin de projet, (si besoin) participation au colloque de restitution

Volet 'Lichens' :

- Finaliser la détermination des échantillons de lichen récoltés en 2019
- Valoriser les données : échantillons types transmis à des collections lichénologiques de référence (par exemple : herbier cryptogamique du CBN-CPIE Mascarin à La Réunion et/ou du MNHN et/ou de Clermont-Ferrand), incrémentation du référentiel taxonomique national TAXREF, versement des données d'occurrence dans la base de données de l'Inventaire national du Patrimoine naturel (INPN), publication d'articles scientifiques, rédaction d'un rapport de fin de projet, (si besoin) participation au colloque de restitution

### Produits attendus

- Bilan des analyses moléculaires effectuées sur les échantillons floristiques
- Première liste de la biodiversité lichénologique des îles Éparses
- Incrémentation de bases de données nationales et transmission de parts aux herbiers partenaires
- Rapport de fin de projet récapitulant les actions réalisées et les principaux résultats
- Participation au colloque de restitution (si organisé)
- Publication d'articles scientifiques (à moyen terme)

### Bilan

Pour rappel, alors qu'il devait se terminer courant 2020, le Consortium de recherche inter-organismes 'îles Éparses' a été prolongé jusqu'au 31 juin 2021 suite aux divers bouleversements dus à la COVID-19. Le colloque de restitution n'a finalement pas pu être organisé en 2021, il a été programmé les 27 et 28 janvier 2022.

#### ➤ Volet 'Gouvernance' :

Des échanges de mail ont régulièrement eu lieu entre les divers acteurs et partenaires du projet (CBN-CPIE Mascarin, MBG, UMS PatriNat, TAAF, laboratoires de recherche) afin de coordonner et animer les actions, les envois de matériel, les achats ainsi que la valorisation de certains résultats.

Un rapport de fin de projet a été rédigé en mai-juin 2020 et transmis au Consortium de Recherche à l'issue du projet, ainsi que le bilan financier.

#### ➤ Volet 'Flore vasculaire' :

L'ensemble des analyses moléculaires débutées en 2020 par divers laboratoires de recherche ont été finalisées en 2021 :

- Les échantillons en silicagel des familles des Euphorbiaceae (12 récoltes, 6 taxons du genre *Euphorbia*), des Phyllanthaceae (5 récoltes, 3 taxons du genre *Phyllanthus*) et des Solanaceae (7 récoltes, 2 taxons du genre *Solanum* et 2 taxons du genre *Lycium*) ont été analysés par Xavier AUBRIOT (Équipe Évolution des Angiospermes, laboratoire Écologie, Systématique et Évolution, UMR 8079, Université Paris-Saclay, CNRS, AgroParisTech).

En termes de méthodes, les régions matK (portion génique de l'ADN chloroplastique codant pour une protéine de type maturase) et ITS (espaceur interne transcrit de l'ADN ribosomique) ont ensuite été amplifiées pour les 23 échantillons. Afin de valider les identifications et identifier de potentielles contaminations, l'ensemble des séquences obtenues ont été comparées à celles présentes dans GenBank (algorithme BLAST). Les séquences de GenBank qui étaient les plus semblables aux séquences obtenues pour les échantillons des îles Éparses ont été identifiées et les espèces correspondantes ont été listées.

Dans le cas où plusieurs espèces étaient également probables et où l'identification restait ambiguë, des arbres phylogénétiques basées sur les régions matK et ITS ont été reconstruits. Ces reconstructions permettent en effet de visualiser la distance évolutive qui sépare les échantillons des îles Éparses de ceux présents dans GenBank ; il est ainsi possible d'émettre des hypothèses sur l'appartenance de ces échantillons à une espèce éventuellement absente de GenBank.

Les résultats obtenus en comparant les séquences des échantillons des îles Éparses à celles disponibles sur GenBank permettent de préciser l'identification des échantillons du genre *Phyllanthus*. Les cinq échantillons de *Phyllanthus* récoltés sur Europa, Juan de Nova et Grande Glorieuse appartiennent vraisemblablement tous à l'espèce *Phyllanthus maderaspatensis* (séquences ITS et matK des spécimens des îles Éparses sont identiques entre 98 et 100% à celles disponibles sur GenBank pour *P. maderaspatensis*). Trois des échantillons attribués à *Euphorbia prostrata* ainsi que les spécimens identifiés comme *Solanum americanum* semblent aussi confirmés dans leur identification. Les échantillons correspondant aux euphorbes indéterminées récoltées à Europa sont très probablement des représentants de l'espèce *E. mertonii* (% d'identité d'environ 100 % pour les séquences ITS) et le spécimen non-identifié de *Solanum* provenant de l'île du Lys appartient vraisemblablement à l'espèce *S. villosum*. Néanmoins, vu que le marqueur matK présente des résultats plus équivoques, ce sont les analyses phylogénétiques qui permettront de statuer sur l'identité de ces échantillons. Il est difficile de conclure quant à l'identification de l'ensemble des autres échantillons vu que (i) les résultats des analyses comparatives de type BLAST ne pointent pas vers une seule espèce, ou (ii) que GenBank ne contient pas des données assez nombreuses et fiables pour le groupe (section *Tirucalli* du genre *Euphorbia*). Pour tous ces échantillons, les analyses phylogénétiques fournissent des informations supplémentaires.

Les arbres de consensus majoritaires obtenus pour *Euphorbia* valident ce qui avait déjà été observé lors de l'étude comparative : trois échantillons appartiennent à l'espèce *E. prostrata* et deux autres échantillons correspondent à *E. mertonii*. Néanmoins, un échantillon de Grande Glorieuse identifié comme *E. prostrata* appartient vraisemblablement en fait à l'espèce *E. forsskalii* ; c'est aussi le cas d'un échantillon qui avait été identifié comme un spécimen d'*E. thymifolia*. En effet, ces deux spécimens se retrouvent groupés de manière soutenue (bootstrap = 98 %) avec un échantillon de GenBank correspondant à *E. forsskalii*, une espèce à large répartition géographique (du Cap Vert à l'Ouest à l'Afrique de l'Est et jusqu'en Inde à l'Est). Deux échantillons identifiés comme *E. stoddartii*, une espèce absente de GenBank, ainsi qu'un autre identifié précédemment comme *E. mertonii*, se retrouvent groupés dans un clade bien soutenu (bootstrap = 100 %) et porté par une longue branche. Il est très probable que ces trois spécimens correspondent bien à des représentants d'*E. stoddartii*, espèce séquencée ici pour la première fois. La topologie obtenue pour la section *Tirucalli* ne permet pas de valider de manière sûre l'identification des échantillons Bidault et al. 4583 & 4642. Ils font partie de la large polytomie basale et dans l'état actuel, rien ne permet d'exclure qu'il s'agisse bien d'échantillons d'*E. stenoclada*. Des données moléculaires complémentaires seront nécessaires afin d'éclaircir ce point. Notons également que les résultats des analyses moléculaires proposés pour les genres *Phyllanthus* et *Euphorbia* ne concordent pas avec les observations morphologiques et

écologiques de terrain. Il serait souhaitable de procéder à des analyses génétiques plus discriminantes et d'y associer des études morphologiques.

Les échantillons de *Lycium* récoltés dans les îles Éparses forment un clade bien soutenu au sein du genre (bootstrap = 96 %), ce dernier étant porté par une longue branche. Les deux échantillons d'Europa identifiés comme *L. elliotii* groupent ensemble et sont directement apparentés à l'échantillon identifié comme *L. mascarenense*. Vu la longueur de la branche qui porte ce clade et vu que ni *L. elliotii* ni *L. mascarenense* ne sont représentés dans GenBank, il est probable que l'identification faite sur le terrain soit exacte ; ces deux espèces seraient alors séquencées pour la première fois. Néanmoins, vu l'absence de résolution phylogénétique à l'intérieur du genre, il est à l'heure actuelle impossible de faire des hypothèses sur l'affinité phylogénétique de ces deux espèces.

Enfin, ces analyses permettent de confirmer l'attribution des échantillons Bidault et al. 4576 et Traclet et al. 3 à *S. americanum* et surtout confirment le fait que le *Solanum* non identifié de l'île du Lys est un spécimen de *S. villosum*, une espèce à très large zone de répartition (du bassin Méditerranéen à l'Afrique de l'Est et l'Asie centrale).

- Les échantillons en silicagel de la famille des Amaranthaceae (13 récoltes, 8 taxons du genre *Achyranthes*) ont bénéficiés d'analyses faites par Ross McCAULEY, pour être étudiés dans le cadre d'un projet à plus large échelle géographique.

Au niveau méthodologique, l'ADN génomique a été extrait de divers échantillons d'*Achyranthes* des îles de l'océan Indien, que ce soit à partir d'échantillons conditionnés en silicagel ou en parts d'herbier (succès moindre sachant que certains échantillons d'herbier n'ont pu être correctement amplifiés, tel que *A. aspera* var. *sicula* en provenance de l'île de La Réunion). Sachant que les régions ITS (espaceur interne transcrit de l'ADN ribosomique) amplifiées, bien qu'instructives, n'avaient pas beaucoup de divergence, un travail supplémentaire a été réalisé sur le développement de la région ETS (espaceur transcrit externe, adjacent à la région ITS et qui présente généralement un niveau de substitutions plus élevé) dans le genre. Un ensemble d'amorces spécifiques à *Achyranthes* pour ETS a donc été développé en laboratoire, puis utilisées en combinaison avec les séquences ITS. L'ensemble des séquences obtenues ont été comparées et parfois complétées avec celles présentes dans GenBank.

A ce jour, deux phylogénies (en cours d'amélioration et de validation) ont été construites :

1/ un arbre concerne une analyse de maximum de vraisemblance des données ITS et qui inclut tous les échantillons de l'océan Indien ainsi qu'une grande variété d'*Achyranthes* déjà référencés dans GenBank et complétés par quelques variétés du Pacifique issues de précédents travaux effectués par McCAULEY et al. Un premier constat concerne *A. aspera* dont les diverses variétés se retrouvent éclatés en divers groupes. Ce résultat est en partie dû au fait que la plupart des échantillons d'herbier utilisés dans cette étude n'ont pas été déterminés au rang de variété. D'autre part, il confirme le fait que certaines variétés d'*A. aspera* devraient être traitées au rang d'espèce. Cela confirme également le fait que le genre *Achyranthes* a vraiment besoin d'une révision monographique complète intégrant également les variations morphologiques. Cet arbre met également en évidence la faible divergence de séquences, sachant que cette étude ne prend en compte qu'un seul gène, la région ITS. Bien que de nombreuses séquences soient disponibles dans GenBank, leur variabilité reste faible. Afin de pallier à ça, il serait intéressant d'ajouter la région ETS aux analyses.

2/ un arbre combine les données ETS et ITS, et il traite uniquement des *Achyranthes* de l'océan Indien (îles Éparses, La Réunion et Mayotte) auxquels a été ajouté *A. talbotii* du Libéria afin de voir s'il existe des différences avec un échantillon d'Europa. Une interprétation rapide de cet arbre plus discriminant que le premier - la méthode combinant ETS et ITS semble donc plus pertinente - montre qu'il existe quatre clades distincts dans la région : 1. *A. aspera* var. *fruticosa* qui inclut le

nouveau taxon potentiel (*A. sp. Europa*) qui semble donc bien être un nouveau taxon pour la science au vu des différences morphologiques et moléculaires avec *A. aspera var. fruticosa* ;  
2. *A. aspera var. aspera* originaires de plusieurs îles y compris la variété 2 (indéterminée) de Juan de Nova qui constitue un morphotype très particulier car toujours stérile (aucune inflorescence n'a jamais été observée, sa multiplication est uniquement végétative) et dont la morphologie présente des caractères intermédiaires entre *A. aspera var. aspera* et *A. aspera var. 1* de Juan de Nova. Ces observations laissent penser que ce morphotype (var. 2) pourrait correspondre à un hybride ;  
3. Le taxon provisoirement appelé *A. cf. talbotii* d'Europa est clairement différent du véritable *A. talbotii* d'Afrique continentale, dont un échantillon du Libéria a pu être inclus dans cette étude, ce qui était déjà pressenti au vu de leurs situations écologiques bien différentes. Ce résultat laisse penser que le *A. cf. talbotii* d'Europa est bien un taxon distinct, probablement nouveau pour la science ;  
4. *A. aspera var. porphyrostachya* qui montre une connexion à une longue branche avec un taxon d'Afrique continentale (*A. talbotii*).  
Ces résultats devraient être affinés voire valorisés par une publication scientifique courant 2022.

Un contact avait été initié en avril 2020 avec Dr. Gilberto OCAMPO ACOSTA (Departamento de Biología, Centro de Ciencias Básicas, Universidad Autónoma de Aguascalientes, MÉXICO) afin de lui transmettre les échantillons de Portulacaceae (15 récoltes, 4 taxons du genre *Portulaca*). Ces envois n'ont pu être effectués en 2021 pour cause de crise sanitaire (frontières fermées) mais ils seront effectifs en 2022.

Par rapport à l'objectif prioritaire du projet, seuls les échantillons des 2 espèces de *Ficus* (Moraceae) de la Grande Glorieuse et ceux des 5 espèces de *Boerhavia* (Nyctaginaceae) n'ont pas encore trouvé de laboratoire pour être analysés.

➤ Volet 'Lichens' :

En dehors du travail de détermination courante des échantillons collectés en vue d'établir la checklist des lichens des Îles Éparses, voici les principaux travaux réalisés en parallèle en 2021 :

- Les profils chimiques (TLC et HPLC) des *Roccella* des îles Éparses ont été poursuivis en partenariat avec la Faculté des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques de l'Université Rennes 1 et comparés avec ceux d'autres localités de secteurs tempérés (France métropolitaine) et tropicaux (São-Tomé-et-Príncipe). L'étude de la diversité chimique des lichens appartenant au genre *Roccella* issues des îles Éparses et d'autres localités a permis d'améliorer les connaissances sur ces espèces (premiers profilages chimiques pour deux espèces : *R. applanata* et *R. belangeriana*), de statuer sur la taxonomie de deux taxons considérés comme synonymes par certains auteurs (*R. montagnei* et *R. belangeriana* ; dont nous pensons qu'il s'agit bien d'espèces distinctes) et de réaliser une analyse de la composition chimique de *R. montagnei* selon les territoires et la latitude. Ces travaux ont donné lieu à une publication dans la revue *Plant and Fungal Systematics*.
- Le profilage chimique à haute résolution réalisé par l'Institut des Sciences Chimiques de Rennes a fourni des données essentielles pour améliorer les connaissances taxonomiques de plusieurs taxons du genre *Ramalina* appartenant à des complexes d'espèces à distribution pantropicale ou australasienne. En complément de l'étude morphologique (macroscopique et microscopique), les données portant sur la composition chimique des *Ramalina* des îles Éparses ont permis d'identifier deux espèces qui sont nouvellement citées pour les territoires d'étude : *R. dumeticola* et *R. ovalis*, et trois espèces nouvellement décrites pour la science : *R. gloriosensis*, *R. hivertiana* et *R. marteaui*. Ces travaux ont donné lieu à une publication dans *Plant and Fungal Systematics*.
- Lors des prospections de terrain un seul champignon dit « supérieur » a été observé dans les territoires étudiés : *Hexagonia hydroides* à Europa. La présence sur cette île de cette espèce qui

est très majoritairement présente dans les néotropiques (Caraïbes, Amérique centrale, Nord de l'Amérique du Sud) pose plusieurs questions concernant son origine géographique, la distribution mondiale de l'espèce et ses capacités de dispersion. Le cas d'étude offert par la présence de cette espèce, considérée comme rare à très rare en Afrique de l'Est, a permis le développement d'un procédé analytique basé sur la modélisation cartographique, le calcul de la distance écologique entre espèces et l'horloge moléculaire pour adresser les questions relatives à la distribution des champignons saprotrophes. La méthodologie développée à cette occasion a été résumée dans un manuscrit qui a été soumis à publication auprès de la revue *Fungal ecology*.

Les travaux d'identification taxonomique des lichens et champignons non lichénisés collectés dans les îles Éparses sont actuellement en cours et vont être poursuivis afin d'établir la checklist pour les îles Éparses, avec des précisions (statut de présence, abondance, phorophyte, etc.) pour chaque territoire. L'ensemble des données réalisées à cette occasion sera transmis aux TAAF et reversé dans l'INPN afin que les résultats soient librement accessibles aux communautés naturalistes et scientifiques. Le temps de la taxonomie étant généralement long, en particulier pour les groupes d'espèces mal connus tels que les lichens, il est difficile d'indiquer la date précise à laquelle l'ensemble des collectes aura pu faire l'objet d'une étude. Toutefois, nous pensons que d'ici fin 2022 les principales déterminations seront terminées.

Au regard des premiers résultats obtenus à l'occasion des travaux d'identification taxonomique des espèces, nous prévoyons qu'un nombre relativement élevé d'espèces nouvelles pour la science seront décrites (actuellement 6 taxons parmi les collectes sont considérés comme potentiellement nouveaux). Ainsi, nous prévoyons de soumettre à publication d'autres articles tels que celui portant sur les *Roccella* ou les *Ramalina*, qui traitent d'un genre ou d'un groupe d'espèces en particulier.

De plus, une fois la majorité du matériel identifié, un travail de valorisation scientifique portant sur les relations phorophytes-lichens sera réalisé. Ces analyses devraient permettre de mieux connaître les facteurs qui conditionnent la présence et la diversité des lichens corticoles dans les écosystèmes insulaires.

En parallèle des travaux de détermination du matériel collecté, des fiches espèces des taxons présents dans les îles Éparses sont en cours de rédaction. Ce matériel, une fois compilé et assorti de clés de détermination sera proposé à publication et mis à disposition des communautés scientifiques et naturalistes. Cette flore, bien que réalisée sur la base de quelques journées d'inventaires devrait inclure la grande majorité des lichens des îles Éparses et contribuera à combler le manque de connaissance et d'ouvrage traitant des lichens de l'ouest de l'océan Indien.

## Références bibliographiques

- ◆ FERRON S., BERRY O., OLIVIER-JIMENEZ D., ROUAUD I., BOUSTIE J., LOHEZIC - LE DEVEHAT F. & PONCET R., 2020. Chemical diversity of five coastal *Roccella* species from mainland France, the Scattered Islands, and São Tomé and Príncipe. *Plant and Fungal Systematics* 65(2): 247–260. <https://doi.org/10.35535/pfsyst-2020-0021>
- ◆ HIVERT J., PONCET R., BIDAULT E., AUBRIOT X., LE DEVEHAT F., FERRON S., McCAULEY R., FONTAINE C., PICOT F., BOULLET V. & MULLER S., 2021. Consortium de recherche « îles Éparses 2017-2021 » : Projet RECOFFIE (2019-2021), rapport de fin de projet. CBN-CPIE Mascarin, Missouri Botanical Garden, Muséum national d'Histoire naturelle, UMS PatriNat, 41 pages.
- ◆ PONCET R., HIVERT J., FONTAINE C., PICOT F., BIDAULT E. & REVJOL Y. (in prep). Biostatistical and molecular approaches using open-access data to address saprotrophic fungi distribution at a global scale: a case study using *Hexagonia hydnooides* (Polyporaceae) as a model species. *Manuscrit soumis à Fungal ecology le 29 juin 2021*.
- ◆ PONCET R., LOHEZIC - LE DEVEHAT F., FERRON, S., HIVERT J., FONTAINE C., PICOT F., BIDAULT E. & KERVRAN L., 2021. The genus *Ramalina* (Ascomycota, Lecanoromycetes,

Ramalinaceae) from the Scattered Islands (French Southern and Antarctic Lands), with description of three new species. *Plant and Fungal Systematics* 66(2): 211–224. <https://doi.org/10.35535/pfsyst-2021-0019>

## **ACTION 2 : Mission de terrain sur Europa**

### **Objectifs initiaux**

- Réaliser des compléments à l'inventaire de la flore vasculaire, aux collections végétales et aux ressources iconographiques
- Effectuer l'état 1 ou 2 (selon date d'installation) des 60 placettes permanentes de suivi de la dynamique de végétation naturelle
- Effectuer l'état 1 ou 2 (selon date d'installation) des 14 placettes permanentes de suivi des actions de gestion contre le Choca et le Sisal et éventuellement agrandir ce réseau de placettes grâce à la mise en place de nouveaux dispositifs
- Actualiser et apporter des compléments à la cartographie et à la caractérisation fine des stations d'espèces végétales menacées
- Récolter des semences d'espèces indigènes dans le cadre du programme ITP
- Participer aux actions de lutte en cours contre les EEE (en partenariat avec les TAAF et les FAZSOI) et réaliser le suivi sur l'ensemble des populations d'EEE éradiquées depuis 2011

### **Produits attendus**

- Rapport de mission récapitulant toutes les actions réalisées et les principaux résultats
- Restitution des BDD et des couches cartographiques (EEE, EVM, placettes permanentes) aux TAAF

### **Bilan**

Deux personnes du CBN-CPIE Mascarin (J. HIVERT et L. BAQUÉ) ont participé à une mission sur Europa du 17 mai au 24 juin 2021. D. OUDIN a lui participé à la relève du 23 et 24 juin. Contrairement à l'organisation prévue initialement, V. BOULLET n'a pu participer à cette mission pour cause de rejet de son dossier médical par le médecin des TAAF. Certaines actions ont bénéficié de la collaboration des agents de Conservation des TAAF (Cédric ROY, puis Quentin D'ORCHYMONT).

Cette mission a donné lieu à la rédaction d'un compte-rendu de mission et d'une notice méthodologique (projet de revégétalisation des abords de la station TAAF) et elle a permis la création et la mise à jour de diverses BDD et de couches cartographiques qui ont été reversées aux TAAF suite à la mission.

Cette mission de longue durée a permis la réalisation de 9 actions s'inscrivant dans 3 grandes thématiques.

### **CONNAISSANCE ET CONSERVATION**

- Actualisation de l'inventaire de la flore vasculaire terrestre

Les prospections de terrain effectuées au cours de cette mission ont permis de recenser 2 nouveaux taxons considérés comme exotiques sur Europa :

- *Ziziphus mauritiana* Lam. (Rhamnaceae, Jujube) : signalé le 19 mai 2021, un juvénile présent au niveau du camp militaire ;
- *Arivela viscosa* (L) Raf. (Cleomaceae, Brède caya) : signalé le 26 mai 2021, population composée d'individus à divers stades de développement présente au niveau de la piste d'aviation.

Ces détections ont systématiquement donné lieu à la prise de points GPS (pour établir leur répartition) et de photographies, à la récolte de parts végétales (en herbier et en silicagel) ainsi qu'à la mise en œuvre d'actions de lutte précoce (arrachage de l'ensemble des individus et suivi de leur éventuelle reprise ; Cf. Action 4 :

Programmes de lutte contre les EEE). Suite à cette observation, le Brède caya bénéficie d'un programme de lutte sur Europa.

Ces nouvelles observations de taxons exotiques mettent clairement en évidence la nécessité de disposer de mesures de biosécurité afin de limiter au mieux les introductions végétales.

A ce jour, le bilan de la flore vasculaire terrestre d'Europa est le suivant : 47 indigènes, 44 exotiques et 8 cryptogènes (soit un total de 99 taxons).

➤ Compléments aux collections végétales

Bien que pratiquement exhaustives, les collections végétales d'Europa ont bénéficié de quelques récoltes supplémentaires (Cf. Action 5 : Gestion des collections végétales) :

- Herbar : 4 événements de récolte correspondant à 7 parts végétales (4 destinées à l'herbar du CBN-CPIE Mascarin, 2 à celui du Missouri Botanical Garden et 1 à celui du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris), soit un total de 4 taxons. À ce jour, l'herbar d'Europa est pratiquement exhaustif : sur 99 taxons recensés avec certitude sur ce territoire, 90 sont présents en herbar (soit environ 91% de la diversité floristique globale) ;
- Carpothèque : 9 nouvelles parts correspondant à 9 taxons. À présent, la carpothèque d'Europa rassemble 60 échantillons correspondant à 45 taxons ;
- Alcoothèque : 1 nouvelle part correspondant à 1 taxon. À présent, l'alcoothèque d'Europa, hébergée au CBN-CPIE Mascarin, rassemble 71 échantillons correspondant à 40 taxons (soit environ 40% de la diversité floristique globale) ;
- Silicathèque : ajout de 156 nouveaux échantillons correspondant à 17 taxons dont 15 menacés sur Europa. La grande majorité de ces récoltes est destinée à fournir du matériel en vue d'une étude de génétique des populations d'espèces menacées en vue d'orienter au mieux les futures actions de gestion conservatoire. À présent, la silicathèque d'Europa est quasiment exhaustive : elle rassemble 267 parts correspondant à 94 taxons (soit environ 95% de la diversité floristique globale).

L'ensemble de ces prélèvements ont été conditionnés sur place et tous ont été renseignés dans des BDD.

➤ Compléments aux ressources iconographiques

Toutes les photographies prises durant cette mission ont été triées, renommées et archivées. Cela concerne un total de 292 photos qui se répartissent selon les thématiques suivantes :

- Flore : 73 photos ;
- Faune : 25 photos ;
- Paysage : 88 photos ;
- Action de gestion : 17 photos ;
- Protocole scientifique : 72 photos ;
- Humain : 17 photos.

Notons que peu de prises de vues ont été faites car l'un de nos deux appareils était défectueux.

À ce jour, la collection de photographies du CBN-CPIE Mascarin relative à Europa est riche de 12 262 clichés.

➤ Suivi des réseaux de parcelles permanentes (PP)

Les dernières missions de longue durée du CBN-CPIE Mascarin sur Europa datent de 2011 et de 2016. Durant celles-ci, 60 placettes permanentes de suivi de la dynamique de végétation naturelle et 14 placettes permanentes de suivi des actions de gestion contre le Choca et le Sisal ou de suivi de la recolonisation végétale au sein de la zone incendiée (en juin 2013) avaient été installées et inventoriées (état 0 en 2011 et état 1 en 2016).

Tel que préconisé dans la méthodologie (suivi des PP tous les 5 ans), cette nouvelle mission a permis de faire de nouveaux relevés (état 2) sur les 74 PP. En plus de leur inventaire, certaines PP ont bénéficié d'actions d'entretien (remise en place de piquets de bornage quand absent ou déplacé, réfection des

marques au stylotube sur les troncs afin de pérenniser l'endroit exact de la prise de diamètre des ligneux). Aucune nouvelle PP n'a été installée.

L'ensemble des données relevées sur les PP ont été saisies dans des BDD en vue de leur exploitation future.

- Actualisation et compléments à la cartographie et à la caractérisation fine des stations d'espèces végétales menacées (EVM)

L'ensemble des 15 taxons jugés patrimoniaux au regard de leur statut de menace régionale (6 CR : *Cordia subcordata*, *Guettarda speciosa*, *Ipomoea violacea*, *Pisonia grandis*, *Talipariti tiliaceum* et *Thespesia populneoides* ; 2 EN : *Lycium elliotii* et *Portulaca aff. tuberosa* ; 7 VU : *Achyranthes sp.3*, *Ophioglossum lancifolium*, *Ophioglossum polyphyllum*, *Phyllanthus sp.2*, *Phyllanthus sp.3*, *Salicornia pachystachya* et *Suaeda monoica*) ont bénéficié d'un suivi de leurs stations recensées depuis 2011 ou 2016 et quelques nouvelles stations ont été découvertes. Ces relevés peuvent être considérés comme exhaustifs pour l'ensemble des taxons sauf pour *P. sp.3* (espèce discrète difficile à observer au sein de la steppe salée), pour *A. sp.3* (effectifs importants et recensement difficile au sein des denses formations à *Pemphis acidula*) et pour *P. sp.2* et *T. populneoides* (effectifs respectifs trop importants).

Ces relevés, ciblés sur les individus spontanés (= individus plantés non pris en compte) ont consisté à la prise de diverses mesures sur chaque individu (point GPS si besoin, stade de développement [plantule, juvénile ou adulte], phénologie, état sanitaire [vivant, sénescant ou mort ; debout, penché ou couché ; bon état ou abimé], diamètre et menaces (actives et potentielles).

De plus, dans le but de faciliter le suivi individuel ou stationnel des taxons menacés, des bagues numérotées ont été posées selon 3 modalités :

- Cas des arbres et arbustes : marquage individuel (adultes et juvéniles) grâce à une bague numérotée fixée avec un clou ;
- Cas des lianes et arbrisseaux : marquage individuel (adultes et juvéniles) grâce à une bague numérotée fixée avec un fil électrique ;
- Cas des herbacées : marquage de la station grâce à une bague numérotée fixée sur un piquet implanté au centre de la station.

Cette action a ainsi permis de baguer :

- Cas des arbres et arbustes : 158 *C. subcordata* (sur 165 individus spontanés vivants), 16 *G. speciosa* (sur 17 individus spontanés vivants), 117 *P. grandis* (sur 118 individus spontanés vivants), 26 *T. tiliaceum* (sur 26 individus (supposés) spontanés vivants), 46 *T. populneoides* (sur 660 individus spontanés vivants) ;
- Cas des lianes : 5 *I. violacea* (sur 11 adultes et juvéniles vivant) ;
- Cas des arbrisseaux : 63 *A. sp.3* (sur 768 individus vivants), 89 *L. elliotii* (sur 96 individus vivants), 312 *S. monoica* (sur 407 individus vivants) ;
- Cas des herbacées : 4 *O. lancifolium* (sur 6 stations), 25 *P. sp.2* (sur 62 stations), 32 *P. aff. tuberosa* (sur 45 stations).

Ce travail de terrain a donné lieu au remplissage régulier de BDD.

Ultérieurement, l'analyse de ces nouvelles données, en comparaison avec celles relevées les années précédentes, va permettre de mettre à jour les bilans démographiques et les tendances évolutives de chaque EVM, ainsi que leurs couches cartographiques. Ces nouvelles informations seront alors reversées dans le guide d'identification et de gestion des espèces végétales menacées d'Europa (Cf. Action 10).

- Programme 'Itinéraire Technique de Production' (ITP)

Onze récoltes de semences concernant 9 taxons indigènes (dont 6 EVM) ont été réalisées *in situ* afin de créer de nouveaux ITP ou améliorer des existants (Cf. Action 6 : Production de plantes indigènes des îles Éparses). Chaque prélèvement a été systématiquement accompagné d'un travail de tri et de dénombrement de semences (soit un total de 1083 graines et de 1,1161 grammes de graines de la graminée *Eragrostis capuronii*) ainsi que de la saisie des informations dans une BDD.

De retour au CBN-CPIE Mascarin (juin 2021), les lots de semences ont été mis en germination dans la serre selon divers protocoles prédéfinis (soit un total de 23 tests de germination).

Ces actions concernent les taxons suivants :

- *Portulaca aff. tuberosa* (EVM) : 1 récolte ; 100 graines ; 2 tests de germination selon 2 protocoles différents ;
- *Lycium elliotii* (EVM) : 1 récolte ; 407 graines ; 3 tests de germination selon 3 protocoles différents ;
- *Euphorbia europae* : 1 récolte ; 215 graines ; 2 tests de germination selon 2 protocoles différents ;
- *Phyllanthus sp.2* (EVM) : 2 récoltes ; 8 graines au total ; 2 tests de germination selon 2 protocoles différents ;
- *Suaeda monoica* (EVM) : 1 récolte ; 85 graines ; 3 tests de germination selon 3 protocoles différents ;
- *Phyllanthus sp.3* (EVM) : 1 récolte ; 14 graines ; 3 tests de germination selon 3 protocoles différents ;
- *Achyranthes sp.3* (EVM) : 2 récoltes ; 54 graines au total ; 4 tests de germination selon 4 protocoles différents ;
- *Eragrostis capuronii* : 1 récolte (pas de dénombrement de graines car de taille infime, pesée totale = 1,1161 grammes) ; 2 tests de germination selon 2 protocoles différents ;
- *Portulaca nitida* : 1 récolte ; 200 graines ; 2 tests de germination selon 2 protocoles différents.

## GESTION CONSERVATOIRE

### ➤ Actions de lutte et de suivi contre les EEE

Trente-quatre actions de lutte portant sur 5 espèces exotiques ont été menées par le CBN-CPIE Mascarin en partenariat avec les FAZSOI et les TAAF, soit :

- Choca : 1 action de lutte sur la population n°22 ;
- Sisal : 5 actions de lutte sur la population n°21 ;
- Brède caya : 1 action de lutte sur l'unique population détectée sur la piste d'aviation (arrachage de 797 individus) ;
- Jujube : 1 action de lutte sur l'unique individu recensé au niveau du camp militaire ;
- Filao : 26 actions de lutte consistant essentiellement à arracher les plantules observées de manière opportuniste sur les secteurs littoraux (11 actions ayant permis de traiter 214 plantules au total) et, dans une moindre mesure, à anneler des juvéniles et des adultes encore vivants (ou oubliés) suite à des précédentes actions de lutte menées par les TAAF (15 actions).

Des actions de suivi ont été réalisées par le CBN-CPIE Mascarin en compagnie des agents des TAAF au sein des stations d'EEE préalablement traitées. Elles ont parfois donné lieu à de nouvelles actions de lutte quand présence d'individus encore vivants. Ces actions ont concerné :

- Choca : 19 actions de suivi sur 19 populations (parmi un total de 22 sachant que les populations n°2 et n°5 ne sont plus concernées par ces suivis car considérées comme définitivement éradiquées et que la population n°21 a fait l'objet d'une action de lutte). Seul 1 individu a été observé (et arraché), sur la population n°11 ;
- Sisal : 21 actions de suivi sur 21 populations (parmi un total de 22 sachant que la population 12 n'a pas été suivie car elle faisait toujours l'objet d'actions de lutte en juin 2021). Elles ont permis l'arrachage de 33 individus au total, localisés dans les populations n°3, 6, 13, 16, 21 et 22 ;
- Brède caya : 1 action de suivi sur la population de la piste d'aviation a permis l'arrachage de 93 individus ;
- Filao : 8 actions de suivi sur l'ensemble des individus traités par annelage par les TAAF sur la période 2019-2020. Seuls 22 individus étaient encore vivants parmi plus de 1800 recensés lors de l'inventaire initial en 2011). Certains ont aussitôt fait l'objet d'une nouvelle action de lutte par le CBN-CPIE Mascarin, les autres seront prochainement traités par les TAAF ;

- Cenchre épineux : 1 action de suivi sur l'unique population au sein du camp militaire (aucun individu observé) ;
- Morongue : 1 action de suivi sur l'unique individu encore vivant (camp militaire) a permis la taille aux sabre de 30 rejets de tige ;
- Ricin : 1 action de suivi sur la population n°1 a permis l'arrachage de 2 plantules. L'autre population (n°2) a été suivie uniquement par l'agent TAAF (aucun nouvel individu recensé) ;
- Tamarin : 1 action de suivi sur l'unique population (soit 13 individus abattus en 2020) a permis de traiter les 9 souches encore vivantes (8 par annelage et coupe des rejets de tige, 1 par arrachage) ;
- Fataque : 59 actions de suivi sur 52 populations parmi un total de 61 stations, sachant que les autres stations ont bénéficié d'un passage avant la mission par les agents de conservation des TAAF. Aucun individu n'a été retrouvé sur la grande majorité des stations, seules quelques plantules (entre 1 et 68) et de rares adultes (2 maximum) ont été observés et arrachés sur 8 stations (n°6, 10, 16, 18, 25, 26, 33, 37, 41 et 43).

De plus, quelques actions de suivi ont concerné des espèces exotiques potentiellement envahissantes :

- Cocotier : 1 action de suivi sur les 66 individus traités en 2018 autour de la station TAAF. Aucune reprise n'ayant été observée, cette population peut être considérée comme éradiquée. Un état des lieux, faisant suite à ceux de 2011 (30 individus vivants) et de 2016 (27 individus vivants), a été réalisé sur la population du camp militaire. A ce jour, il ne subsiste plus que 19 individus vivants ;
- Flamboyant : un nouvel état des lieux a été réalisé sur la population à proximité de la station TAAF. Alors qu'elle se composait de 6 individus vivants en 2011 (5 adultes et 1 plantule), à ce jour seuls 3 individus sont encore vivants ;
- Dattier : l'unique individu, situé dans le camp militaire, est encore vivant.

Toutes ces actions, inscrites dans l'action 4 des MP IE 2021, ont fait l'objet de remplissage de BDD.

Elles ont ainsi permis de suivre l'ensemble des stations d'EEE et d'exotiques potentiellement envahissantes sur Europa. Les fréquences des actions de lutte et de suivi pour chaque EEE traitée par les agents de Conservation des TAAF ont alors été mis à jour en fonction des résultats d'observation.

#### ➤ Pépinière et plantations *in situ*

Dans le cadre de l'action 6 (Production de plantes indigènes des îles Éparses) et en particulier du projet de revégétalisation des abords de la station TAAF, des travaux portant sur la production et la plantation de plantes indigènes ont été menées par le CBN-CPIE Mascarin en collaboration avec les agents des TAAF :

- Bilan des plants élevés dans la pépinière d'Europa depuis 2019 et sélection des plants à conserver en vue des plantations ou des regarnis ;
- Récolte de semences indigènes ciblées par le projet (soit 3 récoltes de 2 taxons ciblés pour le projet de revégétalisation des abords de la station TAAF) et mise en germination au sein de l'Europinière ;
- Révision et compléments à la BDD 'Récolte et multiplication' fournie par le CBN-CPIE Mascarin aux agents de l'environnement des TAAF en 2019 ;
- Réalisation de plantations d'espèces indigènes communes et d'espèces menacées autour de la station (soit un total de 145 plants correspondant à 8 taxons dont 5 espèces menacées), de prises de mesures de leur état initial (pour chaque plant : prise d'un point GPS, mesure de sa hauteur et caractérisation de son état sanitaire) et de leur entretien (arrosage, surveillance par rapport à la prédation par les chèvres) ;
- Etablissement d'un plan de plantation et marquage à l'aide d'un piquet et d'une bague des plants à suivre dans le temps (soit tous les plants des espèces menacées et environ 25% des plants des taxons non menacés) ;

- Création et remplissage de la BDD 'Plantation et suivi' et d'une fiche de suivi pour les agents de l'environnement des TAAF ;
- Rédaction d'une notice méthodologique relative aux opérations de plantation, de référencement et de suivi des espèces indigènes plantées dans le cadre du projet de revégétalisation des abords de la station TAAF.

A l'issue de la mission, l'ensemble des documents méthodologiques et des BDD ont été transmises aux agents de l'environnement des TAAF.

Afin de sauver quelques plants d'EVM produits dans l'Europinière et bénéficiant d'une traçabilité (= origine du semencier connu), 4 opérations de renforcement de populations naturelles ont été réalisées à titre expérimental sur 3 taxons, soit :

- *Talipariti tiliaceum* : plantation (avec exclos) de 4 plantules autour de l'unique semencier naturel (population n°1) ;
- *Lycium elliotii* : plantation (sans exclos) de 3 plantules à proximité d'un semencier naturel (population n°4) ;
- *Ipomoea violacea* : plantation (avec exclos) de :
  - 3 individus (2 adultes et 1 juvénile) autour d'un semencier naturel (station n°3.1) ;
  - 1 individu (1 juvénile) à proximité d'un individu sénescant planté en 2020 par les TAAF (station n°3.2).

Lors de ces opérations, chaque plant a été bagué et a bénéficié de prises de mesures (état initial) : point GPS, stade de développement, phénologie, état sanitaire, hauteur et diamètre (si possible). Ils pourront ainsi être suivis individuellement. Ces informations ont été intégrées dans les BDD 'EVM'.

### SENSIBILISATION

Sous l'égide des agents de Conservation d'Europa, le CBN-CPIE a participé à diverses visites de terrain organisées dans le but de sensibiliser les détachements militaires (deux différents au cours du séjour) à la composante environnementale d'Europa (caractéristiques, enjeux, menaces), une île sanctuaire de Nature.

Laura BAQUÉ a profité de son temps libre pour mettre à profit ses compétences artistiques à travers la réalisation d'un carnet de voyage. Empli de textes inspirés et de superbes dessins, cet ouvrage personnel est une véritable ode aux merveilles naturelles de cette île sanctuaire et au travail mené au quotidien par l'équipe de botanistes. Ces travaux pourraient ultérieurement être valorisés au travers d'une exposition et/ou de la publication d'un ouvrage.

### **Références bibliographiques**

- ◆ HIVERT J. & BAQUÉ L. 2021. Compte-rendu scientifique et technique de mission de longue durée d'étude de la flore et des habitats d'Europa (mai - juin 2021). Rapport technique non publié, Conservatoire Botanique National et Centre Permanent d'Initiatives pour l'Environnement de Mascarin, île de La Réunion, 61 pages.
- ◆ HIVERT J. 2021. Expertise technique 'Revégétalisation de la station TAAF d'Europa' : protocole de plantation, de référencement et de suivi. Rapport technique non publié, Conservatoire Botanique National et Centre Permanent d'Initiatives pour l'Environnement de Mascarin, Terres Australes et Antarctiques Françaises, 3 pages.

## **ACTION 3 : Bilan des actions de gestion conservatoire et de suivi scientifique de la flore des îles Éparses : synthèse 2004-2020 et perspectives 2021-2030**

### **Objectifs initiaux**

- Dresser le bilan des actions menées par le CBN-CPIE Mascarin sur les îles Éparses sur la période 2004-2020 et proposer un plan d'actions sur la période 2021-2030
- Proposer le document de synthèse au conseil scientifique du CBN-CPIE Mascarin pour validation
- Animer une restitution de ces travaux auprès des TAAF

### Produits attendus

- Rapport de synthèse (bilan des actions 2004-2020 ; proposition d'un plan d'actions 2020-2030)
- Présentation auprès des TAAF

### Bilan

Ce rapport, rédigé entre mai et juin 2021, dresse le bilan 2004-2020 et propose les perspectives 2021-2030 des orientations et des actions menées par le CBN-CPIE Mascarin sur la flore et les végétations des îles Éparses.

Cette synthèse s'organise sous la forme de fiches (format A3) proposant un calendrier et détaillant les objectifs opérationnels et les travaux menés/à mener dans 11 domaines d'ordre scientifique et technique :

- Missions de terrain ;
- Flore vasculaire terrestre ;
- Habitats et végétations ;
- Collections végétales ;
- Suivi de la dynamique des végétations naturelles et perturbées ;
- Semences dans les laisses de mer ;
- Relations entre la flore et la faune ;
- Sciences naturelles ;
- Espèces végétales exotiques (potentiellement) envahissantes ;
- Espèces végétales menacées ;
- Programmes de multiplication végétale et de plantation.

Ce bilan concerne également les domaines de la communication et de la formation ainsi que les ressources humaines (équipe du CBN-CPIE Mascarin, collaborateurs et partenaires).

Les références bibliographiques des productions du CBN-CPIE Mascarin associées à chaque domaine d'étude sont listées en fin de rapport et des tableaux en annexe proposent une synthèse pour chaque territoire.

Pour des questions de calendrier, ce rapport n'a pu être soumis au Conseil Scientifique du CBN-CPIE Mascarin en 2021 et il n'a pas fait l'objet d'une présentation auprès du Service Environnement des TAAF. Ces deux points devraient être réalisés courant 2022.

### Références bibliographiques

- ◆ HIVERT J. & OUDIN D., 2021. Flore et végétations des îles Éparses : bilan 2004-2020 et perspectives 2021-2030 du CBN-CPIE Mascarin. Rapport technique non publié, Conservatoire Botanique National et Centre Permanent d'Initiatives pour l'Environnement de Mascarin, île de La Réunion, 55 pages.

## **ACTION 4 : Programmes de lutte contre les EEE (Europa et Tromelin)**

### Objectifs initiaux

- Réaliser des suivis *in situ* des actions de lutte entreprises contre les EEE sur Europa (action 2, mission longue durée sur Europa)
- Mettre à jour les bases de données et le [site WEB](#) au gré du remplissage des fiches d'informations sur les actions de lutte ou de suivi menées contre les EEE sur Europa et Tromelin

- Apporter, si besoin, un appui scientifique aux agents de terrain Europa et Tromelin des TAAF dans le domaine de la flore et des végétations (déterminations floristiques, conseils pour la définition et la mise en œuvre de protocoles, d'actions de lutte et de suivi, animation de la procédure de détection précoce, etc.)
- Mettre à jour et compléter (si besoin) le guide de reconnaissance et de gestion de 15 espèces végétales exotiques envahissantes sur Europa et/ou Tromelin

### Produits attendus

- Participation à une mission de terrain sur Europa et rédaction d'un compte rendu
- Mises à jour régulières des bases de données informatiques et de la [base de données à composante cartographique](#) des actions de lutte et de suivi contre les EEE sur Europa et sur Tromelin
- Mise à jour du guide de reconnaissance et de gestion des EEE sur Europa et Tromelin

### Bilan

Tout au long de l'année, diverses actions ont été réalisées en partenariat avec les TAAF dans le but de coordonner et valoriser les divers programmes de lutte contre les EEE.

Un guide de reconnaissance et de gestion des EEE traitées sur Europa et/ou sur Tromelin avait été élaboré en 2020 afin de regrouper en un seul document divers guides jusqu'alors rédigés au fil de la mise en œuvre des programmes de lutte. Destiné aux agents de l'environnement des TAAF, et plus largement aux gestionnaires d'espaces naturels, ce guide contient des fiches de reconnaissance et de gestion pour chaque EEE (classées par île, puis par type biologique, de la morphologie la plus basse à la plus haute), des préconisations relatives à des stratégies et des méthodes de lutte et de suivi à appliquer *in situ*, des préconisations de traitement des déchets verts issus des actions de lutte, des fiches de renseignements dédiées aux actions de lutte et/ou de suivi effectuées *in situ* ainsi que des fiches dédiées à la procédure de détection précoce de la flore spontanée, divers conseils et précautions relatifs à la mise en œuvre des actions de lutte et aux outils employés ainsi que des règles de bonne conduite destinées à limiter l'introduction de nouvelles espèces végétales.

En 2021, ce guide a été mis à jour en janvier (version 2021.1) puis en juillet (version 2021.2). Cette dernière mise à jour a permis d'intégrer un nouveau programme de lutte contre *Arivela viscosa* (Cleomaceae, Brède caya) suite à sa détection sur Europa en mai 2021 par le CBN-CPIE Mascarine (Cf. Action 2 : Mission de terrain sur Europa).

Sur Europa, où le premier programme a été initié en 2011, la lutte concerne à ce jour 10 EEE : Choca et Sisal (actions débutées en 2011), Fataque (2016), Cocotier et Filao (2018), Cenchré épineux et Ricin (2019), Tamarin et Morongue (2020), Brède Caya (2021). Sur Tromelin, des actions de gestion des EEE sont régulièrement menées depuis 2017-2018 et elles concernent à ce jour 7 EEE : Ti Trèfle, Panicum, Aloès amer, Cactus sémaphore, Cocotier (contrôle d'individus ciblés), Lépidium et Jean Robert.

Ces programmes de lutte sont essentiellement mis en œuvre *in situ* par les agents de terrain des TAAF et par les FAZSOI (cas du Choca et du Sisal sur Europa). Tout au long de l'année 2021, le CBN-CPIE Mascarine a apporté une assistance technique aux opérateurs de terrain au gré de leurs sollicitations.

L'ensemble des fiches de renseignements des actions de lutte et/ou de suivi réalisées *in situ* par les agents de l'environnement des TAAF ont été transmises au CBN-CPIE Mascarine. En fonction du taxon traité et du type de gestion (lutte ou suivi), chaque fiche a été saisie dans des BDD spécifiques au fil de leur réception. Les données concernant les EEE traitées sur Europa (toutes sauf pour le Cocotier, le Filao et le Brède caya) ainsi que les 7 EEE traitées sur Tromelin sont versées sur le [site WEB](#) dédié aux programmes de lutte contre les EEE sur les îles Éparses. Ce dernier a été mis à jour en mai 2021.

Des nouvelles BDD ont été créées sur Europa (Filao, Cocotier et Brède caya) afin de les intégrer ultérieurement au [site WEB](#).

En mai-juin 2021, diverses opérations de lutte et de suivi des EEE ont été réalisées par le CBN-CPIE Mascarin conjointement avec les agents de l'environnement des TAAF (Cf. Action 2 : Mission de terrain sur Europa).

### Références bibliographiques

- ◆ CONSERVATOIRE BOTANIQUE NATIONAL DE MASCARIN (CUIDET Y., HIVERT J. & PICOT F. auteurs principaux), 2021. Lutte contre les espèces exotiques envahissantes dans les îles Éparses. Interface cartographique de consultation en ligne d'une base de données sur les actions de lutte et de suivi sur les îles Europa et Tromelin. Disponible à [https://ileseparses.cbnm.org/lutte\\_eee](https://ileseparses.cbnm.org/lutte_eee)
- ◆ HIVERT J., 2021. Guide de reconnaissance et de gestion de 15 espèces végétales exotiques envahissantes sur Europa et/ou Tromelin (îles Éparses). Version 2021.1. Rapport technique non publié, Conservatoire Botanique National et Centre Permanent d'Initiatives pour l'Environnement de Mascarin, Terres Australes et Antarctiques Françaises, 56 pages.
- ◆ HIVERT J., 2021. Guide de reconnaissance et de gestion de 16 espèces végétales exotiques envahissantes sur Europa et/ou Tromelin (îles Éparses). Version 2021.2. Rapport technique non publié, Conservatoire Botanique National et Centre Permanent d'Initiatives pour l'Environnement de Mascarin, Terres Australes et Antarctiques Françaises, 58 pages.
- ◆ HIVERT J. & BAQUÉ L., 2021. Compte-rendu scientifique et technique de mission de longue durée d'étude de la flore et des habitats d'Europa (mai - juin 2021). Rapport technique non publié, Conservatoire Botanique National et Centre Permanent d'Initiatives pour l'Environnement de Mascarin, île de La Réunion, 61 pages.

## ACTION 5 : Gestion des collections végétales

### Objectifs initiaux

- Mettre à jour les bases de données du CBN-CPIE Mascarin des diverses collections au gré des nouvelles récoltes, des changements taxonomiques et nomenclaturaux, des déterminations, etc.
- Compléter si possible les collections végétales par le biais de nouvelles récoltes de terrain
- Entretien et valoriser les collections végétales (montage de planches d'herbier, reconditionnement des échantillons en alcool, étiquetage, rangement, traitement par le froid des parts d'herbier, etc.)
- Continuer la collaboration avec les herbiers du MBG et du MNHN (tri et envoi de parts d'herbier, échanges sur la taxonomie et la nomenclature, etc.)
- Formaliser de nouveaux partenariats avec des collections végétales de référence (Antananarivo, Genève, Bruxelles)
- Actualiser le référencement de l'herbier des îles Éparses auprès de Tela Botanica et de l'Index herbariorum

### Produits attendus

- Mise à jour des bases de données des diverses collections et de l'[article WEB](#) dédié à ce programme
- Nombre de collectes / parts / taxons supplémentaires par type de collection végétale
- Nombre de parts transmises aux herbiers partenaires
- Nombre de planches d'herbier montées

- Nombre de conventions finalisées entre le CBN-CPIE Mascarin et de nouveaux herbiers partenaires
- Mise à jour annuelle des formulaires sur les sites de Tela Botanica et de l'Index herbariorum

## Bilan

Les collections végétales des îles Éparses ont été complétées grâce à la mission de terrain effectuée sur Europa en 2021 (Cf. Action 2 : Mission de terrain sur Europa) :

- Herbar : 4 collectes ayant permis un gain de 7 nouvelles parts correspondant à 4 taxons ;
- Carpothèque : 9 collectes ayant permis un gain de 9 nouvelles parts correspondant à 9 taxons ;
- Alcoothèque : 1 collecte ayant permis un gain d'une nouvelle part correspondant à 1 taxon ;
- Silicathèque : 156 collectes ayant permis un gain de 156 nouvelles parts correspondant à 17 taxons dont 15 menacés sur Europa.

Les BDD des diverses collections végétales ont été complétées au fil des prélèvements. Les parts végétales ont été conditionnées *in situ* au gré des récoltes, puis stockées dans l'herbier du CBN-CPIE Mascarin. Des parts d'herbier seront prochainement envoyées aux herbiers partenaires (MBG et MNHN) et les échantillons en silicagel pourraient être analysés en vue de disposer de connaissances sur la génétique des populations des taxons menacés sur Europa.

La gestion des collections végétales des îles Éparses a été assurée tout au long de l'année par Johnny FERARD (responsable des herbiers du CBN-CPIE Mascarin). Diverses actions ont été effectuées :

- Passage en contrôle de l'ensemble des planches d'herbier et mise au congélateur des planches montrant des signes d'attaque par les insectes ;
- Passage en contrôle des collections en alcool (remplacement du liquide si nécessaire) et des échantillons en carpothèque (mise au congélateur si besoin) ;
- Edition de nouvelles étiquettes en fonction des changements nomenclaturaux ;
- Montage de 26 parts d'herbier récoltées sur Juan de Nova en 2019, édition et mise en place des étiquettes correspondantes et archivage des parts dans des boîtes de rangement.

Notons cependant que faute de temps, le travail de formalisation de nouveaux partenariats avec des institutions abritant des collections de référence (Antananarivo, Genève, Bruxelles) n'a pu être mené en 2021.

L'article en ligne '[L'herbier de la flore vasculaire des îles Éparses et autres collections végétales](#)' a été mis à jour en janvier, juillet et décembre 2021 afin de présenter un bilan actualisé des collections végétales et de proposer en téléchargement les nouvelles versions des registres associés à la carpothèque, à l'alcoothèque et à la silicathèque.

Des bases de données en ligne traitant des collections végétales des îles Éparses du CBN-CPIE Mascarin ont été mises à jour sur [Tela Botanica](#) (pour accéder aux informations en ligne, taper 'Europa' au niveau du champ 'Lieu de récolte') et sur l'[Index Herbariorum](#) en décembre 2021.

À ce jour, le bilan global des collections végétales des îles Éparses s'établit de la manière suivante :

BILAN DES COLLECTIONS VÉGÉTALES															
	HERBIER									ALCOOTHÈQUE		CARPOTHÈQUE		SIUCATHÈQUE	
	Nb de collecte	Nb total de part d'herbier	Nb de part au CBNM	Nb de part au MRG	Nb de part au MNHN	Nb de part à GENEVE	Nb de part à TANA	Nb de part à MAYOTTE	Nb de part à	Nb de taxon	Nb de collecte	Nb de taxon	Nb de collecte	Nb de taxon	Nb de collecte
EUROPA	283	768	321 (88% montées)	195	160	34	27	31	90 (91%)	71	40	60	45	267	94
JUAN DE NOVA	345	945	424 (92% montées)	236	182	35	34	34	135 (89%)	79	66	70	59	137	130
LES GLORIEUSES	398	999	424 (90% montées)	277	211	29	29	29	129 (95%)	83	51	109	78	198	131
TROMELIN	53	148	65 (87% montées)	31	31	7	7	7	15 (57%)	21	12	45	34	29	20
ÎLES ÉPARSES	1079	2860	1234 (90% montées)	739	584	105	97	101	236 (93%)	254	132	284	145	631	257

## Références bibliographiques

- ◆ Site internet '[Flore et végétations des îles Éparses](#)', rubrique 'Focus sur' : [L'herbier de la flore vasculaire des îles Éparses et autres collections végétales](#). Rédaction : J. HIVERT & J. FÉRARD, août 2014 ; Mises à jour : J. HIVERT, janvier / juillet / décembre 2021.
- ◆ HIVERT J. & BAQUÉ L., 2021. Compte-rendu scientifique et technique de mission de longue durée d'étude de la flore et des habitats d'Europa (mai - juin 2021). Rapport technique non publié, Conservatoire Botanique National et Centre Permanent d'Initiatives pour l'Environnement de Mascarin, île de La Réunion, 61 pages.

## ACTION 6 : Production de plantes indigènes des îles Éparses

### Objectifs initiaux

Volet 'Itinéraire Technique de Production' :

- Collecter des nouveaux lots de semences au gré des missions de terrain (Europa), les mettre en germination *ex situ* et procéder au suivi régulier des levées
- Réaliser la saisie des données et leur analyse statistique
- Rédiger (ou mettre à jour) des fiches ITP et les diffuser
- Procéder à l'entretien régulier des plants élevés en serre et en pépinière ainsi qu'à leur inventaire

Volet 'Pépinières et plantations *in situ* (Europa et Tromelin)' :

- Assistance technique 'Unité de production végétale d'Europa' selon les besoins exprimés par les TAAF
- Assistance technique 'Transplantation de Veloutier à Tromelin' selon les besoins exprimés par les TAAF

### Produits attendus

- Nombre de nouveaux lots de semences et de taxons collectés par territoire en 2021
- Nombre de protocoles de germination et nombre de tests de germination mis en œuvre en 2021
- Relevés 'Suivi *ex situ* des germinations', saisie des informations dans des bases de données spécifiques et analyses des données
- Relevés 'Suivi des plantules en pépinière', saisie des informations dans des bases de données spécifiques et analyses des données
- Rédaction et mise à jour de fiches ITP
- Mise à jour de [l'article WEB](#) consacré au programme ITP et mise en téléchargement des fiches ITP
- Entretien des plants d'espèces menacées conservées en pépinière
- Echanges avec les agents de l'environnement des TAAF et conseils méthodologiques sur les

productions et les plantations *in situ* (Europa et Tromelin)

## Bilan

### ➤ Volet 'Itinéraire Technique de Production'

Dans le but de créer de nouveaux ITP ou d'améliorer des existants, la mission de terrain sur Europa (Cf. Action 2 : Mission de terrain sur Europa) de 2021 a donné lieu à 11 récoltes de semences sur 9 taxons indigènes dont 6 espèces menacées, soit, après tri, un total de 1083 graines et de 1,1161 grammes de graines de la graminée *Eragrostis capuronii* (semences trop petites pour être comptabilisées précisément). En juin 2021, ces lots de semences ont été mis en germination au sein de la serre du CBN-CPIE Mascarin selon divers protocoles, soit un total de 23 tests de germination. Depuis, chaque test est régulièrement arrosé et il est suivi à raison d'une fois par semaine ou toutes les deux semaines, afin de relever les nouvelles germinations sur un bordereau de suivi. Ce travail, qui sera poursuivi au moins jusqu'en juillet 2022, n'est pas encore suffisamment abouti pour permettre l'analyse des données et la rédaction (ou l'amélioration) de fiches ITP.

Les plants issus de précédents tests et conservés dans la pépinière du CBN-CPIE Mascarin en vue d'obtenir des données sur la croissance des taxons ont été régulièrement entretenus en 2021.

L'article en ligne ['Fiches d'itinéraire technique de production d'espèces végétales indigènes des îles Éparses'](#) a été mis à jour en juillet 2021 (changements taxonomiques).

À ce jour, le bilan global des travaux sur les semences indigènes des îles Éparses s'établit de la manière suivante :

<b>BILAN DES TRAVAUX SUR LES SEMENCES INDIGÈNES</b>						
	Nb de récolte	Nb de taxon	Nb de protocole	Nb de test de germination	Nb de fiche ITP	
<b>EUROPA</b>	51	24	29	114	39 (20 taxons)	
<b>JUAN DE NOVA</b>	30	11	20	49	58 (28 taxons)	
<b>LES GLORIEUSES</b>	60	30	32	139	68 (37 taxons)	
<b>TROMELIN</b>	9	7	7	12	9 (6 taxons)	
<b>ÎLES ÉPARSES</b>	<b>150</b>	<b>62</b>	<b>62</b>	<b>314</b>	<b>89 (50 taxons)</b>	

Le bilan des taxons indigènes / menacés traités en fiche ITP peut être détaillé tel que suit (bilan par territoire et bilan global à l'échelle des îles Éparses) :

## BILAN DES TAXONS INDIGENES ET MENACES TRAITES EN FICHES ITP

	Taxons indigènes (nb avec fiche / nb total)	Taxons CR (nb avec fiche / nb total)	Taxons EN (nb avec fiche / nb total)	Taxons VU (nb avec fiche / nb total)
EUROPA	20 / 47	6 / 6	1 / 2	1 / 7
JUAN DE NOVA	28 / 63	5 / 8	2 / 5	1 / 8
LES GLORIEUSES	37 / 66	7 / 9	2 / 3	3 / 6
TROMELIN	6 / 8	2 / 2	0 / 0	0 / 0
<b>ÎLES ÉPARSES</b>	<b>50 / 122</b>	<b>8 / 11</b>	<b>3 / 7</b>	<b>4 / 16</b>

### ➤ Volet 'Pépinières et plantations *in situ* (Europa et Tromelin)

Dans le cadre de l'assistance technique auprès des TAAF, un travail collaboratif a été mené sur le projet de revégétalisation des abords de la station TAAF d'Europa. En mars 2021, le CBN-CPIE Mascarin a apporté des corrections et des ajouts à une notice méthodologique rédigée par les TAAF. En parallèle, des compléments sur la palette végétale (choix final des taxons et intégration d'espèces végétales menacées, nombre de plants à produire par taxon) ont été apportés au sein d'une note technique produite par le CBN-CPIE Mascarin en 2019. Puis, diverses actions ont été réalisées au cours de la mission de mai-juin 2021 sur Europa (Cf. Action 2 : Mission de terrain sur Europa) :

- Bilan des plants élevés dans la pépinière 'Europinière' d'Europa depuis 2019 et sélection des plants à conserver en vue des plantations ou des regarnis ;
- Récolte de semences indigènes ciblées par le projet (soit 3 récoltes de 2 taxons) et mise en germination au sein de l'Europinière ;
- Révision et compléments à la BDD 'Récolte et multiplication' fournie par le CBN-CPIE Mascarin aux agents de l'environnement des TAAF en 2019 ;
- Réalisation de plantations d'espèces indigènes communes et d'espèces menacées autour de la station (soit un total de 145 plants correspondant à 8 taxons dont 5 espèces menacées), de prises de mesures de leur état initial (pour chaque plant : prise d'un point GPS, mesure de sa hauteur et caractérisation de son état sanitaire) et de leur entretien (arrosage, surveillance par rapport à la prédation par les chèvres) ;
- Etablissement d'un plan de plantation et marquage à l'aide d'un piquet et d'une bague des plants à suivre dans le temps (soit tous les plants des espèces menacées et environ 25% des plants des taxons non menacés) ;
- Création et remplissage de la BDD 'Plantation et suivi' et d'une fiche de suivi pour les agents de l'environnement des TAAF.

A l'issue de la mission, l'ensemble des documents méthodologiques et des BDD a été copié sur l'ordinateur des agents de l'environnement des TAAF.

Concernant le programme de plantation/transplantation du Veloutier sur Tromelin, les données de suivi des individus plantés depuis 2018 ont été relevées par les agents de l'environnement des TAAF et saisies dans une BDD par le CBN-CPIE Mascarin en janvier 2021. Tout au long de l'année 2021, le CBN-CPIE Mascarin a apporté une assistance technique aux opérateurs de terrain au gré de leurs sollicitations.

### Références bibliographiques

- ◆ HIVERT J., 2019 (mise à jour en 2021). Note sur les systèmes de végétation et les habitats naturels de référence en vue de la restauration écologique des abords de la station TAAF (île Europa). Rapport

technique non publié, Conservatoire Botanique National et Centre Permanent d'Initiatives pour l'Environnement de Mascarin, 11 pages.

- ◆ HIVERT J., 2021. Expertise technique 'Revégétalisation de la station TAAF d'Europa' : protocole de plantation, de référencement et de suivi. Rapport technique non publié, Conservatoire Botanique National et Centre Permanent d'Initiatives pour l'Environnement de Mascarin, Terres Australes et Antarctiques Françaises, 3 pages.
- ◆ HIVERT J. & BAQUÉ L., 2021. Compte-rendu scientifique et technique de mission de longue durée d'étude de la flore et des habitats d'Europa (mai - juin 2021). Rapport technique non publié, Conservatoire Botanique National et Centre Permanent d'Initiatives pour l'Environnement de Mascarin, île de La Réunion, 61 pages.
- ◆ TAAF & HIVERT J., 2021. Proposition d'un plan d'aménagement dans le cadre de la renaturalisation végétale de la station TAAF. Rapport technique non publié, Conservatoire Botanique National et Centre Permanent d'Initiatives pour l'Environnement de Mascarin, Terres Australes et Antarctiques Françaises, 10 pages.

## **ACTION 7 : Site WEB 'Flore et végétations des îles Éparses'**

### **Objectifs initiaux**

- Mettre à jour les données liées à la flore et aux formations végétales (analyses générales, listes, iconographie)
- Mettre à jour les rubriques existantes (histoire de la botanique, bilans scientifiques, articles, etc.)
- Proposer les nouveaux rapports en téléchargement
- Rédiger de nouveaux articles (rubrique 'Actualités')

### **Produits attendus**

- Mises à jour des rubriques existantes
- Rédaction de nouveaux articles WEB
- Nombres de documents en téléchargement
- Indices de fréquentation

### **Bilan**

Cette action a été initiée en 2012 et concrétisée en juillet 2013 par la mise en ligne du site internet '[Flore et végétations des îles Éparses](#)'. Ce site a pour objectifs de porter à connaissance et sensibiliser le grand public à la biodiversité terrestre de ces îles sanctuaires de nature et de valoriser l'ensemble des travaux réalisés par le CBN-CPIE Mascarin.

Divers articles ont été mis à jour en fonction de l'évolution des connaissances et des bilans :

- Les pages 'Introduction à la flore' et 'Listes des taxons' ont été mises à jour en janvier 2021 pour chaque territoire (intégration de changements taxonomiques), puis en juillet 2021 pour Europa, Juan de Nova et les Glorieuses (suite au recensement d'un nouveau taxon sur Europa) ;
- Certains bilans proposés sur la page '[Missions du CBNM](#)' ont été actualisés en janvier et en décembre 2021 ;
- L'article dédié à '[L'herbier de la flore vasculaire des îles Éparses et autres collections végétales](#)' a été actualisé (bilan des collections végétales, téléchargement des registres des collections en carpothèque, en alcoothèque et en silicathèque) en janvier, juillet et décembre 2021 ;

- La page '[Histoire de la botanique](#)' a été complétée en juillet 2021 suite à la dernière mission de terrain du CBN-CPIE Mascarin sur Europa.

En 2021, 8 articles de court format ont été publiés au sein de la rubrique '[Actualités](#)' :

- Trois pour la période janvier-mars : 'Bilan scientifique et technique des missions pérennes "îles Éparses" 2020' ; 'Programmation scientifique et technique des missions pérennes "îles Éparses" 2021' ; 'Guide de reconnaissance et de gestion de 15 EEE sur Europa et/ou Tromelin (version 2021.1)' ;
- Trois pour la période avril-juin : 'Guide de reconnaissance et de gestion de 15 espèces végétales menacées sur Europa (îles Eparses)' ; 'Préparation d'une mission sur Europa (mai-juin 2021)' ; 'Guide de reconnaissance et de gestion de 2 espèces végétales menacées sur Tromelin (îles Eparses)' ;
- Deux pour la période juillet-décembre : 'Pause dans le programme "îles Éparses" du CBN-CIE Mascarin (début juillet à fin novembre 2021)' ; 'Carnet de voyage 'Mission Europa 2021' par Laura BAQUÉ'.

Depuis le début de l'année, 10 documents (rapport scientifique et technique, support de formation, guide de reconnaissance et de gestion, publication) ont été mis en téléchargement dans la rubrique '[Rapports du CBNM](#)'.

Depuis la mise en ligne du site WEB (juillet 2013), 226 145 téléchargements ont eu lieu (contre 34 615 fin 2016, 65 145 fin 2017, 100 540 fin 2018, 143 676 fin 2019, 186 854 fin 2020) pour un total de 288 documents mis en ligne (soit un nombre moyen proche de 785 téléchargements par document). Les documents les plus téléchargés sont :

- GALLIX T. 2014. Suivi de la reproduction de la tortue verte *Chelonia mydas* sur l'île de la Grande Glorieuse : 3 442 téléchargements ;
- DUFOUR B. & GALLIX T. 2013. Transport et germination de semences végétales de laines de mer et colonisation de l'île de la Grande Glorieuse : 2 842 téléchargements ;
- HIVERT J. & FÉRARD J. 2014. Instructions pour l'étiquetage et le montage des planches de l'herbier des îles Éparses : 2 744 téléchargements ;
- HIVERT J., DUMEAU B. & GIGORD L. 2012. Compte-rendu scientifique et technique de mission de longue durée d'étude de la flore et des habitats de l'île d'Europa (Octobre-Décembre 2011) : 2 674 téléchargements.

## Références bibliographiques

- ◆ Site internet '[Flore et végétations des îles Éparses](#)', rubrique 'Actualités Janvier-Mars 2021' : '[Bilan scientifique et technique des missions pérennes "îles Eparses" 2020](#)'. Rédaction : J. HIVERT, février 2021.
- ◆ Site internet '[Flore et végétations des îles Éparses](#)', rubrique 'Actualités Janvier-Mars 2021' : '[Programmation scientifique et technique des missions pérennes "îles Eparses" 2021](#)'. Rédaction : J. HIVERT, mars 2021.
- ◆ Site internet '[Flore et végétations des îles Éparses](#)', rubrique 'Actualités Janvier-Mars 2021' : '[Guide de reconnaissance et de gestion de 15 EEE sur Europa et/ou Tromelin \(version 2021.1\)](#)'. Rédaction : J. HIVERT, février 2021.
- ◆ Site internet '[Flore et végétations des îles Éparses](#)', rubrique 'Actualités Avril-Juin 2021' : '[Guide de reconnaissance et de gestion de 15 espèces végétales menacées sur Europa \(îles Eparses\)](#)'. Rédaction : J. HIVERT, février 2021.

- ◆ Site internet '[Flore et végétations des îles Éparses](#)', rubrique 'Actualités Avril-Juin 2021' : '[Préparation d'une mission sur Europa \(mai-juin 2021\)](#)'. Rédaction : J. HIVERT, avril 2021.
- ◆ Site internet '[Flore et végétations des îles Éparses](#)', rubrique 'Actualités Avril-Juin 2021' : '[Guide de reconnaissance et de gestion de 2 espèces végétales menacées sur Tromelin \(îles Eparses\)](#)'. Rédaction : J. HIVERT, avril 2021.
- ◆ Site internet '[Flore et végétations des îles Éparses](#)', rubrique 'Actualités Juillet-Décembre 2021' : '[Pause dans le programme "îles Éparses" du CBN-CIE Mascarin \(début juillet à fin novembre 2021\)](#)'. Rédaction : J. HIVERT, juin 2021.
- ◆ Site internet '[Flore et végétations des îles Éparses](#)', rubrique 'Actualités Juillet-Décembre 2021' : '[Carnet de voyage 'Mission Europa 2021' par Laura BAQUE](#)'. Rédaction : J. HIVERT, juillet 2021.

## **ACTION 8 : Valorisation scientifique et actions de communication**

### **Objectif initial**

- Procéder à la restitution orale du livret typologique illustré des habitats et des végétations terrestres des îles Éparses sous l'égide de Vincent BOULLET
- Co rédiger avec les TAAF un article portant sur le programme de lutte contre le Choca et le Sisal sur Europa

### **Produits attendus**

- Présentation du livret typologique illustré des habitats et des végétations terrestres des îles Éparses (sous réserve de la disponibilité de Vincent BOULLET)
- Article relatif à l'éradication du Choca et du Sisal sur Europa (sous réserve de la participation des TAAF)

### **Bilan**

Aucun des deux objectifs prévisionnels n'a été réalisé en 2021. En effet, Vincent BOULLET n'a pas encore achevé la rédaction du livret typologique illustré des habitats et des végétations terrestres des îles Éparses et, par manque de temps, l'article portant sur l'éradication du Choca et du Sisal sur Europa n'a pas été rédigé conjointement par le CBN-CPIE Mascarin et les TAAF. Ces deux actions pourraient être reportées en 2022.

Par contre, bien que non prévues, diverses actions de valorisation scientifique ont été effectuées en 2021 suite à diverses opportunités.

Grâce aux divers contacts établis avec des laboratoires de recherche via le projet RECOFFIE (Cf. Action 1), une collaboration a été engagée sous l'égide d'Alexander SUKHORUKOV à propos d'un article sur les Samphires de Madagascar et d'Europa. Cet article a été rédigé et corrigé par A. SUKHORUKOV, Maria KUSHUNINA, Vitaly ALYONKIN, J. HIVERT et V. BOULLETT. En plus du travail de relecture, le CBN-CPIE Mascarin a fourni du matériel végétal en provenance d'Europa ainsi que des jeux de photos. Cet article a été soumis à la revue *Novitates Systematicae Plantarum Vascularium* en décembre 2021.

La collaboration engagée courant 2020 entre V. BOULLET, J. HIVERT, E. BIDAULT et Mats THULIN sur le genre *Paramollugo* s'est poursuivie en 2021. Le CBN-CPIE Mascarin a fourni du matériel végétal des îles Éparses (soit 12 parts en silicagel et des semences en provenance d'Europa, de Juan de Nova et des Glorieuses) et des photos du taxon et il a apporté sa contribution à la relecture des diverses versions d'un

article qui va porter sur la description de trois nouvelles espèces de *Paramollugo* : *P. caespitosa* (Madagascar), *P. angustifolia* (Madagascar) et *P. nesophila* (îles Eparses). Ce travail devrait être finalisé courant 2022.

Dans le cadre du projet FEnTOM (Flore Endémique des Territoires d'Outre-Mer) piloté par Simon VERON (MNHN), le CBN-CPIE Mascarin a participé en février 2021 à une réunion technique de présentation du projet. Les données portant sur les espèces végétales endémiques (strictes et régionales) des îles Éparses ont ensuite été transmises en vue de leur analyse et de leur intégration au projet. En novembre, le CBN-CPIE Mascarin a réalisé une relecture de la première version d'un article scientifique (provisoirement) intitulé 'Pre-assessments of plant conservation status in islands: the case of French Overseas Territories'. Cet article pourrait être publié courant 2022.

Un partenariat a été initié courant 2021 avec Germinal ROUHAN sur le genre *Ophioglossum*. Le CBN-CPIE Mascarin a transmis au chercheur l'ensemble des échantillons en silicagel des *Ophioglossum* des îles Éparses (soit *O. polyphyllum* d'Europa et *O. lancifolium* d'Europa, de Juan de Nova et des Glorieuses) afin qu'ils soient intégrés à une vaste étude morphologique et moléculaire de ce genre complexe. Cette collaboration pourrait être poursuivie en 2022 et éventuellement donner lieu à une publication.

Suite à une demande formulée par les TAAF début 2021, le responsable de l'antenne des îles Éparses du CBN-CPIE a intégré les comités techniques et scientifiques (COTECH) du projet RECI (Restauration des Ecosystèmes insulaires de l'océan Indien). Pour cause de mission sur Europa, J. HIVERT n'a pu assister au premier COTECH (28 mai 2021) mais il a procédé à la relecture des documents et envoyé ses commentaires aux responsables du projet. Il a par contre participé en visioconférence au deuxième COTECH (9 novembre 2021) et ainsi apporté son expertise sur les sujets traitant de la biosécurité et de l'éradication des mammifères introduits sur les îles Éparses (Rat et Chèvre sur Europa, Chat sur la Grande Glorieuse, Souris sur Tromelin) et sur l'îlot M'Bouzi à Mayotte (Rat). Cet appui scientifique et technique devrait se poursuivre en 2022.

En termes de communication, le CBN-CPIE Mascarin a participé aux troisièmes rencontres inter-CBN à Blois (13 au 15 octobre) où il a notamment pu présenter les îles Éparses et ses travaux portant sur les espèces végétales menacées.

### Références bibliographiques

- ◆ SUKHORUKOV A. P., KUSHUNINA M. A., ALYONKIN V. Y., HIVERT J. & BOULLET V., 2021. Notes on the samphires (Salicornioideae, Chenopodiaceae-Amaranthaceae) in Madagascar and Europa Island, with further conclusions on their chorology in Africa. *Novitates Systematicae Plantarium Vascularium* (pre-print).

## **ACTION 9 : Formation des agents de terrain « îles Eparses » des TAAF**

### Objectifs initiaux

- Préparer des supports de formation répondant aux besoins des agents de l'environnement des TAAF
- Procéder à quatre sessions de formation de deux journées chacune auprès des agents de l'environnement des TAAF (toutes îles confondues)

### Produits attendus

- Powerpoint de support de la formation
- Réalisation de 4 sessions de formation de deux journées

## Bilan

Depuis 2011, le CBN-CPIE Mascarin et les TAAF ont élaboré diverses collaborations dans le cadre notamment des programmes de lutte contre les EEE, de la détection précoce de nouvelles espèces, de la production végétale *in situ*, dans le suivi et la gestion des espèces végétales menacées des îles Eparses et dans la récolte de matériel pour les collections végétales. Ces programmes communs concernent à ce jour Europa, Tromelin et les Glorieuses où les TAAF disposent d'agents de Conservation respectivement depuis 2016, 2017 et 2020.

Dans le but de partager au mieux les méthodes propres à chaque programme d'actions et leurs outils (protocoles, bases de données, bordereaux de terrain, guides de gestion, etc.), les TAAF ont sollicité le CBN-CPIE Mascarin (officiellement agréé centre de formation depuis le 03/12/2020) afin de mettre en place un programme de formation sur les méthodes d'étude, de suivi et de gestion de la flore des îles Éparses. Débutée en 2020, cette formation s'est poursuivie en 2021 :

- Les 18-19 janvier auprès de C. ROY (agent de Conservation Europa) ;
- Les 18-19 février auprès de Q. D'ORCHYMONT (agent de Conservation Europa) et de M.-F. BERNARD (agent de Conservation Glorieuses) ;
- Les 6-7 avril auprès de M. AMY (coordinateur îles Éparses), A. CATRAUD (agent de Conservation Tromelin) et L. BAQUÉ (écovolontaire CBN-CPIE Mascarin pour la mission Europa 2021).

Une quatrième session de formation avait été prévue mi-décembre 2021 mais elle a été annulée pour cause d'indisponibilité des agents des TAAF.

Les supports de présentation (Powerpoint, jeux pédagogiques, déroulé d'exercices pratiques) ont été mis à jour avant chaque session de formation et, en mars 2021, la formation s'est enrichie de volets dédiés à la récolte et au conditionnement de parts végétales, et au suivi phénologique.

## Références bibliographiques

- ◆ HIVERT J. & ANXIONNAZ P., 2021. Formation aux méthodes d'étude, de suivi et de gestion de la flore des îles Éparses (version 2021.1). Conservatoire Botanique National et Centre Permanent d'Initiatives pour l'Environnement de Mascarin, Powerpoint, 26 pages.
- ◆ HIVERT J. & ANXIONNAZ P., 2021. Formation aux méthodes d'étude, de suivi et de gestion de la flore des îles Éparses (version 2021.2). Conservatoire Botanique National et Centre Permanent d'Initiatives pour l'Environnement de Mascarin, Powerpoint, 26 pages.
- ◆ HIVERT J. & ANXIONNAZ P., 2021. Formation aux méthodes d'étude, de suivi et de gestion de la flore des îles Éparses (version 2021.3). Conservatoire Botanique National et Centre Permanent d'Initiatives pour l'Environnement de Mascarin, Powerpoint, 28 pages.

## **ACTION 10 : Guides d'identification et de gestion des espèces végétales menacées des îles Éparses (EVM)**

### Objectifs initiaux

- Concevoir un bordereau de suivi des individus/stations d'EVM (1 pour chaque île, priorité pour Europa, Tromelin et Glorieuses)
- Mettre à jour les bases de données
- Rédiger des guides de reconnaissance et de gestion des EVM (1 pour chaque île, priorité pour Europa, Glorieuses et Tromelin)

### Produits attendus

- Guides d'identification et de gestion des EVM (Europa, Glorieuses, Tromelin ; éventuellement Juan de Nova)
- Restitution des BDD et des couches cartographiques des EVM aux TAAF

## Bilan

Dans le cadre de la collaboration entre le CBN-CPIE Mascarin et les TAAF, des programmes de suivi et de gestion des EVM sont actuellement mis en œuvre sur les îles Europa, Glorieuses et Tromelin. A l'image des programmes de lutte contre les EEE (Cf. Action 4), ces programmes dédiés aux EVM nécessitent la mise au point d'outils, de méthodologies et de guides partagés entre les divers acteurs.

Des bordereaux de suivi des stations d'EVM ont été mis au point par le CBN-CPIE en janvier-février 2021 afin d'être employés par les agents de l'environnement des TAAF lors de leurs relevés.

Afin de dresser un bilan et la cartographie fine de chaque EVM sur les îles Europa, Tromelin et Glorieuses, leurs BDD ont été respectivement mises à jour en février, mars et avril 2021. Ces nouveaux tableurs ainsi que les couches cartographiques actualisées et des jeux de photos ont ensuite été transmis aux TAAF.

Un travail de rédaction d'un guide de reconnaissance et de gestion des EVM a été réalisé en mars 2021 pour Europa (15 EVM) et en avril pour Tromelin (2 EVM). Destiné aux agents de l'environnement des TAAF, et plus largement aux gestionnaires d'espaces naturels, chaque guide contient :

- Des fiches de reconnaissance et de gestion pour chaque EVM (classées par type biologique, de la morphologie la plus basse à la plus haute, et par ordre alphabétique du nom des familles) : taxonomie, description botanique, répartition mondiale, statuts de menace locale et régionale et situation locale (bilan des inventaires, tableau de synthèse, carte de répartition, préconisations d'actions de connaissance et de gestion conservatoire) ;
- Des conseils et précautions à prendre en compte dans la mise en œuvre d'actions de connaissance et de conservation des EVM ;
- La liste des références bibliographiques utilisées ;
- Des fiches de renseignements destinées aux observations de terrain : suivi phénologique des taxons ; recensement ou suivi des individus/stations d'EVM.

Par manque de temps, le guide destiné aux EVM des Glorieuses n'a pu être finalisé cette année (à finaliser en 2022). Chaque guide devra être mis à jour en fonction de l'acquisition de nouvelles connaissances ou de nouvelles données de terrain (Cf. Action 2 : Mission de terrain sur Europa) et en fonction de la révision des listes rouges (prévue en 2027) et des statuts des EVM.

## Références bibliographiques

- ◆ HIVERT J., 2021. Guide de reconnaissance et de gestion de 15 espèces végétales menacées sur Europa (îles Éparses). Version 2021.1. Rapport technique non publié, Conservatoire Botanique National et Centre Permanent d'Initiatives pour l'Environnement de Mascarin, Terres Australes et Antarctiques Françaises, 56 pages.
- ◆ HIVERT J., 2021. Guide de reconnaissance et de gestion de 2 espèces végétales menacées sur Tromelin (îles Éparses). Version 2021.1. Rapport technique non publié, Conservatoire Botanique National et Centre Permanent d'Initiatives pour l'Environnement de Mascarin, Terres Australes et Antarctiques Françaises, 16 pages.